

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Zur Sexualität der Chytridineen.**

**(Der „Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen“ Teil I.)**

Von

**A. Scherffel.**

(Hierzu Tafel 1 u. 2.)

---

Im Anschlusse an meine Arbeit „Endophytische Phycomycetenparasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen“ (1925) möchte ich nun im Laufe der Zeit an Chytridineen gemachte Beobachtungen mitteilen.

---

In der biciliaten Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe, sowie bei den Monoblepharidaceen ist die Sexualität zufolge der großen gestaltlichen Ähnlichkeit der Geschlechtsorgane mit denjenigen gewisser Algen eine in die Augen fallende und seit langem wohl bekannt. Anders liegt die Sache bei den uniciliaten Chytridineen, wo — wenn wir in der Literatur Umschau halten — sie nur für einige — man könnte beinahe sagen — Ausnahmefälle nachgewiesen erscheint. Jedoch diese wenigen bereits bekannt gewordenen Fälle ergeben schon das überaus wertvolle Resultat, daß hier sowohl die ursprünglichste, primitivste Form des Sexualaktes, die Copulation von schwärmenden Isogameten, als auch die Vereinigung nach Größe und Form differenter Geschlechtszellen resp. Individuen realisiert ist, und nur die morphologisch höchste Form der Befruchtung, d. h. diejenige von Eizellen durch bewegliche Spermatozoiden — wie in der ganzen Pilzklasse (mit Ausnahme der Monoblepharidaceen) — fehlt. In dieser Tatsache erblickt KUSANO (1912)

bezüglich der phylogenetischen Abstammung der Pilze mit Recht ein gewichtiges Argument gegen die Reduktionshypothese, aber eine Stütze dafür, daß die Chytridineen am Anfange einer aufsteigenden Entwicklungsreihe stehen. Er ist also mithin auch ein Anhänger jener Anschauung, der endgültige und allgemeine Anerkennung zu verschaffen ich in meiner kürzlich erschienenen, vordem erwähnten Arbeit (1925) bestrebt war. Im Laufe der Jahre fand ich weitere Fälle von Dauersporenbildung auf geschlechtlichem Wege, die ich nun hier behandeln möchte.

### **Polyphagus parasiticus** Now. (Taf. 1 Fig. 1—10.)

Nowakowski (1877) war derjenige, der an *Polyphagus Euglenae* die geschlechtliche Entstehung der Dauersporen durch Copulation zweier, geschlechtlich differenzierter Individuen klar legte und so nachwies, daß hier die Dauerspore eine Zygosporie ist. Bald darauf (1878) veröffentlichte er einige weitere *Polyphagus*-Arten, die sich *Polyphagus Euglenae* ganz ähnlich verhalten, die aber infolgedessen, daß diese Arbeit in polnischer Sprache erschien, wenig bekannt geworden sind. Ich hatte Gelegenheit seinen *Polyphagus parasiticus* wiederzufinden und möchte über ihn einiges mitteilen.

Morphologisch stimmt *Polyphagus parasiticus* mit *Polyphagus Euglenae* in allen wesentlichen Punkten überein. Auch hier kommt der Schwärmer meist frei im Wasser zur Ruhe und entwickelt allseits, feine, pseudopodienartige Rhizoiden, die zunächst einfach (Taf. 1 Fig. 1) sind, später sich etwas sparrig verästeln und mit ihren Enden in die Zellen der Nährpflanze eindringen (Taf. 1 Fig. 2). Der Körper des erstarkenden Schwärmers wird entweder zu dem das Zoosporangium entwickelnden Prosporangium oder er nimmt den Charakter eines geschlechtlich differenzierten Individuums an und füllt sich mit fortschreitender Ernährung nach und nach mit verschieden großen und geformten Fetttropfen dicht an (Taf. 1 Fig. 3). In Kürze ließe sich *Polyphagus parasiticus* folgendermaßen charakterisieren: Prosporangium birnförmig oder ungleichseitig dick-spindelförmig, mit dem Wirtssubstrat zugewendeter flacher Bauch- und starkgewölbter Rückenfläche und meist einem oder zwei dicken, diametral gegenüber entspringenden, stammartigen Haupthaustorien, welchen die feineren als Zweige entspringen (Taf. 1 Fig. 3). Zoosporangium durch Sprossung an dem Prosporangium entstehend, rundlich-oval, oder schwach eiförmig, nur etwas länger als breit (16  $\mu$  lang, 14  $\mu$  breit), mit farbloser, glatter, dünner Membran

(Taf. 1 Fig. 4<sub>1</sub>). Durch Vergallertung der oberen Hälfte der Wandung (nicht wie bei *Polyphagus Euglenae* durch ein am Scheitel entstehendes, nicht sehr weites Loch) die Schwärmer freigebend, während der untere Teil der Sporangiummembran in Form einer Schale mit dem leeren Prosporangium zurückbleibt (Taf. 1 Fig. 4<sub>2</sub>). Schwärmer nicht zahlreich, kugelig, 6—8  $\mu$  im Durchmesser, mit einer einzigen, langen, nachschleppenden Geißel und an deren Insertionsstelle mit einem auffallend großen, farblosen Fetttropfen von 4  $\mu$  Durchmesser (Taf. 1 Fig. 9); amöboid. Bewegung hüpfend. Dauersporen kugelig, 9—18, meist 12—14  $\mu$  im Durchmesser; meist in Einzahl an dem weiblichen Prosporangium sexuell entstehend. Membran dick, licht schwärzlich-braun, dicht mit kurzen, konischen, spitzen Stacheln bedeckt. Im Innern ein großer, kugeliger, farbloser Fetttropfen von 7—14  $\mu$  Durchmesser (Taf. 1 Fig. 5). Bei deren Keimung entsteht durch Aussprossung ein Zoosporangium (Taf. 1 Fig. 8<sub>1-7</sub>).

Zwischen *Tribonema (Conferva) bombycinum*, auf dieser schmarotzend. Bei Warschau von NOWAKOWSKI resp. KAMIÉNSKI entdeckt, von mir bei Igló wiederholtermal (zum ersten Male 1886) gefunden.

Ich hatte das Glück Ende März 1886 die Keimung einer Dauerspore zu beobachten (Taf. 1 Fig. 8<sub>1-7</sub>). Bei der Keimung entwickelt dieselbe ganz so wie bei *Polyphagus Euglenae* ein Zoosporangium, das in seiner Entstehungsweise, Größe und Form, sowie in seinem Verhalten mit den auf vegetativem Wege aus den Prosporangien hervorgegangenen Zoosporangien übereinstimmt. In das an einem Punkte der Dauerspore durch Sprossung bruchsackartig hervorwachsende Zoosporangium tritt der Inhalt der Dauerspore nach und nach über. Die große Fettkugel der Dauerspore wird jedenfalls schon etwas früher — wenn der Ausdruck gestattet ist — zertrümmert und das Fett wandert in Form verschieden großer und gestalteter Brocken in das Zoosporangium ein. Diese Fettbrocken geben übrigens die Marken ab, an denen man das Einströmen des Dauersporenhaltes in das Zoosporangium erkennt (Taf. 1 Fig. 8<sub>1</sub>). Die Zerkleinerung der größeren Fettpartikel, die Homogenisierung des Zoosporangiuminhaltes schreitet alsdann immer weiter fort, bis der Inhalt des ausgewachsenen, seine definitive Größe erreichten Zoosporangiums annähernd gleichmäßig grobkörnig erscheint (Taf. 1 Fig. 8<sub>2, 3</sub>). Nun aber beginnen die dunklen, stark lichtbrechenden Fettkörperchen zu so vielen, größeren Fetttropfen zusammenzufießen als Schwärmer in dem Sporangium gebildet werden sollen (Taf. 1 Fig. 8<sub>4</sub>). Diese Fetttropfen, bereits von rundlicher, jedoch anfangs noch etwas un-

regelmäßiger Gestalt, werden später exakt kugelig und liegen in dem homogenen, dichten, weißglänzenden, körnchenfreien Plasma eingebettet. Das Sporangium zeigt nun das charakteristische Aussehen eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums (Taf. 1 Fig. 8<sub>5</sub>). Auch hier vergallert nun der obere Teil der zarten Sporangiummembran, wodurch die Schwärmer in Freiheit gesetzt werden, während der untere Teil als der Dauerspore noch eine Zeitlang aufsitzende Schale zurückbleibt (Taf. 1 Fig. 8<sub>6</sub>), um alsbald ebenfalls, wahrscheinlich durch Verquellung, gänzlich zu verschwinden (Taf. 1 Fig. 8<sub>7</sub>). Die ziemlich großen, nicht lebhaft hüpfenden Schwärmer besitzen eine einzige, lange, nachschleppende Geißel und einen auffallend großen, farblosen, stark glänzenden Fetttropfen, der stark exzentrisch, an der Insertionsstelle der Geißel liegt (Taf. 1 Fig. 9). Der aus hyalinem, dichtem Plasma bestehende Körper zeigt deutliche, amöboide Gestaltveränderungen.

Die Dauerspore ist auch hier in der Regel das Produkt eines Geschlechtsaktes, eine Zygo- resp. Oospore, wenn auch der Copulationsfortsatz des männlichen Individuums (Taf. 1; x in Fig. 5, 6) nicht ausnahmslos zu sehen war. Doch möchte ich meinen, daß eine parthenogenetische Entstehung von Dauersporen nicht ausgeschlossen ist, um so mehr, als bei *Polyphagus Euglenae* bereits NOWAKOWSKI (1877, p. 213) Vorkommnisse beobachtete, welche DANGEARD (1900, p. 231) für Parthenogenese ansieht. Auch hebt es ZOPF (1890, p. 291), der in der Copulation zweier Individuen hier keinen Geschlechtsakt anerkennen wollte, hervor, daß die Dauerspore auch ohne Copulation an einem Individuum entstehen kann, indem er auf entsprechende Beobachtungen von FISCH (1884, p. 56) hinweist. Als Stütze dieser Anschauung, d. h. betreffs des Vorkommens von Parthenogenese ließen sich jene beiden Fälle verwerten, welche ich am 25. Juli 1903 beobachtete. In beiden Fällen saßen an einem Prosporangium dicht nebeneinander, doch völlig getrennt, zwei Zellen, eine von geringerer Größe als die normalen Dauersporen, aber vom typischen Aussehen solcher, mit brauner, stacheliger Membran (Taf. 1 Fig. 6, 7). In dem einen Fall (Taf. 1 Fig. 6) war das Prosporangium leer und an der größeren Dauerspore von 12  $\mu$  Durchmesser, die in ihrem Innern zwei Fettkugeln zeigte, war der männliche Copulationsfortsatz zu beobachten; diese entstand also auf sexuellem Wege; während ihre nur halb so große Nachbarin (6  $\mu$  Diam.), die ebenfalls eine braune, stachelige Membran, aber keinen geformten Inhalt zeigte (obwohl ein plasmatischer Wandbelag von direkt nicht wahrnehmbarer Zartheit wahrscheinlich vorhanden

gewesen sein dürfte), allem Anschein nach ohne Befruchtung entstanden war. In dem anderen Falle (Taf. 1 Fig. 7) sitzen ebenfalls dicht nebeneinander zwei Dauersporen, in bezug auf Größe (die größere  $12 \mu$ , die kleinere  $6 \mu$  im Durchmesser) und Inhalt der Fig. 6 gleichend, einem Prosporangium an, das aber hier nicht leer, sondern inhaltsreich, von stark lichtbrechenden Fetttropfen dicht erfüllt war; außerdem war an keiner der beiden Dauersporen auf sichere Weise ein männlicher Copulationsfortsatz zu erkennen; eine Befruchtung hatte hier kaum stattgefunden (denn dafür spricht auch das nicht leere Prosporangium) und diese beiden Dauersporen müssen wohl als für parthenogenetisch entstandene angesehen werden. NOWAKOWSKI (1878) bildet auf Taf. X je ein Prosporangium eines weiblichen Individuums von *Polyphagus Euglenae* ab, von denen eines 2 (l. c. Fig. 90), das andere 3 (l. c. Fig. 91) vollkommen ausgebildete Dauersporen von annähernd gleicher Größe, mit einem einzigen großen Öltropfen im Innern und gelber, stacheliger Membran, entwickelt hatte. An einer jeden dieser Dauersporen ist das zwar abgerissene Copulationsrhizoid des männlichen Individuums deutlich sichtbar. Diese Dauersporen waren also alle auf sexuellem Wege entstanden, und so stimmen diese Fälle mit den von mir bei *Polyphagus parasiticus* beobachteten nicht überein; auf sie bezieht sich offenbar DE BARY'S Angabe (1884, p. 176).<sup>1)</sup> Ob diese Dauersporenbildung bei *Polyphagus parasiticus* nicht eine abnormale, teratologische Erscheinung ist; ob insbesondere die kleinere Dauerspore, welche anscheinend keinen Inhalt führte und nur die Größe eines zur Ruhe gekommenen Schwärmers von  $6 \mu$  hatte, lebensfähig, d. h. weiterer Entwicklung fähig war, muß dahingestellt bleiben. Es wäre wert, diese Sache eingehender zu untersuchen.

Die — man könnte sagen — extramatrikale Entstehung von Dauersporen am Prosporangium, insbesondere diejenige der parthenogenetisch gebildeten, erscheint mir noch in einer anderen Beziehung von Interesse. In dem Heraussprossen der Dauersporenanlage aus dem Prosporangium, in der Bildung der Dauerspore außerhalb der Mutterzelle aus deren gesamtem Zellinhalt, erblicke ich gewissermaßen eine Parallele mit jenen *Monoblepharis*-Arten, welche

---

<sup>1)</sup> Da nach DANGEARD (1900) und WAGER (1913) in übereinstimmender Weise — sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Individuen von *Polyphagus Euglenae* nur einen Zellkern besitzen, so erscheinen die Kernverhältnisse solcher, nach Mehrfachbefruchtung mehrere (2—3) Dauersporen bildenden, weiblichen Individuen (Macrogameten) noch der Aufklärung bedürftig. Sie würden vielleicht cytologisch ein interessantes Untersuchungsobjekt abgeben.

LAGERHEIM (1900) in seiner Untergattung *Exoospora* vereinigte. Dieser Parallelismus (im Vereine mit anderen Momenten) ist auch geeignet meine vordem geäußerte Ansicht zu stützen, nach welcher die eingeißeligen Monoblepharideen der Chytridineen-Reihe verwandtschaftlich näher stehen, als den siphonalen und oogamen Saprolegniineen und Peronosporineen inkl. der Ancylistineen (s. SCHERFFEL 1925, p. 38). NOWAKOWSKI (1877 a, p. 216) setzte die Entwicklung des Zoosporangiums aus dem Prosporangium bei *Polyphagus Euglenae* mit dem Austritt des Plasmas bei *Pythium* gleich, und erblickte hierin ein Moment, welches auf die Verwandtschaft der Chytridiaceen mit den Saprolegniaceen hinweist. Diese Homologisierung ist aber nicht zulässig, da die ausgetretene Plasmamasse bei *Pythium* (sowie bei den Conidien der plasmatoparen Peronosporeen) die erste Schwärmphase diplanetischer Schwärmer, die Generation der primären Schwärmer repräsentiert, während die Schwärmer von *Polyphagus*, sowie diejenigen der Monoblepharideen nicht di-, sondern monoplanetisch sind. Damit ist aber auch die Frage der Verwandtschaft mit den Saprolegniaceen im verneinenden Sinne entschieden.

Ein einziges Mal, den 11. Juli 1906, fand ich bei Igló in einem Prosporangium von *Polyphagus parasiticus* eine stark- und glattwandige Zelle von rundlicher, dem Prosporangium ähnlicher Form ( $13 = 11 \mu$ ), in deren Lumen ein großer, kugelig,  $9 \mu$  im Durchmesser haltender, exzentrischer, farbloser Fetttropfen und körniger Inhalt zu sehen war. Diese Zelle, welche den Habitus einer Chytridiaceen-Dauerspore zeigte, war von einer schwach gelb-bräunlich gefärbten, ziemlich dickwandigen nicht weit abstehenden Hülle umgeben, die ein faltiges, zerknittertes Aussehen bot, verursacht durch an ihrem Rande wellig-ausgezackte, kammartige Erhebungen von unregelmäßigem Verlauf und regelloser Anordnung (Taf. 1 Fig. 10). Im linken, abgerissenen Haupthaustorium des *Polyphagus* war noch der Rest einer feinen, rhizoidartigen Hyphe deutlich erkennbar (Taf. 1 Fig. 10 bei r), in deren engem Lumen ein glänzendes Körnchen steckte und die sich alsdann in jene gelb-bräunlich gefärbte Hülle fortzusetzen, d. h. zu erweitern schien. Diese Dauerspore lag also innerhalb eines eigenen Sporangiums! Sie gehört sicherlich nicht in den Entwicklungsgang von *Polyphagus parasiticus*, sondern es handelt sich hier augenscheinlich um einen Parasiten, welcher im Innern des *Polyphagus* vegetiert und in dessen Prosporangium seine Dauerspore gebildet hatte. Die Natur dieses Interesse beanspruchenden, jedenfalls pilzlichen Parasiten zu ermitteln, muß fernerer Untersuchungen anheimgestellt werden.

*Ectochytridium (Zygorhizidium) WILLEI* (LOEWENTHAL) mihi  
auf *Mougeotia* (Taf. 1 Fig. 11—24).

Meine erste Beobachtung dieser Chytridiacee fällt in das Jahr 1900, wo ich Ende März und in den ersten Apriltagen diesen Organismus auf den Fäden einer dickeren, sterilen und nicht näher bestimmten *Mougeotia*-Art (in späteren Jahren auch auf der dünneren *Mougeotia parvula*) bei Igló auffand. Ich erkannte damals sofort, daß hier ein besonders deutlicher Fall von Entstehung einer Chytridiaceen-Dauerspore durch Befruchtung seitens eines anderen, männlichen Individuums vorliegt (Taf. 1 Fig. 17), doch das spärliche Material gestattete nicht eine tiefer gehende Untersuchung. 5 Jahre später veröffentlichte LOEWENTHAL (1905, p. 228—237, Taf. 8) die Studie über sein *Zygorhizidium Willei*, das er 1904 bei Christiania auf der Desmidiacee *Cylindrocystis Brébissonii* entdeckt hatte, und lieferte durch Klarlegung der cytologischen Verhältnisse den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung. *Ectochytridium (Zygorhizidium) Willei* ist jedoch nicht nur wegen seiner Sexualität interessant, sondern auch deshalb, weil die ungeschlechtlichen, Zoosporangien liefernden Individuen, solange die Zelle des Wirtes noch lebt, an *Mougeotia* abnormale Wachstumsvorgänge hervorruft und knieförmige Biegungen der befallenen, langgestreckten Zelle verursacht, wobei der Körper der Chytridiacee genau in die Kehle des Knies zu liegen kommt (Taf. 1 Fig. 11, 14).<sup>1)</sup> Durch Chytridiaceen verursachte Deformationen der Wirtszelle sind aber ein ziemlich seltenes Vorkommnis.

Der auf der Oberfläche der Wirtszelle zur Ruhe gekommene Schwärmer, ein kleines, kugeliges Zellchen mit einem stark glänzenden, exzentrischen, kugeligen Fetttropfchen, durchbohrt mit einem feinen Fortsatz die Membran der Wirtszelle (Taf. 1 Fig. 11 bei a). Zur Abwehr dieses Angriffes bildet die Wirtszelle eine kurze Scheide

<sup>1)</sup> Ich kann es jedoch nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß die auf parasitärer Basis hervorgerufene knieförmige Krümmung der *Mougeotia*-Zelle durchaus nicht eine für *Zygorhizidium Willei* spezifische Erscheinung ist. Im Jahre 1885 fand ich nämlich in dem damals noch vorhandenen kleinen Abfluß am westlichen Ufer des Csorbaer Sees in der Hohen Tatra (einem wertvollen Algenstandort), welcher leider alsbald der „fortschreitenden Kultur“ (durch Überwölbung) zum Opfer fiel, auf einer *Mougeotia* einen Chytridiaceen-artigen Parasiten, welcher an diesem Wirtes ganz gleiche, knieförmige Krümmungen hervorbrachte. Dieser Parasit ist von *Zygorhizidium Willei* ganz verschieden. Seither fand ich ihn nie wieder, und da das von ihm erhaltene Bild in so mancher Hinsicht viel zu unklar geblieben war, muß ich von einer Veröffentlichung desselben Abstand nehmen.

oder einen Hügel schützender Membransubstanz um den eindringenden Rhizoidfortsatz (Taf. 1 Fig. 11 bei b; 15 a, b), in welchem (im optischen Querschnitt) von oben gesehen der Kanal, in welchem der Rhizoidfortsatz verläuft, als helles Loch deutlich zu erkennen ist (Taf. 1 Fig. 12 bei x). Am inneren Ende des durchbohrten Membranzäpfchens ist bloß ein Pinsel einiger ganz kurzer, stäbchenförmiger Rhizoiden zu sehen, mittels welcher die Nahrungsaufnahme der nicht geschlechtlich differenzierten Individuen erfolgt (Taf. 1 Fig. 11 bei b; 15 a, b). Ein stärker entwickeltes, intramatrikales Rhizoidsystem scheint also nicht vorhanden zu sein. Das aus der heranwachsenden, extramatrikalen Zoospore entstehende Zoosporangium ist rundlich-breit-birnförmig, von verschiedener Größe (zumeist 11—18  $\mu$ ) und besitzt eine gleichmäßig starke, glatte, farblose Membran (Taf. 1 Fig. 11, 12); seine Öffnung erfolgt durch Abspaltung eines Deckels, der recht oft nicht am Scheitel, sondern an der Seite des Sporangiums gebildet wird, so daß im letzteren Fall die entleerten Zoosporangien liegenden Krügen gleichen (Taf. 1 Fig. 13 a, b). Der Rand der Öffnung ist stets scharf und meist geradlinig begrenzt. Die kleinen Schwärmer von ca. 3  $\mu$  Durchmesser werden typischerweise in großer Zahl gebildet. Es finden sich jedoch auch sehr kleine, zwerghafte Sporangien (auch von nur 5,4 Diam.), die allerdings nur eine geringe Anzahl von Schwärmern entwickeln (vegetativ gewordene Geschlechtsindividuen?) (Taf. 1 Fig. 21 bei m). Die Schwärmer sind typische Chytridiaceen-Schwärmer, mattglänzend, und zeigen einen größeren Fetttropfen, der exzentrisch in der vorderen Körperhälfte liegt; am hinteren Ende befindet sich eine längere Geißel (Taf. 1 Fig. 16). Die Bewegung ist eine springend-hüpfende. Die Dauersporen, durch direkte Umwandlung des extramatrikalen Körpers eines weiblich differenzierten Individuums hervorgehend, sind von der Seite gesehen niedergedrückt-kugelig, oval (Taf. 1 Fig. 18), von oben gesehen kreisrund (Taf. 1 Fig. 19), 8—11  $\mu$  lang, 7—10  $\mu$  hoch, sie besitzen eine dicke, glatte, anfangs farblose, später bräunliche Membran; ihr Lumen erscheint von einem maulbeerförmigen Klumpen größerer, runder, dicht zusammengedrängter stark lichtbrechender Körperchen (Fett?) erfüllt. Stets findet man sie durch einen ca. 2  $\mu$  dicken, bei reifen, vollkommen ausgebildeten Dauersporen von stark lichtbrechender Substanz erfüllten, homogen, d. h. solide erscheinenden, in seinem Verlaufe etwas hin- und hergebogenen, verschieden (bis 45  $\mu$ ) langen Faden mit einer kleinen, ebenfalls der Oberfläche der *Mougeotia* aufsitzenden, von oben gesehen rundlichen, in der Seitenansicht birnförmigen (verkehrt eiförmigen)

Zelle von ca.  $4 \mu$  Durchmesser verbunden (Taf. 1 Fig. 17—21). — Diese am anderen Ende dieses Schlauches (Fadens) befindliche kleine, zumeist inhaltsleere Zelle ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum, das seinen befruchtenden Inhalt, durch den es mit dem Weibchen in Verbindung setzenden Schlauch, in das als Oogonium fungierende weibliche Individuum übertreten ließ. Dieser die beiden Geschlechtsindividuen miteinander in Verbindung setzende fadenförmige Fortsatz ist in der Tat eine, eine stark glänzende, dicke Wandung und ein enges, jedoch deutliches Lumen besitzende Röhre, in deren Innern man bisweilen jene stark lichtbrechenden, fettglänzenden Tröpfchen (durch die Enge des Lumens zylindrisch gestreckt) beobachten kann, die man als Inhalt im Lumen des männlichen Individuums findet, wenn dieses noch nicht entleert ist (Taf. 1 Fig. 24). Erst später dürfte dieser Copulationsschlauch durch Ausfüllung, d. h. zunehmende Wandverdickung zu einem soliden Faden werden. Der von männlichen Gameten (Individuum) entwickelte Copulationsschlauch entspringt zumeist am basalen Teil seines extramatrikalen Körpers (Taf. 1 Fig. 19, 23, 24), seltener etwas höher, an seiner Seitenfläche (Taf. 1 Fig. 21, rechts) und tritt mit dem extramatrikalen Teil des weiblichen Körpers ebenfalls vorzugsweise an dessen basalem Teil in Verbindung (Taf. 1 Fig. 18, 19), wiewohl auch Fälle vorkommen, wo die Verschmelzung an der Seite, ja an der Scheitelregion des Weibchens erfolgt (Taf. 1 Fig. 20). Die Länge des Copulationsschlauches hängt ganz und gar von der Entfernung ab, in welcher sich die beiden miteinander copulierenden Geschlechtsindividuen befinden. Vor dem Vollzuge der Befruchtung fallen als Inhaltsbestandteile sowohl im weiblichen als auch im männlichen Individuum größere, stark lichtbrechende, fettglänzende Körperchen von annähernd gleicher Größe (Fetttröpfchen?) auf, die aber im weiblichen Individuum lockerer verteilt, noch nicht jenen, das ganze Zellumen ausfüllenden, maulbeerförmigen, dicht zusammengepackten Klumpen bilden wie nach erfolgter Befruchtung in der reifen Dauerspore (Taf. 1 Fig. 20). Die Geschlechtsindividuen (Gameten), sowohl die Männchen (Microgameten) als auch die Weibchen (Macrogameten) senden ein ca.  $2 \mu$  im Durchmesser haltendes, kugeliges (bläschenförmiges) Haustorium in die Wirtszelle, das mit dem Zellraum des extramatrikalen Teiles in offener Verbindung steht und auch als subsporangiale Blase bezeichnet werden könnte (Taf. 1 Fig. 18, 19, 21, 23). Von diesem intramatrikalen Bläschen, dessen Größe konstant ist und in keiner Weise von der Größe des extramatrikalen Teiles abhängt (wie dies LOEWENTHAL 1905, p. 229

ganz richtig bemerkt), gehen keine Rhizoiden ab; es fehlt hier der kleine Rhizoidpinsel, den die ungeschlechtlichen (vegetativen) Individuen aufweisen (Taf. 1 Fig. 11, 15 a, b). Das kleine, knopfförmige, rhizoidlose Haustorium kann also als ein Kennzeichen der Gameten, der geschlechtlich differenzierten Individuen angesehen werden, und jene Zoosporangien von zwerghafter Größe (von 5–8  $\mu$ ), wie z. B. dasjenige auf Taf. 1 Fig. 21 bei m, sind als vegetativ gewordene Gameten anzusehen. Daß männliche Individuen, die bereits einen Copulationsschlauch entwickelt haben, wieder vegetativ und zu Zoosporangien werden können, dies hat bereits LOEWENTHAL konstatiert (1905, p. 233, Taf. 8 Fig. 26), und dies kommt auch hier vor (Taf. 1 Fig. 22).

Eine auffallende und bemerkenswerte Erscheinung ist es ferner, daß es die ungeschlechtlichen Individuen dieses Organismus sind, welche die auffallenden, knieförmigen Krümmungen an den *Mougeotia*-Zellen verursachen (Taf. 1 Fig. 11, 14), während die Geschlechtsindividuen so eine Wirkung auf die Wirtszellen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade ausüben (Taf. 1 Fig. 18, 19, 21–24). Daß LOEWENTHAL von dieser Erscheinung nichts beobachtete, mag seinen Grund in der Verschiedenheit der Wirtspflanzen (die ja verschieden reagieren können) und auch noch vielleicht darin haben, daß es sich bei *Cylindrocystis* um kurze und dicke, plumpe Zellen handelt, während diejenigen von *Mougeotia* langgestreckt, schlank sind und die Wirkung ungleichseitigen Wachstums hier besser zur Geltung kommen und augenfälliger werden muß.

Ich muß nun hier zweier seltener Vorkommnisse gedenken, welche ich auf Taf. 1 in Fig. 23 u. 24 im Bilde festgehalten habe. In dem einen Fall (Fig. 23) hatten nämlich drei männliche Individuen (Microgameten) ihren Copulationsschlauch ein und demselben Weibchen (Macrogameten) zugesandt; alle drei Copulationsschläuche hatten sich demselben angeheftet, aber nur ein einziger schien die Befruchtung vollzogen zu haben, und zwar der, der von dem nunmehr vollständig entleerten Männchen (a) entwickelt worden war, während die beiden anderen Microgameten in ihrem Lumen Inhalt führten; sie hatten also bei diesem vielumworbenen Weibchen nicht reussiert. Wiewohl dieser Fall stark an Polyandrie erinnert, liegt anscheinend eine solche hier doch nicht vor, es handelt sich hier vielmehr um den Wettbewerb mehrerer Männchen um das Weibchen. Der andere Fall (Fig. 24) repräsentiert eine Art Geschlechtsverirrung. Das Männchen a war mit seinem Copulationsschlauch mit einem zweiten Männchen (b) in Copulation getreten, welches letzteres seinerseits mit

einem weiblichen Individuum in Copulation steht. Beide Microgameten führen noch Inhalt. Also auch auf dieser niederen Stufe organischen Lebens kommt bereits Perversität vor!

Ich fand ferner Dauersporen (der anhaftende Microgamet mit seinem wohl erhalten gebliebenen Copulationsschlauch gab eine gute Marke ab), die entleert waren und ein scharf umschriebenes Loch in ihrer Membran zeigten, das sich nicht genau am Scheitel, sondern etwas seitlich befand. Demnach dürfte die Dauerspore bei ihrer Keimung zu einem Zoosporangium werden, das sich — ebenso wie die ungeschlechtlichen Zoosporangien — seitlich, mit einem Deckel öffnet. Also auch hierin bestände Übereinstimmung. Die Bildung der Schwärmer bei der Keimung der Dauersporen habe ich nicht gesehen. Die von LOEWENTHAL ein einziges Mal in einer „allseitig geschlossenen“ Dauerspore vorgefundenen wenigen Schwärmer (1905, p. 234, Taf. 8 Fig. 43), die zudem einen anderen Typus zeigten als die aus vegetativen Zoosporangien stammenden, möchte ich mit WILLE (LOEWENTHAL 1905, p. 234, Anm. 1) als nicht zu *Zygorhizidium* gehörig ansehen.

Die ausführliche Schilderung, welche ich voranstehend von dem von mir beobachteten Organismus gab und die sozusagen als eine Wiederholung der bereits von LOEWENTHAL gegebenen Darstellung erscheinen könnte, hat den Zweck, einen genauen Vergleich mit dem von LOEWENTHAL auf *Cylindrocystis Brébissonii* beobachteten zu ermöglichen. Bei einem solchen Vergleich wird man zu dem Resultat gelangen, daß die Übereinstimmung nahezu eine vollkommene ist und daß der Parasit auf *Mougeotia* nichts anderes sein kann als *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL. Aber selbst bei dieser morphologischen Übereinstimmung müßte die wirkliche Identität beider noch durch Kulturversuche bewiesen und es entschieden werden, ob mein *Zygorhizidium* von *Mougeotia* auf *Cylindrocystis* übergeht und umgekehrt. *Mougeotia* ist eine Mesocarpacee, *Cylindrocystis* eine Desmidiacee; sie stehen zwar einander nicht nahe, aber beide sind Conjugaten und demnach doch nicht ganz und gar unverwandt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Mein *Zygorhizidium Willei* wurde auch in Nordamerika von ATKINSON (1909), ebenfalls auf *Mougeotia* gefunden, doch von ihm nicht als solches erkannt und fälschlicherweise als *Rhizophidium sphaerocarpum* ZOPF angesehen. Die Figuren ATKINSON'S, l. c. p. 327, Fig. 3A—F zeigen deutlich, daß hier mein Parasit und nicht *Rhizophidium sphaerocarpum* ZOPF vorlag. Auch hatte ATKINSON den Copulationsschlauch resp. dessen Bildung von Seite des männlichen Individuums gesehen und beschrieben (l. c. Fig. 3B u. p. 326), die Copulation selbst aber nicht. Den herauswachsenden Copulationsschlauch des männlichen Individuums hielt er für den Keimschlauch („Germ-tube“) eines Keimlings, eines zur Ruhe gelangten

Noch möge eine Bemerkung über die Berechtigung der Gattung *Zygorhizidium* hier ihren Platz finden.

Diesen Typus des Geschlechtsaktes, welchen *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL zeigt, wo zwei voneinander entfernt zur Entwicklung gelangte Schwärmer einzellig bleibende Geschlechtsindividuen liefern, welche miteinander derart copulieren, daß das seiner Größe nach auf dem Stadium des zur Ruhe gekommenen Schwärmers verharrende männliche Individuum (der Microgamet) durch einen von ihm gebildeten Copulations Schlauch mit dem zur Größe der entstehenden Zygo(Oo-)spore herangewachsenen weiblichen Individuum (den Macrogameten) in Verbindung tritt, will ich als den *Zygorhizidium*-Typus bezeichnen und diese Bezeichnung auch dann beibehalten, wenn — wie ich meine — die Gattung *Zygorhizidium* nicht aufrecht zu erhalten ist. Wie es auch die nachher zu schildernden Fälle dartun dürften, gibt es Fälle von Sexualität in Gattungen, die als der Geschlechtlichkeit entbehrend angesehen werden, die dartun, daß die Sexualität nicht gar zu selten übersehen sein dürfte. Dem Vorhandensein oder Fehlen von Geschlechtlichkeit, für sich allein, kann man keine gattungsbegründende Wichtigkeit zuerkennen, wie man denn auch sonst, z. B. eine sich durchaus ungeschlechtlich fortpflanzende Pflanze nicht in eine neue Gattung stellt, wenn ihre allernächsten Verwandten sexuell sind.

Betrachtet man das Abwerfen eines Deckels bei der Öffnung der Zoosporangien, bei einer in die Abteilung der Rhizidiaceen gehörenden Form — wie es mir scheint mit Recht — als den Hauptcharakter der Gattung *Chytridium*, so muß *Zygorhizidium Willei* als eine Art dieser Gattung betrachtet werden, wenn auch die

---

Schwärmers (siehe l. c. p. 326, Figurenerklärung der Fig. 3 B und p. 328). Mit dem richtigen *Rhizophidium sphaerocarpum* (ZOFF) FISCHER, dessen Abbildung ATKINSON in Fig. 3H—M nach ZOFF gibt, hat dieser Organismus natürlich nichts zu tun. Wiewohl ATKINSON die Differenz zwischen seinem und ZOFF's *Rhizophidium sphaerocarpum*, insbesondere betreffs der Wirkung, die sein Parasit auf die *Mougeotia*-Zelle ausübt, aufgefallen war, so hat er es doch nicht erkannt, daß hier zwei verschiedene Organismen vorliegen (vgl. l. c. p. 328) und seine Identifikation nicht richtig ist. Darüber aber, daß diese Chytridiacee ATKINSON's mit meinem Chytridium (*Zygorhizidium*) *Willei* auf *Mougeotia* identisch ist, kann nach der Beschreibung und bildlichen Darstellung ATKINSON's (l. c.) nicht der geringste Zweifel bestehen. Sollte jedoch ATKINSON auch sich entleerende Zoosporangien des richtigen *Rhizophidium sphaerocarpum* vor Augen gehabt haben — was nach der Schilderung der Schwärmerentleerung auf p. 326 (l. c.) und den gleichsam zur Illustration dieses Vorganges reproduzierten Figuren ZOFF's in seiner Fig. 3H—K nicht ganz ausgeschlossen erscheint —, so hat er einfach die zwei verschiedenen Chytridiaceen zusammengeworfen.

Dauersporen hier nicht endophytisch sind. Ich möchte jedoch diejenigen Formen, deren extramatrikale Zoosporangien mit einem scharfen Kreisriß, durch Abwerfen eines Deckels sich öffnen und deren Dauersporen ebenfalls extramatrikal gebildet werden, in ein Subgenus der Gattung *Chytridium* zusammenfassen, welches als *Ectochytridium* bezeichnet werden mag; wohin außer *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL, derzeit noch *Chytridium (Rhizidium?) Confervae* WILLE, dann *Chytridium chaetophilum* n. sp. und die beiden (ihrer Zugehörigkeit allerdings noch durchaus fraglichen) folgenden Arten, *Chytridium(?) Characii* nov. spec. und *Chytridium(?) Spirotaeniae* nov. spec. zu stellen wären.

### *Chytridium (?) Characii* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 25 a—c).

Diese, ob der geschlechtlich erzeugten Dauersporen und der eigenartigen Struktur ihrer Membran bemerkenswerte, Chytridiacee fand ich in nicht sehr zahlreichen Exemplaren an abgestorbenen, meist inhaltsleeren Zellen einer nicht näher bestimmten *Characium*-Art, welche an Fäden von *Tribonema (Conferva) bombycinum* saß, bei Igló im Mai 1904.

Dauersporen (Fig. 25 a—c) langgestreckt eiförmig, oblong oder etwas keulenförmig, mit ihrer Längsachse senkrecht zum Substrat stehend, demnach mit einem Ende demselben aufsitzend, 5—6  $\mu$  dick und 10—14  $\mu$  lang (an kleineren Exemplaren der Nährpflanze kleiner, 4—7  $\mu$  dick und 7—9  $\mu$  lang), farblos. Membran auffallend dick, aus zwei Schichten bestehend, von denen die innere dicht, glänzend, homogen und glatt ist, die äußere — manchmal bisweilen an der Basis, bisweilen am Scheitel der Spore von größerer Dicke — im optischen Längsschnitt deutlich gestreift, schöne Stäbchen (Prismen-)struktur zeigt, was der Spore ein sehr charakteristisches, auffallendes Ansehen verleiht. Die Dauersporenoberfläche erscheint von in Längsreihen angeordneten, punktförmigen, jedoch längsgestreckten Wärzchen grob punktiert. Der Inhalt besteht aus zahlreichen, dicht gehäuften, annähernd gleichgroßen, runden, farblosen, mattglänzenden Körperchen (wahrscheinlich Fetttropfen), die auf Alkoholeinwirkung zu einigen größeren Tropfen zusammenfließen. Eine Färbung derselben mit Sudan III oder Alkannatinktur gelang — wahrscheinlich der Undurchlässigkeit der Membran wegen — nicht. Diese Körperchen erscheinen öfters in zwei Gruppen gehäuft, welche durch eine mittlere körnchenfreie Zone voneinander geschieden

werden (Taf. 1 Fig. 25 c). In einem Fall war von der Basis der Dauerspore, d. h. des weiblichen Individuums ein feiner, wurzelartig verzweigter, in das Lumen der Nährzelle eingedrungener Rhizoidfortsatz deutlich zu sehen (Taf. 1 Fig. 25 c). Mit diesen Dauersporen im Zusammenhange findet sich stets eine kleine, rundliche, zartwandige Zelle von ca. 2—2,5  $\mu$  Durchmesser, die in größerer oder geringerer Entfernung von der Dauerspore ebenfalls derselben Nährpflanze aufsitzt, in deren Lumen aber nicht einzudringen scheint. Diese kleine Zelle ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum, der Microgamet, der von seinem basalen Teil aus einen etwas dickwandigen, doch ein sehr deutlich erkennbares Lumen aufweisenden Copulationsschlauch bis zum weiblichen Individuum (dem Macrogameten) entsendet und mit diesem — ebenfalls an dessen Basis — in Verbindung tritt (Taf. 1 Fig. 25 a—c). Die Länge dieses, außen an der Oberfläche der Wirtszelle verlaufenden Copulationsschlauches hängt ganz und gar von der Entfernung ab, in welcher sich die beiden copulierenden Geschlechtsindividuen (die Gameten) befinden. Nach vollzogener Befruchtung erscheint das männliche Individuum und dessen Copulationsschlauch vollkommen leer. Die Keimung der Dauerspore ist unbekannt, und leider sind es auch die Zoosporangien.

Wie man sieht ist hier der Typus der Befruchtung genau derselbe wie bei *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL und ich könnte diesen Organismus ganz gut für eine *Zygorhizidium*-Art erklären, wenn ich die Gattung *Zygorhizidium* für berechtigt halten würde. Erachtet man es vielleicht — auf Grund dieser Übereinstimmung — als wahrscheinlich, daß die noch unbekanntenen Zoosporangien sich auch hier, wie dort, durch Abwerfen eines Deckels öffnen werden, so muß man diese Chytridiacee als Chytridium (*Ectochytridium*) *Characii* bezeichnen; sollte dies aber nicht der Fall sein und die Entleerung der Schwärmer durch eine durch Vergallertung einer Stelle in der Zoosporangiummembran entstandene Öffnung erfolgen, so haben wir nichts anderes, als eine geschlechtliche *Rhizophidium*-Art vor uns, wie wir einige solche alsbald (weiter unten) beschreiben werden.

### *Chytridium* (?) *Spirotaeniae* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 26—29.)

Der junge Keimling hat eine rundlich-kegelförmige (im optischen Längsschnitt abgerundet-dreieckige) Gestalt und sitzt mit breiter Basis der Oberfläche der Wirtszelle auf; er enthält im dichten,

körnchenfreien, homogenen Plasma einen großen Fetttropfen (Taf. 1 Fig. 26 bei k). Die Zoosporangien sind extramatrikal, glatt- und zartwandig, farblos, von der Seite gesehen sphäroidal (niedergedrückt-kugelig), quer-eiförmig, so daß ihr Breitendurchmesser stets ihre Höhe übertrifft, 12—14  $\mu$  breit, 8—9  $\mu$  hoch. Manchmal erscheint ihre obere, flachgewölbte Fläche exzentrisch flach-kegelförmig zugespitzt (Taf. 1 Fig. 26 bei x). Von oben gesehen ist das Sporangium oval, etwas eiförmig (Taf. 1 Fig. 26 a). Der Inhalt besteht aus dichtem, homogenem, weißglänzendem Plasma, welches größere, mattglänzende Fetttröpfchen führt, wie dies auch sonst bei den Chytridiaceen vorkommt. Die Zoosporangien scheinen sich mit einem Loch zu öffnen, welches vielleicht, sowohl seitliche als auch apikale Lage haben kann. Die Schwärmer und ihre Bildung habe ich nicht gesehen; ebensowenig den intramatrikalen, haustorialen Teil dieses Organismus.

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikal, farblos, kugelig; ihre Oberfläche ist vollkommen bedeckt mit an ihrer Basis 3  $\mu$  dicken, aneinanderstoßenden, 2—3  $\mu$  hohen, stumpfen oder spitzen, geraden oder etwas schnabelförmig gekrümmten, soliden, aus dichter, weißglänzender Wandsubstanz bestehenden Stacheln, wodurch sie ein morgensternförmiges Aussehen erhalten (Taf. 1 Fig. 27, 29 a, b). Samt den Stacheln haben sie einen Durchmesser von 11—20, zumeist 16  $\mu$ , während ihr Lumendurchmesser 9—12  $\mu$  beträgt. Die innere Schicht der dicken, so sehr auffällig skulpturierten, zweischichtigen Membran ist glatt, 2  $\mu$  dick. Im Lumen führen die Dauersporen einen farblosen, aus groben, runden Körnern (Fetttropfen?) bestehenden Inhalt. Ein großer Fetttropfen, wie ihn die Chytridiaceen-Dauersporen zu zeigen pflegen, war nicht vorhanden; ob er nicht erst in einem späteren Reifestadium erscheint, muß dahingestellt bleiben. Jede Dauerspore besitzt einen der Oberfläche der Wirtszelle anliegenden (bei reifen Dauersporen leeren) Anhang. Dieser Anhang ist in den typischen Fällen ein mehr oder weniger langer, zylindrischer Schlauch von 2  $\mu$  Dicke, welcher an jenem Ende, welches an die stachelige Dauerspore stößt, sich keulen- oder birnförmig, bis zu 9  $\mu$  Dicke erweitert; sein anderes von der Dauerspore abgewendetes Ende erscheint ebenfalls, jedoch nur im geringen Maße kugelig (knopfförmig) angeschwollen (Taf. 1 Fig. 28). Manchmal fehlt das zylindrische Mittelstück und die birnkeulenförmige Anschwellung grenzt sozusagen unmittelbar an die knopfförmige Erweiterung, beide gehen unvermittelt ineinander über und bilden dann ein etwas unregelmäßig gestaltetes, blasenartiges

Gebilde (Taf. 1 Fig. 27 rechts und unten; 29 a). Dieser extramatrikale, glattwandige Anhang der stacheligen Dauerspore ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum mit seinem Copulations-schlauch! Der Inhalt dieses männlichen Individuums tritt vollkommen in das zur Dauerspore werdende weibliche über; die Dauerspore entsteht also hier auf dem Wege der Copulation zweier Geschlechtsindividuen, mithin sexuell. Bei noch nicht völlig ausgebildeten Dauersporen und noch Inhalt führendem Copulationsschlauch läßt sich die offene Kommunikation zwischen den beiden Geschlechtszellen resp. Pflänzchen ganz deutlich beobachten (Taf. 1 Fig. 27, 28). Zur dickwandigen, morgensternförmigen Dauerspore wird nur der kugelige Körper des weiblichen Individuums, das nach erfolgter Befruchtung diese Öffnung durch Wandbildung wieder verschließt (Taf. 1 Fig. 29 b). Das Männchen ist auch hier ein junger, klein und kugelig bleibender Keimling (die knopfförmige Anschwellung am distalen Ende des Copulationsschlauches). Dieses klein bleibende, befruchtende Individuum (der Microgamet) treibt nun einen zunächst zylindrischen Copulationsschlauch von 2  $\mu$  Dicke gegen das größere, als Macrogamet fungierende Individuum, wodurch die Verbindung zwischen den beiden Gameten hergestellt wird. Der anfangs in seiner ganzen Länge gleich dicke Copulationsschlauch schwillt alsbald in der Nachbarschaft des „Oogoniums“, gleichsam ein „Appressorium“ bildend, keulen- resp. birnförmig an. Infolgedessen bleibt ein zylindrischer Teil desselben (in seiner ursprünglichen Gestalt) nur in jenen Fällen erhalten, wo die beiden Geschlechtsindividuen sich in größerer Entfernung voneinander befinden (Taf. 1 Fig. 28, 29 b); liegen sie hingegen nahe beieinander, dann wird durch das keulenförmige Anschwellen des Copulationsschlauches am weiblichen Individuum der ursprüngliche, fadenförmige Teil gänzlich zum Verschwinden gebracht und erscheint als nicht vorhanden (Taf. 1 Fig. 27 rechts und unten; 29 a). Die Keimung der Dauersporen ist unbekannt.

Ich fand diesen durch die Skulptur der Dauersporenmembran so ausgezeichneten, interessanten Organismus in geringer Menge in einer Wasserrinne am Südrande des Moores nordöstlich vom Hotel Móry (Csorbaër-See-Gegend) in der Hohen.Tátra, auf den vegetativen Zellen von *Spirotaenia condensata* BRÉB., im Sommer (gegen Mitte August) 1914.

Also auch hier erfolgt die Bildung der Dauerspore nach dem *Zygorhizidium*-Typus, denn das keulenförmige Anschwellen des männlichen Copulationsfortsatzes ist von ganz nebensächlicher Bedeutung.

Leider besitze ich keine genaue Beobachtung über die Öffnungsweise der Zoosporangien, und so bleibt es ungewiß, ob hier auch eine *Ectochytridium*- oder vielmehr eine geschlechtliche *Rhizophidium*-Art vorliegt.

***Rhizophidium asterosporum* nov. spec.**

(Taf. 1 Fig. 30—39.)

Die Dauersporen sitzen extramatrikal an den Fäden von *Tribonema* (*Conferva*) *bombycinum*. An der dem Substrat aufliegenden, breiten Fläche sind sie abgeplattet, sonst (die Rückenfläche) gewölbt und von oben gesehen etwas in die Länge gestreckt (Taf. 1 Fig. 30 a, b). Von der gesamten freien Oberfläche entspringen allseits, stumpfkegelförmige (bisweilen 3  $\mu$  hohe und an ihrer Basis 3  $\mu$  breite) Höcker, die der Spore eine unregelmäßig-sternförmige Gestalt verleihen, welche sehr an das lückenhaft bekannte *Rhizophidium cornutum* A. BR. auf *Sphaerozyga circinalis* (BRAUN 1855, Taf. IV Fig. 14—19), insbesondere an seine Fig. 14 erinnert (Taf. 1 Fig. 33, 36). Die aus weißglänzender Wandsubstanz bestehenden, soliden Höcker sind anfangs Aussackungen der Zelle, deren Wand damals noch dünn, durchaus gleich dick ist (Taf. 1 Fig. 32). Später werden diese Aussackungen mit Membransubstanz, die oft sehr schöne Schichtung zeigt, augenscheinlich durch Apposition, ausgefüllt, so daß sie zu höckerförmigen, aber nur scheinbar zentrifugalen Verdickungen der farblosen Dauersporenmembran werden (Taf. 1 Fig. 33 u. 35). Das Lumen der Dauerspore aber verliert hierdurch seine sternförmige Gestalt und wird rundlich. Der Inhalt der zumeist 12  $\mu$  langen und 6—9  $\mu$  hohen Dauersporen (samt den Höckern) besteht entweder aus aneinander gedrängten mehr oder weniger großen, rundlichen Fetttropfen, welche das ganze Lumen dicht erfüllen (Taf. 1 Fig. 36) oder es sind nur einige solcher größerer Fettkörper vorhanden und der übrige Teil des Zellumens wird von gleichmäßig granuliertem Plasma ausgefüllt, wodurch die Dauerzelle mehr Saprolegniaceen-Charakter erhält (Taf. 1 Fig. 37). Anscheinend ausnahmslos findet man ein zartwandiges, kugeliges, glattes Bläschen (eine Anhangszelle) von 2  $\mu$  Durchmesser der Oberfläche dieser sternförmigen Dauersporen ansitzen. Diese, bisweilen auch zu zweien vorhandenen (Taf. 1 Fig. 34), leeren Anhangszellen weisen darauf hin, daß ihr Inhalt in die größere, sternförmige Zelle entleert wurde. Ich fand eine junge, dünnwandige, sternförmige Dauerzelle, die in ihrem Innern Fett(?)körper verschiedener Form und Größe

enthielt und der eine kugelige Anhangszelle mit ebenfalls noch stark lichtbrechendem, fettreichem Inhalt ansaß. Diese Anhangszelle fungiert augenscheinlich als befruchtende, männliche Zelle (als Antheridium, Microgamet) und die sternförmige Dauerspore ist auch hier das Produkt einer Copulation, sie entsteht also auf geschlechtlichem Wege. Die Anhangszelle, der Microgamet, ist zweifellos nichts anderes als ein männlich differenzierter Schwärmer, der sich auf das zur Dauerspore werdende, größere, sternförmige, weibliche Individuum, dem Macrogameten, direkt festsetzte um an diesem (ohne an Größe zuzunehmen) die Befruchtung zu vollziehen. Der Ort der Anheftung des männlichen Individuums ist durchaus nicht bestimmt. Nicht selten findet man die leere Anhangszelle an der Spitze eines soliden, aus Membransubstanz bestehenden Höckers der ohnedies dicken Dauersporenmembran (Taf. 1 Fig. 35 ♂) und bei oberflächlicher Betrachtung läßt diese Tatsache die befruchtende Funktion der Anhangszelle als unmöglich erscheinen. Doch dieser Widerspruch löst sich sofort, wenn man es nicht vergißt, daß im Jugendzustand des weiblichen Individuums, zur Zeit der Befruchtung die Zellmembran auch an dieser Stelle — wie überall sonst — dünn war, und der Höcker erst nachher mit Membransubstanz ausgefüllt wurde. An entleerten männlichen Zellen sieht man oft ihren basalen Teil von stark lichtbrechender, dichter Substanz erfüllt (Taf. 1 Fig. 33, 34), es ist dies eine Erscheinung, welche man auch an den entleerten, der Oospore ansitzenden männlichen Zellen bei *Olpidiopsis schenkiana* begegnet, wo ja der Typus des Geschlechtsaktes ganz derselbe ist (siehe ZOPF 1884, Tab. XV Fig. 29, 30 a).

Als Zoosporangiumform dieses Organismus möchte ich jene, leider nahezu sämtlich entleert aufgefundenen Sporangien betrachten, welche ich in großer Zahl mit den Dauersporen zugleich, in Gemeinschaft mit diesen, an den Tribonemafäden beobachtete. Diese Zoosporangien haben die Gestalt eines kurzen, länglich-gestreckten, schwach bogig-gekrümmten, keulenförmigen, glatt- und dünnwandigen, farblosen Schlauches, der mit seiner Längsseite der Oberfläche des Tribonemafadens aufliegt (Taf. 1 Fig. 38 a, 39). Sie erscheinen durch ein weites, augenscheinlich durch Vergallertung der Membran entstandenes Loch, an ihrem verschmälerten Ende geöffnet, während das andere, keulenförmig verdickte, abgerundete, geschlossen blieb. Einigemal beobachtete ich im Innern solcher geöffneter Sporangien offenbar daselbst zur Ruhe gekommene, d. h. nicht ausgeschwärmte Schwärmer; sie boten das Bild typischer Chytridiaceen-Schwärmer. Sie waren kugelig und in ihrem dichten, homogenen, weißlich

glänzenden Plasmakörper war ein größeres, stark lichtbrechendes, dunkles Fetttröpfchen sichtbar (Taf. 1 Fig. 39). Die beweglichen Schwärmer selbst, ihre Bildung, ihren Austritt habe ich nicht gesehen. Daß diese gestreckt-beutelförmigen, liegenden Zoosporangien und die sternförmigen Dauersporen ein und demselben Organismus angehören dürften, dafür spricht auch der auf Taf. 1 in Fig. 31 dargestellte Fall, wo sich im Innern einer extramatrikalen, gestaltlich mit diesen gestreckt-beutelförmigen Zoosporangien nahezu übereinstimmenden Zelle, verschieden große und geformte Fettmassen — wie sie für die jugendlichen Dauersporen, d. h. weiblichen Individuen charakteristisch sind — finden.

Über den intramatrikalen Teil dieses, sich nur auf eine Zelle des Wirtes beschränkenden Parasiten, kann ich leider nichts Näheres aussagen. In einem Fall (Taf. 1 Fig. 37) waren neben dem desorganisierten Zellinhaltsrest der *Tribonema*-zelle, welcher extramatrikal eine sternförmige Dauerspore aufsaß, mehrere überaus feine, längsverlaufende Fäden sichtbar. Ein Zusammenhang derselben mit der extramatrikalen Dauerspore war indessen nicht zu erkennen und so bleibt es ganz und gar ungewiß, ob sie das Rhizoidssystem dieses Parasiten oder fremde, eingewanderte Organismen darstellen. Dagegen war an der Anheftungsstelle der sternförmigen Dauerspore die Membran der *Tribonema*-Zelle, die hier nach innen schwach hügelig verdickt erschien, ganz deutlich von einem feinem Bohrkanal durchsetzt. Diese hügelförmige Verdickung an der Eindringestelle des Parasiten, der Schutzwall, welchen die *Tribonema*-Zelle zur Abwehr des Parasitenangriffes errichtete, diese pathologische Wandsubstanz gibt auch hier bei Behandlung mit Chlorzinkjod dunkle Violettfärbung, also Cellulosereaktion, während die übrige, normale Wandsubstanz der *Tribonema*, sowie auch die Membran des Parasiten hierbei farblos bleibt.

Ich fand diesen Parasiten in der zweiten Hälfte des Monats Mai in den Jahren 1903 und 1904 bei Igló, wo sich *Tribonema* (*Conferva*) *bombycinum* an einer Lokalität massenhaft von ihm befallen zeigte. Trotzdem mußten zahlreiche Lücken in seiner Erkenntnis offen bleiben.

Aus der voranstehenden Schilderung dürfte es genügend klar hervorgehen, daß unser Organismus — abgesehen von der sexuellen Entstehung seiner Dauersporen — unzweifelhaft in die Chytridiaceen Gattung *Rhizophidium* gehört. Von dieser Gattung heißt es aber bislang (FISCHER 1892, p. 87; SCHRÖTER 1897, p. 75), daß Sexualität nicht vorhanden ist. Das Auffinden von hierher gehörenden, jedoch

sexuellen Formen nötig aber durchaus nicht zur Aufstellung einer neuen Gattung, sondern führt einfach dazu, die Charakteristik der Gattung *Rhizophidium* resp. diejenige der Sub-Familie der Rhizidiaceae (SCHRÖTER 1897, p. 75; Metasporeae FISCHER 1892, p. 85) dahin richtigzustellen; „daß die Bildung der Dauersporen teils sexuell, teils ungeschlechtlich erfolgt“.

***Rhizophidium goniosporum* nov. spec.**

(Taf. 1 Fig. 40—42; Taf. 2 Fig. 43—50.)

Die Zoosporangien dieses auf *Tribonema* (*Conferva*) *bombycinum* parasitierenden Organismus sehen gestaltlich dem Chytridium (*Rhizophidium*) *transversum* A. BR. (vgl. A. BRAUN 1855, Taf. IV Fig. 2 u. 3), das Volvocineen, hauptsächlich *Chlamydomonas*-Arten befällt, sehr ähnlich. Sie zeigen von der Seite gesehen die Gestalt einer liegenden Zitrone oder besser gesagt diejenige eines Weckens, welcher mit seiner Längsachse dem *Tribonema*-Faden parallel aufliegt (Taf. 1 Fig. 40 a, b, c). Meist ist die basale (Bauch-) Fläche weniger gewölbt als die äußere Rückenfläche; von oben gesehen erscheinen sie dick-spindelförmig (Taf. 2 Fig. 44). Es kommt jedoch auch vor, daß die Bauchfläche stark, halbkugelig gewölbt und die Rückenfläche abgeplattet ist, wodurch die Seitenansicht einigermaßen dreieckig wird (Taf. 2 Fig. 43, rechts). Die beiden gegenüberliegenden Spitzen des dick-spindelförmigen Sporangiums sind schwach zitzenförmig vorgezogen (Taf. 1 Fig. 40 a, c). Abweichungen von der typischen Weckengestalt ins liegend Eiförmige oder etwas Unregelmäßige finden sich öfters. Charakteristisch ist jedoch die stets liegende, längere als höhere Gestalt. Sie sind 9—16, zumeist 12—14  $\mu$  lang und 6—11, zumeist 8  $\mu$  hoch, also gewöhnlich  $1\frac{1}{2}$  mal, höchstens 2 mal so lang als hoch. Die Membran ist glatt und farblos. Anfangs erscheint ihr Inhalt von größeren und kleineren stark lichtbrechenden Körnchen (Fett?) grobkörnig; vor der Schwärmerbildung wird er gleichmäßig feinkörnig (Taf. 1 Fig. 40 b). Nun fließen die gleichgroßen, stark lichtbrechenden und glänzenden Körperchen portionenweise zusammen und kugeln sich zu den gleichgroßen, exakt kugeligen Öltropfen der zukünftigen Schwärmer ab, die nun im homogenen, hyalinen, körnchenfreien Plasma, welches das ganze Lumen des Sporangiums erfüllt, liegen. Das Sporangium zeigt dann das so charakteristische Aussehen eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums (Taf. 1 Fig. 40 c). Die Zerklüftung der Plasmamasse in die Schwärmer erfolgt innerhalb des Sporangiums und die Schwärmer treten einzeln,

fertig gebildet aus. Indem die Sporangiummembran an den beiden zitzenförmigen Spitzen vergallert, öffnet sich also das Sporangium mit zwei gegenüberliegenden Löchern (Taf. 2 Fig. 43, 44). Doch kommen Fälle vor, insbesondere bei liegend-eiförmigen Sporangien (Taf. 1 Fig. 41), wo nur eine Öffnung gebildet wird und durch diese der Austritt der Schwärmer erfolgt. Beim Austritt der Schwärmer wird die Geißel nachgezogen. Nach dem Austritt zeigt der Körper des Schwärmers amöboide Bewegung und erst nachher nimmt er die schwärmende Bewegung auf. Die Schwärmer (Taf. 1 Fig. 42) sind oblong, dick-stäbchenförmig, zweimal so lang als dick ( $6 = 3 \mu$ ). Die vordere Hälfte ihres Körpers besteht aus hyalinem, farblosem, homogenem Plasma und im hinteren Ende liegt der stark lichtbrechende Fetttropfen, welcher die ganze Dicke des Körpers einnimmt. Die einzige, kurze, nur doppelkörperlange Geißel entspringt am Hinterende und wird bei der Bewegung immer nachgezogen. Die Bewegung der Schwärmer ist sehr eigentümlich; durchaus nicht chytridiaceenartig, weder hüpfend, noch sehr lebhaft, sondern bakterienartig, behäbig. Der Schwärmer schwimmt wackelnd ruhig vorwärts (genau wie ein Bakterium), führt dann kreisende Schwimmbewegungen aus, heftet sich an einem Pole fest und rotiert mit dem anderen im Kreise und bleibt endlich vollkommen ruhig, die Geißel nach hinten gerade ausgestreckt, einige Augenblicke liegen. Ein Schlag mit der Geißel und mit einem hüpfenden Schnellen nimmt der Schwärmer wieder die Bewegung auf. Diese sich recht häufig wiederholenden Ruhepausen sind für die Schwärmer sehr charakteristisch und auch ihr sonstiges Betragen erinnert vielfach an die Bakterien Schwärmer. Das Festsetzen, ihre Keimung habe ich nicht beobachtet. Ebenso ist der intramatrikale Teil dieses Parasiten mir unsichtbar geblieben.

In dem sonst zumeist ganz leeren Lumen dieser ei-weckenförmigen, ungeöffneten Sporangien findet man nicht selten eine einzige, kugelige, glatt- und dickwandige Zelle von 6—9, zumeist  $8 \mu$  Durchmesser, in deren ziemlich homogenem, etwas feinkörnigem Inhalt bisweilen ein großer, mattglänzender, rundlicher oder unregelmäßiger Fett(?)körper erkennbar ist (Taf. 2 Fig. 45 a u. b). Diese endogene Zelle bietet ganz das Aussehen einer Dauerspore und außer ihr finden sich im Lumen des Sporangiums öfters noch einige Fetttropfen, stark lichtbrechende und glänzende Schollen (Taf. 2 Fig. 45 a). Ich war anfangs geneigt, diese merkwürdigen, endogenen Dauerzellen als die Dauersporen unseres Organismus zu betrachten, bis mir nicht extramatrikale, sexuell gebildete Dauersporen unter

solchen Umständen unter die Augen kamen, die mich zwingen, diese für die Dauer- resp. Oosporen unseres Organismus zu halten (Taf. 2 Fig. 47, 48). Welche Bewandnis hat es aber nun mit diesen kugeligen Dauerzellen im Innern von Zoosporangien? Nun — entweder liegt hier eine ungeschlechtliche, endogene Cystenbildung vor, welche aber in dieser Form bisher bei den Chytridiaceen unbekannt war<sup>1)</sup>, oder es sind die Dauersporen eines parasitischen Organismus, der in die Zoosporangien unseres *Rhizophidium* eindrang. Diese Sache ist mithin noch weiterer Aufklärung bedürftig.

Was unter anderem unser *Rhizophidium* merkwürdig und auffallend macht, sind die Desorganisationserscheinungen, die es in den Zellen von *Tribonema bombycinum* hervorruft und welche eine gute, zuverlässige Marke resp. ein beweiskräftiges Argument für die Zugehörigkeit der gleich zu schildernden, sexuell erzeugten Dauersporen zu den weckenförmigen Zoosporangien abgeben. Ein *Rhizophidium*-Individuum tötet augenscheinlich nur eine *Tribonema*-Zelle ab. Die grünen Chromatophoren derselben werden hierbei ockergelb, selbst orangerot verfärbt und schrumpfen zusammen, der Zellsaft und gewisse Zersetzungsprodukte erscheinen aber schön, mehr oder weniger intensiv rosenrot gefärbt (Taf. 1 Fig. 40 a, b; Taf. 2 Fig. 47 a, 48). Außerdem ist Fett in farblosen oder gelbgefärbten runden Tropfen oder unregelmäßig geformten Maßen reichlich vorhanden. Diese bunte (gelbbraune resp. orangegelbe und rosenrote) Färbung der getöteten *Tribonema*-Zellen macht die Infektion durch diese Chytridiacee recht auffällig. Der Parasit verzehrt aber nicht den gesamten Zellinhalt der angegriffenen Wirtszelle, sondern nur offenbar einen geringen Teil desselben; denn Fettmassen und verfärbte Chromatophorenreste bleiben in den *Tribonema*-Zellen reichlich zurück (Taf. 2 Fig. 43).

An solchen durch die rosenroten Desorganisationsprodukte so scharf charakterisierten *Tribonema*-Zellen findet man extramatrikal, in ganz ausschließlicher Weise und stets (oft an demselben Faden dieser Alge gleichzeitig) entweder ein weckenförmiges Zoosporangium oder die vorgreifend erwähnten, eckigen, sexuell erzeugten Dauer(Oo-)sporen (Taf. 1 Fig. 40 a; Taf. 2 Fig. 47 a u. 48). Die gleiche Wirkung, welche diese Bildungen auf die Zelle des Wirtes ausüben, gestattet mir den Schluß zu ziehen, daß in diesen beiden ein und derselbe Organismus vorliegt, denn die gleiche Wirkung beruht hier offenbar auf der gleichen

<sup>1)</sup> Einige andere, ganz ähnliche Fälle (unter anderem auch bei *Chytridium* Olla A. Br.) gedenke ich bei einer späteren Gelegenheit zu behandeln.

Ursache! Andere parasitische Chytridiaceen hingegen, welche sich schon ihrer Gestalt nach als verschieden erweisen und mit *Rhizopodium goniosporum* vergesellschaftet, gleichzeitig auf einen solchen derart affizierten *Tribonema*-Faden finden, üben auf ihre Nährzelle keine derartige Wirkung aus; es handelt sich eben um andere Organismen.

Die extramatrikalen Dauersporen von zumeist 6—7  $\mu$  im Durchmesser besitzen eine hoch-, überhalbkugelig gewölbte Rückenfläche und liegen mit flachkonvexer Bauchfläche dem Substrat, der *Tribonema*-Zelle auf (Taf. 2 Fig. 47a, 48); sie besitzen also im Grunde genommen die nämliche Gestalt wie die weckenförmigen Zoosporangien. Schon in der Seitenansicht (Taf. 2 Fig. 47a), noch mehr aber in der Aufsicht (von oben) (Taf. 2 Fig. 47b) erscheint ihr Umriß in charakteristischer Weise vieleckig (6, 7, 8-eckig) mit deutlich ausgeprägten Winkeln, an welchen zuweilen die starke, doppelt konturierte, farblose Membran der Oospore in der Seitenansicht warzenförmig vorspringende, zentrifugale Verdickungen aufweist (Taf. 2 Fig. 48). Das Lumen dieser Oosporen ist ganz erfüllt von dicht aneinander gedrängten, rundlichen, annähernd gleichgroßen, größeren, stark lichtbrechenden, wohl aus Fett bestehenden Körperchen (Tropfen). Diesen Dauersporen mit breiter, ebener Fläche ansitzend findet man stets eine (selten auch zwei, Taf. 2 Fig. 49) kleine, rundliche, glattwandige Zelle von 3  $\mu$  Diam., zumeist ohne Inhalt. Führt diese Anhangszelle, die nichts anderes als das männliche Individuum ist, noch Inhalt, so zeigt er ebenso nämlich wie derjenige der zukünftigen Dauerspore (des weiblichen Individuums) sich reich an rundlichen, größeren Fett(?)tröpfchen; an der ganzen Berührungsfläche erscheint die beide Zellen trennende Membran verschwunden, beide Zellen stehen in offener Kommunikation, ihre Inhalte befinden sich im einheitlichen Zusammenhang (Taf. 2 Fig. 46). Es kommen bisweilen Fälle vor, wo das weibliche Individuum (die zukünftige Dauerspore) und das mit ihr bereits fusionierte männliche Individuum, noch vor der Ausbildung der Dauerspore, des Inhaltes völlig beraubt erscheinen. In solchen Fällen kann man es in unübertrefflicher Deutlichkeit sehen, wie beide an ihrer ganzen Berührungsfläche miteinander in offener Verbindung stehen, wie beide ihr Lumen zu einem vereinigt haben. Stets wird der gesamte Inhalt des männlichen Individuums in die weibliche Zelle aufgenommen, welche nach erfolgter Befruchtung sich wieder von der männlichen Zelle durch Wandbildung abschließt und diese dann als „Anhangszelle“, als leeres Bläschen an ihrer Seite trägt (Taf. 2 Fig. 47a, b, 48).

Die Dauersporen entstehen hier mithin sexuell nach dem Typus von *Olpidiopsis* (CORNU 1872, Pl. 3 Fig. 11, Pl. 4 Fig. 4).

Nun möchte ich noch einen ziemlich dunklen, nicht aufgeklärten Fall erwähnen. Im Lumen eines eckigen weiblichen Individuums, welches an seiner Seite das rundliche, entleerte männliche Individuum trug, wo demnach die Copulation bereits abgelaufen und die Kommunikationsstelle der beiden Geschlechtsindividuen durch eine dichte, stark lichtbrechende Substanz verschlossen war, lag frei eine kugelige, dickwandige, farblose Zelle von  $6 \mu$  Diam., die nicht nur ihrer Gestalt, sondern auch in ihrem Bau, d. h. der Beschaffenheit ihres Inhaltes nach übereinstimmte mit jenen endogenen Zellen, welche sich in den weckenförmigen Zoosporangien finden und welche ich als Cysten anzusprechen geneigt wäre (Taf. 2 Fig. 50). Ich muß gestehen, daß das Vorkommen dieser Bildung an dieser Stelle mit dieser Auffassung nicht recht vereinbar ist, sondern eher dafür zu sprechen scheint, daß hier doch ein Endoparasit vorliegt.

Eingangs erwähnte ich, daß die Zoosporangien unseres Organismus dem *Chytridium* (*Rhizophidium*) *transversum* A. BR. gestaltlich sehr ähnlich sind. Wegen dieser Tatsache muß es erwogen werden, ob hier nicht *Rhizophidium transversum*, jedoch auf einer anderen, bislang unbekannt gewesenen Nährpflanze vorliegt. Es müßte vor allem durch dahingehende Versuche entschieden werden, ob *Rhizophidium transversum* auf *Tribonema* oder umgekehrt unser Organismus auf Volvocineen übergeht. Da aber solche Versuche noch ausstehen, so muß man folgendes vor Augen halten. Gegen eine derartige Identifizierung spricht die Verschiedenheit der Nährpflanzen, die verwandtschaftlich einander recht fernstehen, obwohl dies nicht gar zu viel zu bedeuten hat; ferner die Feststellung DANGEARD'S (1900 a, p. 284 u. p. 283 Fig. 1 H—L), der bei *Chytridium* (*Rhizophidium*) *transversum* extramatrikale, rundliche, dickwandige, gelbgefärbte Cysten auffand, welche ich bei meinem Organismus nicht beobachtete. Über die Bewegungsart der elliptischen und länger begeißelten Schwärmer äußert sich DANGEARD leider nicht, und ebenso ist dort keine Rede von sexuell erzeugten, eckigen Dauersporen. Daher glaube ich, daß mein Organismus mit *Rhizophidium transversum* A. BR. nicht identisch ist. Die weckenförmige Gestalt der Zoosporangien ist überdies weder ein Spezifikum von *Chytridium transversum*, noch von *Rhizophidium goniosporum*, denn sie findet sich auch bei einer Chytridiacee, welche ich für *Rhizophidium* (*Chytridium*) *irregulare* DE WILDEMAN halte (Taf. 2 Fig. 51); hier sind auch extramatrikale, glatt- und dickwandige, niedergedrückt-kugelige,

14—15  $\approx$  12  $\mu$  große Dauerzellen vorhanden, so daß diese Form dem *Rhizophidium transversum* tatsächlich nahesteht (FISCHER 1892, p. 105), wenn sie nicht mit demselben sogar identisch ist (vgl. Taf. 2 Fig. 51 mit DANGEARD 1900 a, p. 283, Fig. 1 J—K), obwohl sie auf Diatomeen parasitiert.

Die polyaedrischen Oosporen von *Rhizophidium goniosporum* sind denjenigen von *Rhizophidium asterosporum* in nicht geringem Maße ähnlich, besonders in jenen Fällen, wo an den Ecken starke, warzenförmige Verdickungen der Membran vorhanden sind (Taf. 2 Fig. 48), und da bei beiden Arten die Oosporen zufolge ihrer geschlechtlichen Entstehung das entleerte männliche Individuum in charakteristischer Weise als „Anhangszelle“ tragen, zudem beide dieselbe Nährpflanze bewohnen, so kann ein etwaiger dahingehender Verdacht, daß diese polyaedrischen Oosporen ebenfalls, d. h. eigentlich zu *Rhizophidium asterosporum* gehören, nicht als unbegründet bezeichnet werden. Da jedoch die Oosporen von *Rhizophidium goniosporum* in ihrem Jugendzustand nicht jene höckerförmigen, später von Wandsubstanz ausgefüllten Aussackungen besitzen, wie diejenigen von *Rhizophidium asterosporum*, so erhalten sie auch nicht jene bedeutend mehr sternförmige Gestalt, welche für *Rhizophidium asterosporum* charakteristisch ist. Ferner findet man sowohl die beutelförmigen, liegenden Zoosporangien, als auch die morgensternförmigen Oosporen von *Rh. asterosporum* nie auf solchen Zellen von *Tribonema*, die in ihrem Innern die rosenroten Desorganisationsprodukte zeigen; ein Zeichen dafür, daß es sich hier um einen anderen Organismus handelt, der auch auf die Wirtszelle eine andere Wirkung ausübt. Eine merkwürdige und beachtenswerte Erscheinung ist es indessen, daß zu den beiden, durch polyaedrisch-sternförmige, sexuell nach dem *Olpidiopsis*-Typus entstehende Oosporen ausgezeichneten *Rhizophidium*-Arten sozusagen „liegende“ Zoosporangien gehören. *Rhizophidium asterosporum* und *Rhizophidium goniosporum* stehen einander entschieden nahe; daher die weitgehende Übereinstimmung.

Es erscheint mir nun am Platze, hier eines sehr interessanten Fundes zu gedenken, dessen Substrat die weckenförmigen Zoosporangien einer Chytridiacee, unseres *Rhizophidium goniosporum* sind, welche sich als Wirt einer anderen, ebenfalls in die Gattung *Rhizophidium* zu stellenden, extramatrikal fruktifizierenden, parasitischen Chytridiacee präsentieren.

*Rhizophidium parasitans* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 52—56.)

An inhaltsleeren, jedoch geschlossen erscheinenden, weckenförmigen Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum*, in deren Innern die kugelige, aber ebenfalls vollkommen leere Zelle lag, von der es ungewiß ist, ob sie eine endogene Cyste oder die Dauerspore eines Endoparasiten ist (siehe oben), fand ich öfters an jener Stelle, wo diese Zelle die Membran des Zoosporangiums nahezu berührt, außen eine farblose, glatt- und zartwandige, kugelige Zelle von 8—10  $\mu$  Durchmesser mit vakuolenfreiem, gleichmäßig körnigem Inhalt (Taf. 2 Fig. 52). In Anbetracht dessen, daß die endogene Zelle des Zoosporangiums in solchen Fällen leer ist, könnte man daran denken, daß man es hier mit dem Auskeimen derselben zu tun hat. Doch ist dem kaum so! Verfolgt man nun die weitere Entwicklung dieser kugeligen, extramatrikalen Zelle, so sieht man, wie die stark lichtbrechenden Körnchen ihres Inhaltes portionsweise zu gleichgroßen, stark lichtbrechenden und glänzenden, exakt kugeligen Fetttropfen zusammenfließen, die annähernd gleichmäßig im Zellinhalt verteilt erscheinen, und vor uns liegt das typische Bild eines Chytridiaceen-Zoosporangiums. Diese Fetttropfen, die Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer, ändern geraume Zeit hindurch langsam ihren Platz und ihre gegenseitige Lage, was auf Bewegung in dem sonst homogenen, körnchenfreien Inhalt des Sporangiums hindeutet. Die Zerklüftung in die Schwärmer findet noch innerhalb des Sporangiums statt (Taf. 2 Fig. 53) und die zerklüftete Masse zeigt fort jene langsame Bewegung. Die Öffnung des Sporangiums erfolgt am Scheitel durch Vergallertung einer kreisförmigen Membranpartie, ohne Abwerfen eines Deckels. Die Entleerung der Zoosporangien sah ich auf zweifache Art vor sich gehen. In einigen Fällen blieben die Schwärmer zu einem Ballen dicht aneinander gedrängt vor dem Sporangium liegen, als würden sie dort in eine Blase entleert worden sein. Dann erst entfernten sie sich langsam voneinander, ohne jedoch die Schwärmbewegung aufzunehmen, gleichsam als würde die sie umhüllende Blase langsam aufquellend zerfließen. In anderen Fällen treten die Schwärmer einzeln aus, bleiben zunächst vor dem Sporangium bewegungslos liegen, wobei jedoch ihr Körper lebhaft amöboide Bewegungen ausführt. In beiden Fällen nahmen dann die Schwärmer plötzlich ihre sehr lebhaft hüpfende Bewegung auf. Der Körper der Schwärmer ist kugelig und mißt 4  $\mu$  im Durchmesser; die einzige, beim

Austreten aus dem Sporangium nachgezogene Geißel ist lang, circa 6 mal so lang als der Körperdurchmesser. In ihrem Innern führen sie den charakteristischen, exzentrischen Fetttropfen. Es sind dies in jeder Hinsicht typische Chytridiaceenschwärmer (Taf. 2 Fig. 54). Diese Schwärmer sind also nicht nur in ihrer formalen Ausgestaltung, sondern auch in ihrem Benehmen während des Schwimmens ganz verschieden von denjenigen, welche in den weckenförmigen Sporangien des *Rhizophidium goniosporum* entstehen, und dies liefert den ganz klaren Beweis, daß sie nicht dem Entwicklungskreis dieser Chytridiacee, sondern einem anderen Organismus angehören. Denn aller bisherigen Erfahrung nach sind bei den Chytridiaceen die Schwärmer ein und derselben Art gleichgestaltet, mögen sie aus vegetativen Zoosporangien, aus ungeschlechtlich entstandenen Cysten oder aus Dauersporen hervorgegangen sein. Nach der Entleerung der Schwärmer bleibt das Sporangium als äußerst zartwandige, leere Blase zurück (Taf. 2 Fig. 55). Das weitere Schicksal der Schwärmer, ihre Keimung blieb unbekannt.

Der Umstand, daß sich diese extramatrikalen, kugeligen Zoosporangien nur an solchen Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* finden, welche im Innern jene kugelige Zelle von Dauersporentypus enthalten und noch dazu derart, daß das extramatrikale Zoosporangium sozusagen dieser letzteren aufsitzt, erscheint geeignet dafür zu sprechen, daß das extramatrikale Sporangium einem Parasiten angehört, der eigentlich diese endogene Cyste und nicht das weckenförmige Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* befällt und deren Inhalt er aufgezehrt hatte, oder aber, daß hier dennoch eine Auskeimung dieser endogenen Cyste vorliegt, die sich dadurch in ganz klarer Weise als eine fremde, parasitäre Bildung erweisen würde, da die entstehenden Schwärmer von einem ganz anderen Typus (in Form und Bewegungsart) den Beweis hierfür liefern. Gegen diese beiden Auslegungen sprechen jedoch die — wie ich glaube — der Art und Weise ihres Auftretens nach unzweifelhaften Dauersporen des *Rhizophidium parasitans* (Taf. 2 Fig. 56), die ebenso wie die kugeligen Zoosporangien extramatrikal den weckenförmigen, inhaltsleer erscheinenden Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* aufsitzen. Es sind dies asexuell entstandene, kugelige Zellen von 6  $\mu$  Durchmesser mit dicker, dunkel und scharf begrenzter, glatter, farbloser Membran, welche in ihrem Innern eine runde Fettkugel von 3  $\mu$  Durchmesser und einige gröbere Körnchen, mithin Chytridiaceencharakter zeigen. Nun diese Dauersporen finden sich wieder nur an solchen weckenförmigen Zoosporangien, welche

keine (eigene oder fremde?) Cyste enthalten! (Taf. 2 Fig. 43, mittleres Sporangium bei P und Fig. 56.) Auf Grund dieser Tatsache ist man gezwungen, sich nur dahin zu äußern, daß *Rhizophidium parasitans* eine Chytridiacee repräsentiert, welche auf den Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* schmarotzt. Die merkwürdige Erscheinung, daß eine Chytridiacee eine andere als Parasit befällt, steht jedoch nicht ganz vereinzelt da, denn einen Fall dieser Kategorie machte bereits DANGEARD (1889, p. 51) bekannt; ich meine das Vorkommen von *Olpidium sphaeritae* in den Dauersporen von *Sphaerita endogena* (s. l. c. Pl. III Fig. 3—7).

*Rhizophidium goniosporum* nebst *Rhizophidium parasitans* fand ich bei Igló auf *Tribonema bombycinum*.

Im Anschluß an diese beiden, soeben behandelten *Tribonema* (*Conferva*) befallenden, sexuell Dauersporen bildende *Rhizophidium*-Arten will ich hier eines weiteren Falles von geschlechtlicher Entstehung der Dauerspore gedenken, der eine ebenfalls auf *Tribonema* parasitierende Chytridiacee betrifft. Die vollkommenen, ausgebildeten Dauersporen dieses Organismus habe ich nicht gesehen; nur einige jüngere Stadien derselben beobachtet (Taf. 2 Fig. 57 a, b). Es war hier eine eiförmige, zart- und glattwandige Zelle mit farblosem, homogenem, weißlich mattglänzendem Inhalt, in dem ein oder zwei große, kugelige, farblose Öltropfen eingebettet lagen, zu sehen, welche mit abgeplatteter Basis der Oberfläche des *Tribonema*-Fadens senkrecht aufsaß (♀). Intramatrikal zeigte die Wand der *Tribonema*-Zelle an der Anheftungsstelle des extramatrikalen Körpers eine hügelartige Verdickung; den Schutzwall, den die Wirtszelle zur Abwehr des parasitären Angriffes gebildet hatte (s). An der Basis dieser größeren eiförmigen Zelle sitzen extramatrikal 1—3 kleine, rundliche bis eiförmig gestreckte, dünnwandige Zellchen (♂) dieser an, die teils ähnlichen Inhalt führen wie die große eiförmige Zelle, teils denselben bereits entleert haben und als leere Bläschen erscheinen. Die größere eiförmige Zelle ist das weibliche Individuum, die kleinen ihr ansitzenden Zellen die sie befruchtenden männlichen Individuen (♂). Auf einem älteren Stadium (Fig. 2 Fig. 58) erscheint die weibliche Zelle bedeutend gewachsen; sie hat kugelige Gestalt angenommen und im Innern, in dem dichten, körnchenfreien, weißlichen Plasma liegt eine Anzahl von Fetttropfen verschiedener Größe, deren einige besonders groß sind. Die leere männliche Zelle (♂) haftet ihr mit einem feinen, stielartigen, ganz kurzen, aber deutlichen Copulationsschlauch an.

Welche Zoosporangien zu diesen Dauersporen gehören, darüber kann ich nur eine unsichere Vermutung äußern. Ich fand ebenfalls an *Tribonema*, in Gesellschaft von *Rhizophidium goniosporum*, extramatrikale, birnförmige,  $8 \mu$  lange und  $5 \mu$  breite Zoosporangien, welche mit ihrer Längsachse der Wirtszelle senkrecht aufsaßen<sup>1)</sup> (Taf. 2 Fig. 59). Der eiförmige Körper hat einen zitzenförmigen Scheitel und so erhielten die Sporangien eine Form, welche derjenigen von *Rhizophidium mammilatum* A. BR. ähnelt, welche Chytridiacee verschiedene Algen, insbesondere Confervoideen, unter anderem auch *Conferva bombycina* (FISCHER 1892, p. 93) befällt. Ich wäre geneigt, diese Zoosporangien mit den oben erwähnten Dauersporenbildungsstadien in genetischen Zusammenhang zu bringen. Mit *Rhizophidium mammilatum* A. BR. läßt sich jedoch diese Form kaum identifizieren, da die Gestalt des Zoosporangiums keineswegs zitronenförmig ist, die größte Breite demnach nicht in der Mitte zeigt, sondern birnförmig ist und am dicksten im basalen Drittel des Körpers erscheint. Auch sind die Dimensionen andere; diejenigen von *Rhizophidium mammilatum* A. BR. sind nämlich ganz beträchtlich größer ( $25\text{--}30 \mu$  lang,  $16\text{--}20 \mu$  breit). Bei Igló.

Was mich veranlaßt diese so lückenhaft bekannte, unsichere Form hier zu behandeln, ist die bemerkenswerte Tatsache, daß hier die Mehrzahl von befruchtenden männlichen Individuen an einem Weibchen häufig zu sein scheint. Die Erscheinung physiologischer Polyandrie bei den Oomyceten ist eine ganz merkwürdige Erscheinung. Wohl den ersten Fall dieser Art entdeckte DE BARY (1881, p. 18, 20 und nochmals p. 75) an *Pythium proliferum* und *P. megalacanthum*, wo mehrere (bis zu 4) Antheridien an das Oogonium sich anheften und ihren Inhalt in dieses entleeren, obwohl nur ein Ei vorhanden ist und nur eine einzige Oospore gebildet wird. Dann fand FISCH (1884, Fig. 34—39) bei seinem *Pleocystidium parasiticum* (das jedoch nichts anderes als *Olpidiopsis Schenkiana* ZOPF ist), daß 1—4 „Anhangszellen“ (männliche Individuen) ihren Inhalt in das weibliche Individuum entleeren, das nun zur glattwandigen Dauerspore wird. Diese Fälle gehören aber der zweigeißeligen Saprolegniineen-Peronosporineenreihe an, während solche in der eingeißeligen Chytridineenreihe bisher unbekannt geblieben waren. Daß sie aber auch hier — wie man sieht — vorkommen, mithin in diesen beiden Hauptreihen der Oomyceten auftreten, ist einer jener gemeinsamen Züge, welche auf einen gemein-

<sup>1)</sup> Auch hier waren die für *Rhizophidium goniosporum* so charakteristischen, rosenroten Desorganisationsprodukte in der Wirtszelle nicht vorhanden.

samen Ursprung, auf die genetische Verwandtschaft dieser Reihen hindeuten (vgl. SCHERFFEL 1925, p. 25).<sup>1)</sup> Die Anzahl der Fälle, wo ein weibliches Individuum durch mehrere männliche befruchtet wird, ist jedoch bei den verschiedenen Arten, wo solches vorkommt, verschieden. So z. B. ist Polyandrie bei *Rhizophidium asterosporum* häufiger als bei *Rhizophidium goniosporum*, wo Monandrie vorzuherrschen scheint.

*Rhizophidium fallax* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 60—62.)

Der äußeren Erscheinung, der Gestalt nach gleicht das Zoosporangium dem *Chytridium* (*Rhizophidium*) *globosum* A. BR. (Taf. 2 Fig. 60). Die extramatrikalen, glattwandigen, kugeligen Sporangien sind von verschiedener Größe. Auffallend, ja charakteristisch ist die stets stark ausgebildete, man könnte sagen mächtige, meist zylindrische, zapfenförmige, oft blaß rötlich-braun gefärbte, zentripetale Wandverdickung an der Innenfläche der Wirtszelle, an der Eindringestelle des Parasiten, durch deren Bildung diese den Angriff desselben abzuwehren bestrebt war. Der Inhalt des extramatrikalen Vegetationskörpers zeigt bei der Bildung der Zoosporen alle jene Veränderungen, wie sie für die Chytridiaceen charakteristisch sind. Die anfangs großen Fetttropfen verschiedener Größe werden in solche von mehr gleicher Größe zerteilt bis ein grobkörniger Zustand erreicht ist. Diese Zerteilung (Emulgierung) schreitet jedoch noch weiter fort, bis der Zellinhalt gleichförmig, ziemlich feinkörnig erscheint (Taf. 1 Fig. 60). Die Körnchen häufen sich nun zu Gruppen, so daß der Inhalt ein maulbeerförmiges Aussehen erhält. Nun fließen die Fettkörnchen einer jeden Gruppe zu einem anfangs etwas eckigen, alsbald völlig abgekugelten Fetttropfen zusammen, so daß gleichgroße, runde Fetttropfen in dem homogenen Inhalt des Sporangiums ziemlich gleichmäßig verteilt erscheinen. Das Sporangium bietet mithin bereits das so charakteristische Bild eines typischen Chytridiaceen-Zoosporangiums. Nun zerfällt der Inhalt in die Schwärmer, deren jeder einen Fetttropfen erhält. Bei der Ent-

<sup>1)</sup> Die bei *Polyphagus* beobachtete Erscheinung hingegen, wo insbesondere nach Befruchtung durch mehrere Männchen, an einem Prosporangium mehrere Dauersporen gebildet werden (NOWAKOWSKI 1878, Tab. X Fig. 90, 91) gehört nicht in diese Kategorie; ich sehe vielmehr hierin rudimentäre Mehreiigkeit, die durch besondere Umstände hervorgerufen werden dürfte. Die Bildung mehrerer Dauersporen von Seiten einer (weiblichen) Zelle bei einer Chytridiacee ist jedenfalls eine sehr beachtenswerte Erscheinung.

leerung des Sporangiums treten die Schwärmer einzelwise, fertig gebildet durch eine (oder mehrere?) feine, nadelstichartige, deutlich nicht wahrnehmbare Öffnung an der Seite des Sporangiums aus, wobei sie die Geißel nach sich ziehen. Der Körper des Schwärmers ist abweichend von der Mehrzahl der Chytridiaceenschwärmer nicht kugelig, sondern oval, längsgestreckt und gegen die Insertionstelle der Geißel, also gegen das Hinterende zugespitzt, während das Vorderende stumpf, gerundet erscheint (Taf. 2 Fig. 61). Der Schwärmer besteht aus homogenem, körnchenfreien, weißlich-glänzendem Plasma und führt der Seitenfläche einseitig anliegend in der Mitte der Körperlänge einen ziemlich großen, farblosen Fetttropfen. Die einzige Geißel ist sehr fein und nur ca. 2mal körperläng. Die Bewegung der Schwärmer ist eine träge und besteht in einem ruhigen, gleitenden Schwimmen, wobei die Geißel anscheinend völlig passiv, bewegungslos nachgezogen wird. Besonders nach dem Austritt aus dem Sporangium, sowie in Ruhepausen, zeigt der Schwärmerkörper starke amöboide Gestaltsveränderungen. Das rasche Hüpfen in Zickzacklinien der Chytridiaceenschwärmer fehlt hier!

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikale, kugelige und glattwandige Zellen von 8—10  $\mu$  Durchmesser. Ihre farblose Membran ist deutlich doppelt kontouriert, 1  $\mu$  dick. Im Innern liegt der charakteristische, große (8  $\mu$  Diam.), kugelige, farblose Fetttropfen exzentrisch oder es sind ihrer mehrere (2—3) anzutreffen, die dann natürlich geringere Größe besitzen. Der zwischen dem Fetttropfen und der Wand befindliche Raum wird vom grobkörnigen Plasma ausgefüllt, dessen Körner (ob auch nicht Fetttropfen?) nahezu gleich groß, dunkel und stark lichtbrechend sind. Der Dauersporenoberfläche ansitzend findet man ein kleines, kugeliges, inhaltsleeres Bläschen von 3  $\mu$  Durchmesser, dessen Wand anfangs zart, bei älteren Dauersporen stärker, etwas verdickt erscheint. Dieses der Dauerspore ansitzende Bläschen ist als das befruchtende männliche Individuum anzusehen, welches in der Regel in Einzahl, ausnahmsweise auch zu zweien anzutreffen ist (Taf. 2 Fig. 62). Nach Größe, Form und Aussehen stimmt dieses als Antheridium fungierende männliche Individuum ( $\sigma$ ) mit einem zur Ruhe gekommenen Schwärmer, einem Keimling überein. Die Dauerspore entsteht also auch hier auf geschlechtlichem Wege. Ihre Keimung ist unbekannt.

Auf den vegetativen Zellen einer nicht näher bestimmten, dicken *Mougeotia*-Art; bei Igló.

Durch das Fehlen sichtbarer Austrittsöffnungen für die Schwärmer an den Zoosporangien, durch die ihrer Form und ihrem Verhalten nach ganz verschiedenen Schwärmer (nicht kugelig und nicht hüpfend) ist dieser Organismus von dem auf verschiedenen Nährpflanzen vorkommenden, gestaltlich übereinstimmenden *Rhizophidium globosum* A. BR. unbedingt verschieden. Auch wird von einer sexuellen Entstehung der Dauersporen bei dieser letzteren Art nirgends etwas erwähnt, die — nach v. MINDEN (1905, p. 320) — eine braune, von kleinen Stacheln besetzte Membran und eine Größe von 25—30  $\mu$  im Durchmesser besitzen.

Dieser Fall macht es ferner sehr wahrscheinlich, daß — worauf schon FISCHER (1892, p. 91) hinweist — in *Rhizophidium (Chytridium) globosum* A. BR. eine Kollektivspezies oder besser gesagt ein Konglomerat von Arten vorliegen dürfte.

*Chytridium (Rhizidium?) Confervae* (WILLE) v. MINDEN.  
(Taf. 2 Fig. 63—80.)

Der erste, der diese sehr interessante und in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Chytridiacee auffand, war WILLE, der sie bereits 1883 bei Stockholm an *Tribonema (Conferva) bombycinum* entdeckte, aber erst 1899 (WILLE 1899, n. 3, p. 4, Fig. 1—3) veröffentlichte. Unabhängig von WILLE fand ich diesen Organismus zum erstenmal im Jahre 1886 bei Igló (SCHERFFEL 1914, p. 8) und nachher öfters in verschiedenen Jahren zu verschiedenen Zeiten (insbesondere im Frühjahr), wo er sich als nicht selten erwies. In meinen Notizen aus dem Jahre 1886 bezeichnete ich ihn, als neu ansehend, als „*Chytridium bimucronatum*“, demnach nicht nur mit einem richtigen Gattungs-, sondern auch mit einem Speziesnamen, der jedenfalls — wie wir es sehen werden — passender ist als derjenige, welchen ihn WILLE beilegte; dies um so mehr, als auf *Tribonema (Conferva) bombycinum* unter anderem auch eine andere, richtige *Chytridium*-Art vorkommt, ich meine das *Chytridium Lagenula mihi* (non A. BR.<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Unter dem Namen *Chytridium Lagenula* beschrieb AL. BRAUN (1855, p. 31, Taf. II Fig. 2—5) eine Chytridiacee, welche sich nach ihm auf *Melosira*, aber auch auf *Conferva bombycina* findet. Der auf *Conferva* wachsende Organismus (l. c. Taf. II Fig. 4, 5), welcher demjenigen auf *Melosira varians* vorkommenden gestaltlich einigermaßen ähnlich ist, ist aber von diesem wesentlich verschieden und stellt eine Art der Gattung *Chytridium* im heutigen Sinne dar, während der *Melosira*-Parasit ein *Rhizophidium* ist, wie ich dies alles bei späterer Gelegenheit des näheren auszuführen gedenke. Um eine Verwechslung mit schwach gefärbten Keimpflänzchen der *Conferva* — wie es FISCHER (1892, p. 99) vermutet — handelt es sich hier nicht.

Daß *Rhizidium* (?) *Conferva* WILLE eigentlich in die Gattung *Chytridium* zu stellen ist, wie es bereits v. MINDEN (1905, p. 368) durchführte, ist auch meine Ansicht.

Die Zoosporangien sind extramatrikal und sitzen mit ihrer Längsachse senkrecht dem *Tribonema*-Faden auf. Sie haben von der Seite gesehen eine breit-ovale Gestalt, so daß der Längsdurchmesser vom Querdurchmesser nur um ein Geringes abweicht (z. B.  $31,5 \approx 29,7$ ;  $30,6 \approx 27$ ;  $21,6 \approx 18,9 \mu$ ). Sehr oft sind sie gegen die Spitze etwas verbreitert und erhalten dann etwas eiförmige Gestalt (Taf. 2 Fig. 64). Ihre Größe ist verschieden und hängt offenbar von den Ernährungsverhältnissen ab, denn man findet neben den oben erwähnten ganz großen und solchen von normaler Größe ( $18-22 \approx 15-18 \mu$ ) auch kleine, jedoch durch Schwärmerbildung entleerte,  $14,4 \mu$  lange und  $10,8-12,6 \mu$  breite, welche also nur die Hälfte der Größe der ersterwähnten erreichten. Insbesondere die großen Sporangien zeigen die breit-ovale Form. Meist stehen sie einzeln am Wirtsfaden; doch kommt es vor, daß ihrer 2—3 dicht nebeneinander, gewissermaßen aus einem Punkte entspringen. Bei zwei nebeneinander stehenden Sporangien können beide den großen Typus angehören, doch ist zumeist das eine größer als das andere. Die Membran der Sporangien ist glatt und farblos. Der Scheitel ist typischerweise flach abgeplattet und an der Kante, wo der flache Scheitel in die gewölbte Seitenfläche übergeht, finden sich an nicht allzu jungen Sporangien, ausnahmslos, in höchst charakteristischer Weise, an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten, zwei spitze, an ihrer Basis  $2 \mu$  dicke und  $4-5 \mu$  lange, etwas nach innen gekrümmte und geneigte, solide Stacheln (oder wenn man will „Zähne“), welche lokale, zentrifugale Verdickungen der Sporangiummembran darstellen (Taf. 2 Fig. 63—67). Da die Größe dieser beiden Membranstacheln immer ziemlich gleich ist und bleibt, sich von der Größe des Sporangiums als unabhängig erweist, so erscheinen sie an kleinen Sporangien deutlicher und größer, an großen hingegen derart klein, daß sie hier oft nur bei aufmerksamer Beobachtung und bei günstiger Lage des Sporangiums zum Beobachter zu finden sind. Ja es kann geschehen, daß man sie hier ohne weiteres gar nicht zu sehen bekommt, wiewohl sie stets vorhanden sind. Wie es möglich war, daß WILLE dazu gelangte, diese beiden Membranstacheln für den optischen Durchschnitt eines ringförmigen, leistenartigen Aufsatzes zu erklären, ist mir völlig unverständlich. Denn blickt man von oben auf den Scheitel eines Sporangiums herab, so erscheinen bei entsprechender Einstellung (auf die Spitzen der

beiden Stacheln) diese als zwei völlig isoliert stehende, hell glänzende Punkte und stellen den Sachverhalt mit nichts zu wünschender Klarheit dar; von einer sie verbindenden Linie, wie sich die Kante einer ringförmigen Leiste repräsentieren müßte, ist niemals etwas zu sehen, mag man auch die Einstellung wechseln wie man will. Übrigens läßt auch eine geeignete Seitenansicht des Sporangiums die beiden Stacheln als solche ganz deutlich erkennen (Taf. 2 Fig. 63). Der Zellinhalt des zum Zoosporangium werdenden, extramatrikalen Teiles des Vegetationskörpers besteht anfangs aus dichtem, homogenen weißlich schimmernden Plasma, in welchem starklichtbrechende, farblose, glänzende Fetttropfen verschiedener Größe eingebettet liegen (Taf. 2 Fig. 63, 64). Mit fortschreitender Entwicklung des Sporangiums findet eine fortschreitende Anhäufung von Fett statt. Die verschieden großen Fetttropfen (auch von ansehnlicher Größe) werden nun fortschreitend zerteilt, es findet offenbar eine Emulgierung des Fettes statt, bis das ganze Sporangium von einem ziemlich feinkörnigem Inhalt gleichmäßig erfüllt erscheint. Nun gruppieren sich die kleinen, gleichgroßen Fetttropfchen in rundliche, maulbeerförmige Gruppen (Taf. 2 Fig. 65) und in einer jeden solchen Gruppe fließen sie zu einem einzigen Tropfen zusammen, der anfangs noch eine etwas eckige Form, später alsbald exakte Kugelgestalt zeigt. Jetzt sind bereits so viele, gleichgroße Fetttropfen vorhanden, als Schwärmer im Sporangium gebildet werden sollen (Taf. 2 Fig. 66). Diese Tropfen, anfangs etwas unregelmäßig im Plasma verstreut, verändern langsam ihre gegenseitige Lage und ihre Gruppierung, was Bewegung im Sporangiuminhalt verrät, bis sie endlich annähernd gleichmäßig, in ziemlich gleichmäßigen Abständen voneinander angeordnet erscheinen. Das Sporangium bietet bereits das typische Bild eines Chytridiaceen-Zoosporangiums! In diesem Stadium der gleichmäßigen Verteilung der Fetttropfen werden mehr oder weniger scharfe Trennungslinien in dem matt-weißlichen, überaus fein und gleichmäßig granuliertem Plasma sichtbar und in einer jeden Plasmaportion sind außer dem kugeligen Fetttropfen auch noch winzige Vakuolen vorhanden, die anscheinend nicht kontraktile sind, und wenn sie es doch sein sollten, so ist ihre Kontraktilität eine äußerst träge, kaum konstatabare. Diese kleinen Vakuolen, die sowohl ihre Anzahl als ihre Lage ändern, liegen peripher (an der Wand des Zoosporangiums) und erscheinen insbesondere bei Einstellung auf die Oberfläche deutlich. Sie sind auch dann noch vorhanden, wenn die Grenzlinien der einzelnen Schwärmer schon ganz scharf erkennbar sind (Taf. 2

Fig. 67). Vakuolenfrei ist also das Chytridiaceenplasma nicht, aber zur Ausbildung eines großen, zentralen Safttraumes, den ein plasmatischer Wandbelag umschließt — wie in den Sporangien der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe — kommt es nicht (s. SCHERFFEL 1925, p. 35). Beim Öffnen des Zoosporangiums wird der zwischen den beiden Stacheln liegende Teil der Sporangiummembran als flacher, runder Deckel abgehoben, d. h. meistens zur Seite geklappt und der Inhalt des reifen Sporangiums tritt, wahrscheinlich von einer gallertigen Hülle umgeben, bruchsackartig hervor (Taf. 2 Fig. 68<sub>1,2</sub>). Die einzelnen Schwärmer sind aber scharf voneinander getrennt, ihre Kontaktlinien sind überall deutlich sichtbar. Mit dem Verquellen, dem Zerfließen der sie zusammenhaltenden Masse treten die Schwärmer sich abkugelnd immer mehr und mehr auseinander, bleiben aber vor der Sporangiumöffnung noch eine geraume Weile bewegungslos liegen, zeigen aber, wie schon während des Austretens, starke amöboide Gestaltveränderung, sowohl ihres Körpers, als auch des in ihm befindlichen Fetttropfens. Zwischen ihnen sieht man als feine Fäden ihre Geißeln (Taf. 2 Fig. 68<sub>3</sub>). Endlich, ganz plötzlich, mit einigen Zuckungen gerät ein Schwärmer nach dem anderen in Bewegung und der Schwärmerhaufen stieß auseinander, wobei die Geißel nachgezogen wird. Im Sporangium zurückgebliebene Schwärmer treten aktiv, man möchte sagen „kriechen“ aus demselben heraus. Sie zwingen sich unter stark amöboider Gestaltveränderung durch die Mündung des Sporangiums. Die Schwärmer sind kugelig, 5  $\mu$  im Durchmesser, sie bestehen aus dichtem, homogen erscheinenden, weißlich glänzendem Plasma, in welchem ein ansehnlicher, 2  $\mu$  im Durchmesser besitzender, exzentrischer, farbloser, stark lichtbrechender Fetttropfen sehr auffällig hervortritt (Taf. 2 Fig. 70). Die einzige Geißel, die bei der typischen, hüpfenden Bewegung nachgezogen wird, ist von beträchtlicher Länge (27  $\mu$ ). Erscheinung und Bewegung der Schwärmer ist also diejenige typischer Chytridiaceenschwärmer. Das Zurrücken an der Nährpflanze und den Vorgang des Eindringens selbst habe ich nicht gesehen, wohl aber Keimlinge beobachtet. Frei im Wasser zur Ruhe gelangte und die ersten Anfänge der Keimung zeigende Schwärmer treiben einen ziemlich dicken, alsbald auch Verzweigung zeigenden Keimschlauch (Taf. 2 Fig. 71). Hat sich aber der Schwärmer an einem *Tribonema*-Faden angeheftet, so dringt er durch ein nicht ganz kleines Bohrloch in das Innere der Zelle ein, wo er zunächst blasenförmig anschwillt. Von dieser intramatrikalen Blase wächst nun, entweder nur nach einer oder nach

zwei entgegengesetzten Richtungen, ein für eine Chytridiacee ungewöhnlich dickes Rhizoid ( $2 \mu$ ), man kann sagen eine „Hyphe“ hervor, welche in der Längsrichtung innerhalb des *Tribonema*-Fadens weiter wachsend, dessen Querwände eine nach der anderen durchbohrend, auf überraschend weite Strecken diesen durchwuchert und so zahlreiche Zellen der Wirtspflanze abtötet und aussaugt (Taf. 2 Fig. 72). Diese sehr zartwandige und blasses, von in einer Reihe liegender Vakuolen oft unterbrochenes, mattglänzendes, dichtes, homogenes Plasma führende, intramatrikale Rhizoidhyphe ist nur dann leicht erkennbar, wenn stark lichtbrechendes Fett ihr Lumen stellenweise ausfüllt, wodurch sie dann als glänzender Strang erscheint (Taf. 2 Fig. 73 bei x), wo aber solches nicht vorhanden ist gehören zu ihrer Wahrnehmung unbedingt leistungsfähige Linsen und so ist es nicht gar zu unerklärlich, wenn WILLE der intramatrikale Teil des Parasiten unbekannt blieb. Im Alter, d. h. an abgestorbenen Exemplaren dieses Organismus kollabiert diese Rhizoidhyphe und erscheint dann als ein dünner, glänzender, scheinbar solider Faden, welcher die leeren *Tribonema*-Zellen in unregelmäßigem, welligem Verlaufe der Länge nach durchzieht; auf diese Weise ist diese Hyphe hier mehr in die Augen fallend, doch ist dies nicht der normale Zustand (Taf. 2 Fig. 75). Gelangt die fortwachsende Rhizoidhyphe mit ihrer Spitze an die Querwand einer intakten, lebenden *Tribonema*-Zelle, so sieht man als erste sichtbare Reaktion dieser Zelle auf den feindlichen Angriff eine hügelartige Ansammlung körnigen Plasmas an der gefährdeten Stelle und der Zellkern der *Tribonema*-Zelle (n), welcher sich normalerweise in der Mitte der Zelle befindet, hat sich bereits ebenfalls in die Nähe dieser Stelle begeben (Taf. 2 Fig. 72, oben). Da aus dieser Ansammlung körniger Zellsubstanz ein Cellulosehügel, mithin eine zentripetale Wandverdickung entsteht, welcher die Aufgabe zufällt dem Feinde den Eintritt in die Zelle zu verwehren, so spricht dieser Fall für die Ansicht HABERLANDT'S, wonach der Zellkern eine Rolle bei der Bildung und dem Wachstum der Membran spielt (HABERLANDT 1887). Gelingt es der Rhizoidhyphe diesen Cellulosehügel zu durchdringen, so ist es auch schon um das Leben der *Tribonema*-Zelle geschehen, diese ist dann dem Parasiten zum Opfer gefallen. So finden wir die Querwände der abgetöteten *Tribonema*-Zellen nicht nur einfach durchbohrt, sondern an denselben befinden sich in der Regel mehr oder weniger starke, hügel- bis zapfenförmige Membranverdickungen, welche von einem oder mehreren Bohrkanälen durchsetzt erscheinen (Taf. 2 Fig. 74 a—c; 75) und die Rhizoidhyphe an ihrer Eindring-

stelle scheidenartig umgeben. Es hat den Anschein, daß die Rhizoidhyphe als überall annähernd gleichdicker, querwandloser Schlauch, unverzweigt den Wirtsfaden durchwuchert und so findet man zumeist nur eine solche Hyphe in von diesem Parasiten befallenen *Tribonema*-Fäden (Taf. 2 Fig. 73). Daß ihr aber auch die Fähigkeit der Verzweigung nicht abgehen dürfte, dafür spricht in klarer Weise der in Fig. 74 c (Taf. 2) abgebildete Celluloseschutzhügel, in welchem ein verzweigter Bohrkanal klar zu beobachten ist, und eine Verzweigung des Keimschlauches sahen wir auch an der im Wasser frei ausgekeimten Schwärmospore auf Taf. 2 Fig. 71. Häufiger zeigt die Rhizoidhyphe hier und da buckelförmige Hervorwölbungen ihrer Seitenwand, die als Rudimente von Ästen betrachtet werden müssen (Taf. 2 Fig. 63, auch 73). Ob aber die in manchen Fällen (besonders in dickeren *Tribonema*-Fäden) in Mehrzahl zu beobachtenden Rhizoidhyphen auf Verzweigung einer, einem Individuum angehörenden beruht, oder dies vielmehr die Hyphen mehrerer, in demselben Faden vegetierender Individuen sind, muß ich unentschieden lassen. Sehr oft findet man die Erscheinung, daß sich die Rhizoidhyphe an der Querwand der *Tribonema*-Zelle fußförmig verbreitert und so mit stark verbreiteter Berührungsfläche der *Tribonema*-Querwand anlegt. In solchen Fällen sieht man sehr oft — jedoch nicht immer —, daß diese eine Rhizoidhyphe die Querwand nicht bloß mit einem, sondern mehreren (bis 4) Bohrlöchern durchsetzt und dann kommt ein Bild zustande, welches der Siebplatte in den Siebröhren der Phanerogamen nicht unähnlich ist (Taf. 2 Fig. 73 bei s), wo die der normalen *Tribonema*-Querwand aufgelagerte pathologische Cellulosemaße sogar den Callus vortäuscht (Taf. 2 Fig. 74 b). In anderen Fällen wiederum finden sich, mehreren Bohrlöchern entsprechend auch mehrere Rhizoidhyphen. Unter einem jeden extramatrikalen Zoosporangium findet man in der *Tribonema*-Zelle, in engster Berührung mit diesem, eine dick-spindelförmige Anschwellung der intramatrikalen Rhizoidhyphe, also eine dick-spindelförmige, liegende subsporangiale Blase, deren Breite nahezu die Breite des *Tribonema*-Zellumens erreicht. Diese sehr zartwandige und deshalb in ihrem Umriß schwer zu erkennende Anschwellung ist in jenen Fällen, wo das extramatrikale Zoosporangium noch in Entwicklung begriffen ist, erfüllt von beträchtlichen Mengen von Fett, welches in Form von größeren Tropfen in derselben angehäuft erscheint und deren Lageveränderung Bewegung im Plasma verrät (Taf. 2 Fig. 63, 64). Diese subsporangiale Spindel ist also ein Reservoir, in welchem das Bildungsmaterial für die Fortpflanzungs-

organe angesammelt wird. Man kann es schön beobachten, wie im Lumen der Rhizoidhyphye befindliche Fetttröpfchen durch die Enge desselben zu cylindrischen Pfropfen deformiert, ja durch die Strömung zu fädigen Bildungen ausgezogen, in langsamen Flusse der subsporangialen Blase zugeführt werden (Taf. 2 Fig. 63).<sup>1)</sup> Ob nun diese subsporangiale Spindel stets nichts anderes ist als die primäre, intramatrikale Blase des Keimlings und das extramatrikale Zoosporangium aus dem extramatrikalen Teil des Keimlings durch spätere Weiterentwicklung desselben hervorgeht; oder ob solche sporangienbildende Spindeln auch an anderer Stelle im Verlaufe der Rhizoidhyphye, ja an mehreren Stellen derselben, also in Mehrzahl (was ich jedoch nicht beobachten konnte) entstehen können; ob ferner das extramatrikale Zoosporangium nicht ganz und gar eine Neubildung ist, welche als Aussproßung, unter Durchbohrung der Seitenwand der Wirtszelle aus der intramatrikalen Spindel hervorgeht (was zu wissen von phylogenetisch-systematischem Standpunkt aus recht wichtig ist); ob aus einer sporangiogenen Spindel nicht auch mehrere Zoosporangien hervorgehen können, dies sind leider alles offen gebliebene Fragen, welche zu lösen ich hier nicht mehr in der Lage bin. Bisweilen findet man in einer *Tribonema*-Zelle, dicht nebeneinander liegend, mehrere intramatrikale Spindeln; dann erscheint aber auch der *Tribonema*-Faden von mehreren Rhizoidhyphen durchzogen. Es scheinen dies Fälle von Mehrfachinfektion ein und derselben *Tribonema*-Zelle zu sein, und mit solchen Fällen dürfte auch das bereits früher erwähnte, dichte Nebeneinandervorkommen mehrerer Zoosporangien (sozusagen an einem Punkte) in ursächlichem Zusammenhange stehen. Nach stattgefundener Entleerung der Zoosporangien kollabiert die Membran des Sporangiums alsbald mehr oder weniger; die intramatrikale, sehr zartwandige subsporangiale Spindel hingegen verschwindet gänzlich, so daß sie unter entleerten Sporangien nicht mehr zu sehen ist. Bei Behandlung mit PFITZER's Pikro-Nigrosin färbt sich die Membran der Zoosporangien ganz intensiv, die intramatrikalen Rhizoidhyphen blaß bläulich-grau-violett, während aus Cellulose bestehende Membranen

<sup>1)</sup> Es hat den Anschein als würde dieser parasitische Organismus sämtliches assimilierbare Nährmaterial hauptsächlich in Fett umsetzen. In dieser Beziehung ganz ähnlich scheint sich *Polyphagus parasiticus* zu verhalten, der dasselbe Nährsubstrat bewohnt und mit welchem ich *Chytridium Confervae* WILLE öfters vergesellschaftet antraf. *Chytridium Confervae* WILLE durchwuchert anstandslos auch solche *Tribonema*-Fäden, die von anderen Chytridiaceen, von *Chytridium Lagenula miki* und *Rhizopodium goniosporum* befallen erscheinen.

(z. B. die Zellwände der in demselben Präparat vorhanden gewesenen *Microspora*-Fäden) ganz ungefärbt blieben. Die Färbung der Häute entleerter Zoosporangien durch Pikro-Nigrosin ist gut geeignet, ohne besondere Mühe die Anwesenheit und Häufigkeit dieser Chytridiacee in einem Präparat vor die Augen zu führen. Die beiden soliden Stacheln (Zähne) des Zoosporangiums sind ihrem höheren Substanzgehalt entsprechend dunkler gefärbt. Chlorzinkjod hingegen färbt die pathologischen, aus Cellulose bestehenden Wandverdickungen der *Tribonema*-Zellen ganz ausschließlich, dunkel violett, während die übrigen normalen Wände dieser Alge farblos bleiben, was sehr charakteristische und lehrreiche Bilder liefert (Taf. 2 Fig. 75) und worauf ich bereits in meiner früheren Arbeit (SCHERFFEL 1925, p. 46 Anm.) aufmerksam machte. Hier bei *Tribonema* erweist sich Chlorzinkjod als vortreffliches Reagens auf jede pathologische Bildung der Zellmembran, möge diese auch durch andere Chytridiaceen hervorgerufen worden sein.

Dies wäre im großen und ganzen die vegetative Phase der Entwicklung dieses Organismus und nun muß die Frage nach seinen Dauersporen beantwortet werden. Da ich nicht das Glück hatte die Entstehung derselben aus Schwärmern, welche den charakteristischen zweistacheligen Zoosporangien entstammten, direkt zu verfolgen, so mußte ich mich auch hier auf dem Weg der Kombination begeben. Viele Jahre hindurch strebte ich die Lösung dieser Frage an und kam zu dem Resultat, daß als die Dauersporen dieses Organismus eigenartige, auffallende Zellen (Taf. 2 Fig. 76, 77) zu betrachten sind, welche sozusagen stets in jenem Material zu finden sind, wo die zweistacheligen Zoosporangien vorkommen. Solchen *Tribonema*-Fäden, deren Querwände die für diesen Parasiten charakteristischen Durchbohrungen mit den Cellulosescheiden zeigen, findet man nämlich ansitzend, kugelige oder nahezu kugelige Zellen von 9—16, zumeist 14  $\mu$  Durchmesser (ohne Episporium) mit starkem, glattem, doppelt-konturiertem, 1,5—2  $\mu$  dicken, dichten, glänzenden Endosporium, welche in ihrem Lumen einen großen (meist 8—11  $\mu$  im Durchmesser besitzenden), kugeligen, stark lichtbrechenden, farblosen Fetttropfen enthalten. Im Raume zwischen der Wand und dem Fetttropfen sieht man zahlreiche, der Wand in einfacher Schicht anliegende, runde, farblose Kügelchen (Taf. 2 Fig. 78) von annähernd gleicher Größe (1  $\mu$  Diam.), von fettartigem Aussehen und bisweilen auch einen seitlichen, hellen, körnchenfreien Fleck, wie in den Oosporen der Saprolegniaceen. Was diese Dauersporen aber ganz besonders auffällig und merkwürdig macht, ist, daß sie von einer

homogenen, ellockergelb gefärbten, 2—3  $\mu$  dicken Masse mit mehr oder weniger buckelig-höckeriger Oberfläche umgeben sind, wodurch sie, da die Höcker oft halbkugelig vorspringen, eine mehr oder weniger buckelig-sternförmige Gestalt erhalten (Taf. 2 Fig. 78, 76, 77).<sup>1)</sup> Die licht ockergelbe Hülle um das glattwandige Endosporium ist jedoch keineswegs die so gefärbte Membran einer Mutterzelle, welche die kugelige Dauerspore einschließt, denn sie ist in ihrer ganzen Masse solide, sie gehört also der Dauersporenwand an und muß als Episporium betrachtet werden. Ihre ockergelbe Färbung beruht nicht auf Eiseninkrustation; denn bei Behandlung mit Salzsäure und Ferrocyankalium tritt keine Blaufärbung ein. In Kalilauge, Chlorzinkjod quillt sie etwas, ohne jedoch zu verquellen, sie bleibt also erhalten, entfärbt und färbt sich nicht. Die innere, glatte, ca. 2  $\mu$  dicke Schichte der Dauersporenwand hingegen, das Endosporium färbt sich mit Chlorzinkjod, besonders nach langer Einwirkung (ca. 24 Stunden) rötlich-violett, es gibt demnach die Cellulosereaktion. Hierbei werden in ihm zwei Schichten unterscheidbar, eine äußere mit nach außen dunkler, scharfer Kontur und eine innere, stark glänzende, dichte Schicht.

Diesen Dauersporen, in ihrem basalen Teil, seitlich ansitzend, in unmittelbarer Berührung mit dem glatten Endosporium und teilweise eingebettet in das ockergelbe Episporium, findet man eine leere, kugelige Zelle von 5—6  $\mu$  Durchmesser, mit zarter, glatter, farbloser Wand, welche sich mit Chlorzinkjod ebenfalls violett färbt. Diese „Anhangszelle“ ist auch hier sicherlich das als Antheridium

---

<sup>1)</sup> Diese Dauerzellen mit ihrem hellockergelben Episporium zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit jenen Abbildungen, die WILLE (1899) von den Oosporen seines *Aphanomyces norvegicus* gibt, ganz besonders mit seiner Fig. 24. Doch bei *Aphanomyces norvegicus* sind auch extramatrikale Hyphen vorhanden, welche auch in der Fig. 24 (l. c.) zu sehen sind, die aber bei unserem Organismus (auch bei den soeben geschilderten Dauersporen) stets und vollständig fehlen! Dann handelt es sich bei *Aphanomyces norvegicus* in der ockergelb gefärbten, sternförmigen Hülle um die Wand des Oogoniums, in dessen Lumen die glattwandige Oospore frei liegt; hier aber um eine — wie soeben erwähnt — solide Hüllmasse. Ferner zeigen die glattwandigen Oosporen in den Abbildungen WILLE's in ihrem Innern keinen großen, auffallenden Fetttropfen, sondern einen gleichmäßig feinkörnigen Inhalt. Die Antheridien sind — wie auch sonst bei den Saprolegniaceen — keulenförmig angeschwollene, extramatrikale Hyphen, aber keine kleine kugelige Zellen. Endlich ist *Aphanomyces norvegicus* ein Parasit auf Conjugaten und findet sich nicht auf *Tribonema (Conferva) bombycinum*. Aus alledem ist es ersichtlich, daß *Aphanomyces norvegicus* trotz der Ähnlichkeit der zitierten Abbildung WILLE's mit unseren Dauersporen von *Rhizidium* (?) *Confervae* WILLE nichts zu tun hat.

fungierende, befruchtende, männliche Individuum (Taf. 2 Fig. 77, 78). Mithin entstehen die Dauersporen auch hier auf sexuellem Wege! Es soll aber nicht mit Schweigen übergangen werden, daß sich nicht selten Fälle finden, wo die mit ockergelbem Episporium versehenen Dauersporen einer kleinen, dünnwandigen, etwas radischenförmigen, direkt der Oberfläche der *Tribonema*-Zelle ansitzenden Zelle aufsitzen, gleichsam von einer Stielzelle getragen erscheinen. In solchen Fällen wird auch diese Stielzelle von der Substanz des gelben Episporiums umgeben, gewissermaßen in diese eingebettet (Taf. 2 Fig. 79). In solchen Fällen ist mir die Gegenwart einer seitlichen Anhangszelle, eines zweifellosen männlichen Individuums nicht aufgefallen, ob aber ein solches dann stets fehlt, darüber kann ich leider keine Auskunft geben. Ich bin nicht geneigt diese „Stielzelle“ für — ihrem Wesen nach — identisch mit den seitlichen, zartwandigen, kugeligen Anhangszellen zu halten, die jedenfalls eine sexuelle Rolle spielen, sondern würde sie unbedingt jenen subsporangialen Blasen gleichsetzen, die sich auch bei anderen Chytridiaceen unter den Zoosporangien, bisweilen auch extramatrikal, finden, z. B. bei *Phlyctochytrium Zygnetatis* ROSEN, wenn sich eine solche extramatrikale Blase auch nur ein einziges Mal unter einem zweistacheligen Zoosporangium finden würde; eine solche Bildung ist aber hier nie anzutreffen. Demzufolge kann man es nicht für absolut ausgeschlossen erklären, daß auch in jenen letzterwähnten Fällen doch Sexualität vorliegt. Ganz dieselbe Sache kehrt nämlich bei einer anderen Chytridiacee, bei *Rhizophidium granulosporum* nov. spec. (Taf. 2 Fig. 86 a, b) wieder. Es könnte möglicherweise hier ein verwickelterer Fall von Sexualität vorliegen, wo dann das Männchen die Ausbildung der Dauerspore übernimmt — obwohl dies unseren Erfahrungen beinahe ganz<sup>1)</sup> zuwiderläuft —; doch ist bei *Polyphagus* die unzweifelhaft geschlechtlich erzeugte Dauerspore morphologisch nicht ganz und gar eine Bildung des weiblichen Individuums, sondern eher eine solche des Männchens. Nur weitere, eingehendere Untersuchungen vermögen in dieser Sache Klarheit zu schaffen.

Das erstemal, den 10. Juni 1904 (Taf. 2 Fig. 80), fand ich im Innern eines einzigen Zoosporangiums von nahezu kugeliger Gestalt und 16  $\mu$  Durchmesser (mit den beiden charakteristischen Stacheln am Scheitel) eine kugelige Zelle von 14  $\mu$  Durchmesser mit starker,

<sup>1)</sup> Siehe ZOFF (1890, p. 63, Fig. 44, XII), wo bei *Peronospora calotheca*, als seltene Ausnahme, eine Oospore in einem *Antheridium* gebildet wurde.

doppelt-konturierter, bräunlicher Membran, welche an ihrer Außenfläche ein System von  $1 \mu$  hohen Verdickungsleisten trug, welche ein Netzwerk mit engen Maschen (die größeren von ca.  $2 \mu$  Weite) bildeten. Im Innern dieser Zelle vom Habitus einer Dauerspore war ein matter, homogener Körper von ca.  $8 \mu$  undeutlich zu erkennen, der nicht gerade den Eindruck einer Fettkugel machte. Ende Mai 1911 fand ich diese Bildungen mehrfach wieder; diesmal wiesen sie jedoch nur einen Durchmesser von  $10 \mu$  auf, und die dickwandigen, extramatrikalen Dauersporen mit dem höckerigen, hellockerfarbigen Episporium, die ich vordem als die Dauersporen unseres Organismus schilderte, waren in dem Material nicht zu beobachten. Daß die Zoosporangien, in deren Innern sich die netzig skulpturierten Dauerzellen fanden diejenigen von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* WILLE sind, darüber besteht nicht der geringste Zweifel, und so muß man nun fragen, welches sind nun eigentlich die Dauersporen dieses Organismus? Da sich die extramatrikal dem *Tribonema*-Faden ansitzenden Dauersporen mit dem dicken, höckerigen, hellockerfarbigen Episporium nur an solchen *Tribonema*-Fäden finden, die von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* befallen erscheinen, d. h. in ihrem Innern die Rhizoidhyphe dieses Organismus, an den durchbohrten Querwänden die so eigenartigen, pathologischen Cellulosescheiden und Verdickungen zeigen; da diese Dauersporen einer solchen *Tribonema*-Zelle aufsitzen, in deren Lumen die dickbauchige, spindelförmige Anschwellung der Rhizoidhyphe liegt, welche sich als „subsporangiale Blase“ unter einem jeden Zoosporangium dieses Organismus findet, und auch die Seitenwand der Wirtszelle an ihrer Ansatzstelle durchbohrt und oft in charakteristischer Weise zapfenförmig verdickt erscheint (Taf. 2 Fig. 77); da endlich diese Dauersporen sich in großer Häufigkeit und nahezu stets in einem Material finden, wo unser Organismus anzutreffen ist, so muß ich diese für die Dauersporen von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* (WILLE) erklären. Daß es — meiner Ansicht nach — die braunen, netzig skulpturierten, endogen in den Zoosporangien in Einzahl entstehenden Dauerzellen nicht sind, dafür spricht mir das unvergleichlich seltenere und inkonstantere Vorkommen derselben, sowie der Umstand, daß solche in Zoosporangien endogen entstandene Zellen als Dauersporen, bei den Chytridiaceen einwandfrei nicht bekannt sind. Auch für Cysten unseres Organismus kann ich sie bestimmterweise nicht erklären, sondern möchte sie eher für die Dauersporen eines Parasiten halten, der in die Zoosporangien von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* WILLE eindringt, der aber im übrigen ganz

und gar unbekannt ist. Für die Deutung als Cysten und gegen die Parasitennatur spricht jedoch der Umstand, daß sich außer dieser Zelle im Lumen des Zoosporangiums keine weiteren, geformte Inhaltsbestandteile vorfinden und ebensowenig innerhalb der Dauerezelle Körper zu beobachten sind, die als unverdaute Nahrungsreste anzusehen wären.

Die genaue, durchaus befriedigende, einwandfreie Präzisierung der systematischen Stellung dieser Chytridiacee stößt auf Schwierigkeiten, da dieser Organismus zu mehreren Formengruppen der Chytridiaceen verwandtschaftliche Beziehungen verrät; ja eine solche ist bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse kaum möglich. Er vereint nämlich die Ornamentation der extramatrikal gebildeten Zoosporangien der dentigeren *Phlyctochytrium*-Arten, sowie deren subsporangiale Blase (wenn diese hier auch die Form einer dickbauchigen, liegenden Spindel hat) mit der Deckelbildung der echten *Chytridium*-Arten, und endlich teilt er mit *Polyphagus* die kräftige, gesteigerte Ausbildung des Rhizoidsystems, die polyphage Natur und die sexuell erzeugten Dauersporen. Betrachtet man die Öffnungsweise der extramatrikalen Zoosporangien durch Abhebung eines Deckels als den Hauptcharakter der Gattung *Chytridium*, dann scheint es mir vorderhand am besten und zweckmäßigsten, diesen überaus interessanten Organismus in dieser Gattung unterzubringen, wie es bereits v. MINDEN (1905, p. 368) tat und ihn als *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN zu bezeichnen. Man kann dies um so mehr tun, als in der Gattung *Chytridium* sich Formen finden, deren Zoosporangien eine subsporangiale Blase aufweisen (*Chytridium Lagenaria* SCHENK; *Chytridium gibbosum* SCHERFF.) und — wie wir es sehen — auch Sexualität nicht fehlt [*Ectochytridium* (*Zygorhizidium*) *Willei* (LOEWENTHAL) mihi]. Allerdings sind alle derzeit bekannten *Chytridium*-, aber auch alle *Phlyctochytrium*-Arten (*Rhizidium* im Sinne FISCHER'S) mono- und nicht polyphag.<sup>1)</sup> Sollte es sich herausstellen — was mir allerdings nicht wahrscheinlich erscheint —, daß an einer intramatrikalen Spindel durch Aussprossung ein extramatrikales Zoosporangium oder eine Dauerspore entstehen kann, dann würde die Übereinstimmung mit *Polyphagus* eine derartige sein, daß man unseren Organismus für einen endophytischen *Polyphagus* und umgekehrt, *Polyphagus* als einen unserer Form sehr nahestehenden, extramatrikal lebenden Organismus bezeichnen kann.

<sup>1)</sup> Unter Umständen dringen die Rhizoiden von *Phlyctochytrium Zygnetatis* ROSEN auch in die Nachbarzellen der Nährpflanze ein und zeigen bereits Anlage zur Polyphagie (ROSEN 1887, p. 257, Taf. XIII Fig. 11).

Bei *Polyphagus* ist das weibliche Individuum befruchtende Männchen — seiner äußeren Erscheinung nach — ein in seiner Entwicklung nicht weit fortgeschrittener Keimling; hier kommt es nicht einmal über das Stadium des zur Ruhe gekommenen Schwärmers hinaus, indem es sich direkt dem Weibchen anheftet. Die auffallend dicke Dauersporenmembran mit dem licht ockergelb gefärbten, unregelmäßig höckerigen Episporium und dem dicken, zweischichtigen, farblosen Endosporium erinnert außerordentlich an die Zygosporien von *Zygochytrium* (SOROKIN. 1874, p. 308, Taf. VI Fig. 21) und dadurch an diejenige von *Mucor* und steht unter den Chytridiaceen sozusagen einzig da.

***Rhizophidium granulosporum* nov. spec.**

(Taf. 2 Fig. 81—86.)

Ebenfalls auf *Tribonema bombycinum* — jener Alge, welche von so zahlreichen Chytridiaceen als Nährpflanze benutzt wird — fand ich anfangs Juni 1885 bei Igló eine kleine Chytridiacee, welche erst jetzt für mich erhöhtes Interesse gewinnt.

Die extramatrikalen Zoosporangien besitzen eine glatte, zarte, farblose Membran und sind birnförmig, 12—14  $\mu$  lang und 9  $\mu$  dick; ihr Scheitel ist breit und flach gewölbt. Eine subsporangiale Blase ist nicht vorhanden (Taf. 2 Fig. 81 a, b). Das intramatrikale Rhizoidsystem konnte ich nicht erkennen, aber Rhizoiden müssen vorhanden sein, denn oft erscheint nicht jene Zelle des Wirtes zerstört, welcher das Sporangium aufsitzt, sondern die benachbarte. Die Öffnung des Sporangiums erfolgt durch Vergallertung des Scheitels, und entleerte Zoosporangien besitzen eine krugförmige Gestalt (Taf. 2 Fig. 82). Die kleinen Schwärmer sind oval und zeigen in ihrem homogenen, hyalinen Plasma ein größeres, farbloses, stark exzentrisches, der Wandung anliegendes Öltröpfchen und eine einzige, dünne, den Körper an Länge mehrfach übertreffende Geißel (Taf. 2 Fig. 83). Ihre Bewegung ist eine schwimmende.

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikal, kugelig mit einem Durchmesser von 5—7  $\mu$ . Die farblose, stärkere Membran trägt an der Außenfläche nicht sehr dicht stehende, kurze, warzenförmige Stachelchen. Im Lumen der Zelle fällt ein großer, farbloser, kugelig, exzentrischer Öltropfen auf. In den meisten Fällen sieht man (bei jugendlichen Dauersporen), daß zwei Individuen dicht nebeneinander, sich berührend, am *Tribonema*-Faden sitzen, von denen das eine kleinere, von der Größe eines zur Ruhe gekommenen Schwärmers

glattwandig ist und den glänzenden, wandständigen Öltropfen zeigt, während das andere, bedeutend größere, sich durch einen großen exzentrischen Fetttropfen und eine bereits warzige Membran als die zukünftige Dauerspore zu erkennen gibt (Taf. 2 Fig. 85). Dieses sozusagen konstante Nebeneinandervorkommen zweier Individuen zeigt, daß auch hier die Dauerspore das Produkt eines Geschlechtsaktes sein dürfte. In anderen Fällen sitzt die warzig-stachelige Dauerspore einer kleinen, kugeligen oder radieschenförmigen, glattwandigen Zelle auf, die entweder unmittelbar der Oberfläche des *Tribonema*-Fadens aufsitzt (Taf. 2 Fig. 86 a) oder ein kurzes, fadenförmiges Stielchen (das in die Wirtszelle eindringende Rhizoid) erkennen läßt (Taf. 2 Fig. 86 b). Hier wird also die warzig-stachelige Dauerspore von einer kleinen, glattwandigen Zelle, gleichsam von einer extramatrikalen Stielzelle, getragen. Es kehren mithin hier genau dieselben Verhältnisse wieder, wie wir sie oben (S. 41) bei *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN antrafen.

Da die Sporangien hier sich nicht mit einem Deckel öffnen, die extramatrikalen Dauersporen direkt aus dem Vegetationskörper eines Geschlechtsindividuums hervorgehen, so haben wir es mit einer sexuellen *Rhizophidium*-Art zu tun.

### *Chytridium chaetophilum* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 87—94).

Diese merkwürdige und hochinteressante Chytridiacee ist in bezug auf den Ort ihres Vorkommens ganz einzig, indem sie sich ausschließlich auf den noch mit der Mutterpflanze in Verbindung befindlichen Borsten einer nicht näher bestimmten *Bulbochaete*-Art findet.

Zoosporangien extramatrikal, kurz-wurstförmig, von oben gehen breit-oval, quer dem bei weitem schmäleren Substrat aufsitzend,  $9-11 \approx 6 \mu$  (Taf. 2 Fig. 87). Das farblose, dichte, homogene Plasma führt stark lichtbrechende dunkle Körnchen, welche bei der Schwärmerbildung mehr und mehr zusammenfließen und aus welchen allmählich auf diese Weise die ziemlich ansehnlichen und nicht besonders zahlreichen Fetttropfen der Schwärmer hervorgehen. Unterhalb der Anheftungsstelle des Zoosporangiums zeigt die Membran der *Bulbochaete*-Borste an ihrer Innenfläche stets eine buckelförmige Verdickung, welche von einem nadelstichförmigen Kanal durchbohrt erscheint; es ist die Eintrittspforte des Parasiten (Taf. 2 Fig. 90—93). Diese hügelförmige Wandmasse ist das Produkt der Reaktion der

Wirtszelle gegen den eindringenden Feind und das Vorhandensein dieser Bildung an den, den Eindruck inhaltsleerer Zellen machenden *Bulbochaete*-Borsten, liefert den klaren Beweis, daß diese Borsten keine bereits abgestorbenen, toten Gebilde, sondern lebende Zellen sind. Selbst wenn man mit WIESNER der Zellmembran Leben zuschreiben wollte, so bliebe es doch unverständlich, warum der Organismus einen Schutzwall bauen würde, um eine plasmaleere Zelle zu schützen. In der Tat läßt sich bei entsprechender Behandlung in den Borsten der Plasmaleib zur Anschauung bringen. In dem engen Lumen der Borste konnte ich keinerlei Rhizoiden des Parasiten wahrnehmen, was aber deren Vorhandensein nicht ausschließt. Die Wand des Zoosporangiums ist dünn und farblos und trägt an ihrer oberen Hälfte einen Schopf einfacher, fadenförmiger Borsten von sehr ansehnlicher Länge (Taf. 2 Fig. 93). Diese Borsten erscheinen als solide, in ihrer Masse homogene, feine, unverzweigte Fäden, so daß man versucht wäre, sie für Rhizoiden zu halten, welche frei in das Wasser hinausragen und der Zelle eventuell auch Nahrungsstoffe zuleiten. Aber es ist fraglich, ob sie aus Plasma bestehen. Nach der Entleerung des Zoosporangiums bleiben sie erhalten und machen so durchaus den Eindruck von Auswüchsen der Zoosporangienwand (Taf. 2 Fig. 88).

Die Schwärmer scheinen durch Vergallertung eines basalen Teiles der Sporangiumwand frei gemacht zu werden; in einem anderen Fall jedoch erfolgte die Öffnung des Zoosporangiums durch einem scharfen Längsriß, so daß das Sporangium gewissermaßen in zwei Teile barst (Taf. 2 Fig. 88). Die freigewordenen Schwärmer bleiben eine Weile in der Nähe des Sporangiums bewegungslos liegen. Sie sind kugelig, haben einen Durchmesser von 2—3  $\mu$ , einen relativ ansehnlichen, exzentrisch gelegenen Fetttropfen und eine lange und feine Geißel (Taf. 2 Fig. 89). Es sind demnach echte Chytridiaceenschwärmer mit tanzend-hüpfender Bewegung. Schon nach kurzer Schwärmzeit scheinen sie sich an die Borsten von *Bulbochaete* festzusetzen. Man findet zahlreiche, kleine, 3  $\mu$  große, kugelige Keimlinge vom Bau der Schwärmer, die bereits die Membran der *Bulbochaete*-Borste durchbohrt haben und um deren Infektionsfortsatz die angegriffene Wirtszelle bereits die schützende Wandsubstanzscheide gebildet hat. Solche Keimlinge zeigen sehr oft noch keine Spur von einer Borste an ihrer Oberfläche, woraus hervorgeht, daß die erste Borste nicht etwa die erhalten gebliebene und umgewandelte Geißel des Schwärmers ist (Taf. 2 Fig. 90). Andererseits beobachtet man öfters Keimlinge dieser Größe, mit

einem einzigen Fetttropfen im Innern, die bereits eine lange (ca. 16 mal körperlange) und daneben eine zweite, bisweilen ganz kurze Borste tragen (Taf. 2 Fig. 91). Diese Fälle zeigen es deutlich, daß die Borsten sukzessive gebildet werden, und aus kleinen Anfängen zu ihrer bedeutenden Länge heranwachsen. Jedoch es gibt auch solche  $3\ \mu$  große Keimlinge, die bereits eine beträchtliche Anzahl langer, nach allen Richtungen des Raumes ausstrahlender, gerader oder bogig gekrümmter, unverzweigter, haarfeiner Borsten tragen. Die Borstenentwicklung geht demnach schon sehr frühzeitig und auch rasch vor sich (Taf. 2 Fig. 92). Ihre chemische Beschaffenheit bleibt festzustellen.

Viel zahlreicher als die Zoosporangien fand ich an den *Bulbochaete*-Borsten, runde, nahezu kugelige Zellen von 5—8, meist  $8\ \mu$  Durchmesser mit starker, doppelkonturierter Membran, deren Außenfläche weit auseinander stehende, ca.  $2\ \mu$  lange, stäbchenförmige, in ihrer ganzen Länge gleichdicke, gerade, an ihrer Spitze stumpfe, bakterienartige Stacheln trägt, welche nach allen Richtungen strahlenartig, senkrecht abstehen. Diese Stacheln stehen derart schütter, daß im optischen Längsschnitt der kugeligen Zelle auf deren Peripherie ca. 8 derselben fallen, und ein solcher Längsschnitt einem Schiffssteuerrade mit seinen radialen Handgriffen recht ähnlich sieht (Taf. 2 Fig. 94). Im Innern führen diese Zellen, nebst granuliertem Plasma, einen großen, matt- und fettglänzenden, runden Tropfen von  $5\ \mu$  Durchmesser. So bieten diese charakteristischen Zellen das typische Aussehen von Chytridiaceendauersporen und ob ihres Vorkommens an dem gleichen, so markantem Orte, an den Borsten von *Bulbochaete*, ist es sozusagen ganz sicher, daß sie die Dauersporen unseres Organismus sind. Der Dauerspore — seitlich, zwischen deren Stacheln — ansitzend, findet sich ein zartwandiges, glattes, inhaltsloses, rundliches Bläschen von 2—3  $\mu$  Diam. ( $\sigma$ ). Diese kleine, leere „Anhangszelle“ ist auch hier sicherlich ein befruchtendes, männliches Individuum; die Dauerspore demnach das Produkt sexueller Zeugung. Doch in zahlreichen Fällen war ein solches „Antheridium“ nicht zu beobachten.

In einem moorigen Tümpel beim „Hotel Móry“, in der Nähe des Csorbaër-Sees in der Hohen Tatra; im September 1910.

Das, was diese Chytridiacee ganz besonders bemerkenswert macht, sind die überraschend langen anscheinend soliden, haarfeinen Borsten auf der Membran der Zoosporangien. Bildungen ähnlicher oder vielleicht gleicher Art (welche ich leider aus eigener Anschauung nicht kenne) sind meines Wissens nach nur bei *Rhizo-*

*phidium mycophilum* A. BR. durch NOWAKOWSKI (1877, Taf. V Fig. 7, 8, 10—12) bekannt geworden. Aber dort bilden die feinen Haare von nicht bedeutender, den Dauersporendurchmesser gleichkommender Länge einen dichten Pelz und scheinen hauptsächlich an der unteren Hälfte der Dauerspore zu entspringen. Die überaus langen Borsten von *Chytridium chaetophilum* hingegen stehen aber auch nicht ganz vereinzelt da, sondern sie haben ein Seitenstück bei einer *Rhizophidium*-artigen Chytridiacee, welche ich leider nur ein paarmal an *Oedogonium* sah, die aber schon durch ihre, im übrigen glattwandigen Dauersporen, von *Chytridium chaetophilum* deutlich verschieden ist (*Rhizophidium?* *setigerum* nov. spec. Taf. 2 Fig. 95). Auch hier entspringen die Borsten der oberen Zellhälfte und strahlen radienförmig aus. Diese drei Chytridiaceen, welche fähig sind derlei haarförmige Membranauswüchse, sei es an den Zoosporangien, sei es nur an den Dauersporen oder an beiden, zu produzieren, könnte man vielleicht in eine rein morphologische Gruppe zusammenstellen und diese — analog den „dentigeren Chytridien“ — als „setigere Chytridien“ bezeichnen, die gewissermaßen „Typen“, aber keineswegs Verwandtschaftskreise repräsentieren.

### *Rhizophidium catenatum* DANG.

Obwohl ich diese Chytridiacee aus eigener Anschauung nicht kenne, möchte ich doch meinen, daß hier eine *Rhizophidium*-Art mit Sexualität vorliegt. DANGEARD (1889, p. 65) gibt es als eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit dieser Chytridiacee an, daß sich extramatrikal, zumeist an der Basis der Zoosporangien 3—4 kleine, rundliche Ausbauchungen („renflements“) finden, über deren Natur er nichts aussagt. FISCHER (1892, p. 109) sieht in diesen Blasen zweifelhaften Ursprungs abnorme Keimungen und dieser Ansicht schloß sich auch v. MINDEN (1905, p. 341) an. Daß es sich in diesen Bildungen um Keimlinge handeln dürfte, darin haben die beiden letzteren Forscher sehr wahrscheinlich recht; aber sie erkannten es nicht, daß diese Keimlinge allem Anschein nach geschlechtlich (männlich) differenzierte Individuen sind, die auch hier auf diesem Entwicklungsstadium stehen bleiben und sich auch hier an dem so bevorzugten Orte der Copulation, an der Basis des weiblichen Individuums vorfinden. Insbesondere Pl. III Fig. 24 a (DANGEARD 1889) läßt klar die kleine „Anhangszelle“, das als „Antheridium“ fungierende Männchen (in Übereinstimmung mit den letzteren hier behandelten Fällen von Sexualität) erkennen. Unter

der größeren (weiblichen) Zelle befindet sich intramatrikal eine subsporangiale Blase, die natürlich mit dem Geschlechtsakt nichts zu tun hat.

Ob *Rhizophidium catenatum* DANG. nichts anderes ist als *Entophlyctis (Rhizidium) intestina* SCHENK, wie es FISCHER (l. c.) anzunehmen scheint (in deren Gesellschaft DANGEARD sein *Rhizophidium catenatum* fand) ist eine Frage für sich, die dahingestellt bleiben möge. Ich glaube aber, daß hier DANGEARD im Recht ist.

Hiermit möchte ich — von zwei weiteren, mir gar zu mangelhaft bekannt gebliebenen Fällen absehend — die Reihe sexueller Chytridiaceen schließen. Aus dem Voranstehenden dürfte es aber schon deutlich geworden sein, daß Sexualität hier weiter verbreitet ist, als es bisher den Anschein hatte, und daß sich die Zahl solcher Fälle, bei auf diesem Punkt gerichteter Aufmerksamkeit, noch bedeutend erhöhen kann. Insbesondere scheint Sexualität bei *Rhizophidium*-artigen Formen nicht nur nicht zu fehlen, sondern ganz im Gegenteil recht häufig zu sein.

Bereits NOWAKOWSKI (1877, p. 211) hatte bei *Polyphagus* die Tatsache bemerkt, daß die männlichen Individuen in der Regel von geringerer Größe sind als die weiblichen, also schon auf einem weniger fortgeschrittenen Entwicklungsstadium die Befruchtung vollziehen, ja daß sogar solche männliche Individuen diese ausüben, die einem nicht lange vorher zur Ruhe gekommenen Schwärmer entsprechen, sich erst im Stadium eines Keimlings befinden (NOWAKOWSKI 1877 a, Taf. IX Fig. 10, 11, 12). Dagegen werden nur solche weibliche Individuen befruchtet, welche schon so eine Größe erlangt haben, daß sie auch sonst fähig wären Schwärmer zu bilden. Dieselbe — auch von allgemeinem Standpunkt aus bedeutungsvolle Erscheinung — findet sich alsdann in viel ausgeprägterer Weise bei *Zygorhizidium Willei*, *Chytridium(?) Characii* und *Chytridium(?) Spirotaeniae*, bis sie endlich den höchsten Grad der Ausbildung z. B. bei *Rhizophidium asterosporum*, *Rhizophidium goniosporum*, *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN — welche schon den *Olpidiopsis*-Typus repräsentieren — erreicht. Dieser höchst auffallende Größenunterschied der beiden Geschlechter findet seine Erklärung in der, die gesamte Lebewelt beherrschenden Tatsache, daß dem Männchen vor allem die Aufgabe zukommt die Befruchtung zu vollziehen, wozu bereits ein geringes Quantum lebendiger Substanz, ja vielleicht der Geschlechtskern — als Träger erblicher Eigenschaften — allein genügt, während das Weibchen außerdem nicht nur die

Nachkommenschaft zur Welt zu bringen, sondern auch für deren Sicherung, ja selbst Vermehrung derselben zu sorgen hat. Für diese letzteren Aufgaben reicht jedoch der weibliche resp. der befruchtete Kern (der Keimkern) allein keineswegs aus, dazu wird noch anderes Material erfordert und bevor dieses nicht beschafft ist (wenn es nicht später beschafft werden kann) schreitet das Weibchen nicht zur Befruchtung, deshalb erscheinen erst voll entwickelte Weibchen, die dem zufolge auch eine bedeutendere Größe besitzen, befruchtungsfähig.<sup>1)</sup> Allem Anschein nach sind hier bei den Chytridiaceen schon die Geschlechtspflänzchen liefernden Schwärmer sexuell d. h. in männliche und weibliche differenziert, wenn sie auch keinerlei in die Augen fallenden Verschiedenheiten aufweisen. Ob nun aus einer solchen Schwärmspore ein Männchen oder ein Weibchen entsteht, dies dürfte kaum von äußeren Verhältnissen abhängen, da Pflänzchen beiderlei Geschlechts augenscheinlich unter den nämlichen Verhältnissen untereinander gemischt zur Entwicklung gelangen.

Ist die geschlechtliche Attraktion zwischen den Geschlechtsindividuen sofort keine besonders große, so werden die männlichen und weiblichen Schwärmer voneinander mehr oder weniger entfernt, an verschiedenen Orten zur Ruhe und Weiterentwicklung gelangen; dann aber muß das Männchen, um mit dem Weibchen in Berührung zu kommen einen mehr oder weniger langen Copulationsschlauch entwickeln, da es sich bei den hier in Rede stehenden Chytridiaceen um die Copulation von Aplanogameten handelt. So kommt auf diese Weise der *Polyphagus*- und dessen prägnantere Form, der *Zygorhizidium*-Typus zustande. Vollkommener, d. h. zweckmäßiger wird der Zweck, die beiden Geschlechtsindividuen zu vereinigen (jedoch eine stärkere geschlechtliche Anziehung zur Voraussetzung habend) bei dem *Olpidiopsis*-Typus<sup>2)</sup> erreicht, wo der männliche Schwärmer sich

<sup>1)</sup> In der geringen, rückständigen Ausbildung des männlichen Individuums Schwäche und in der Copulation eine auf Kräftigung abzielende, vegetative Fusion zweier Individuen zu erblicken, wie es FISCH (1884, p. 55) bezüglich *Polyphagus* anzunehmen geneigt war, ist heutzutage nicht mehr gängig. Die cytologischen Untersuchungen der Neuzeit (LOEWENTHAL 1905 bei seinem *Zygorhizidium Willei*; KUSANO 1912; WAGER 1913) haben es klargelegt, daß in diesen Copulationserscheinungen ein unzweifelhafter Befruchtungsprozeß vorliegt.

<sup>2)</sup> Ich kann es nicht unterlassen auch hier nochmals darauf hinzuweisen, daß *Olpidiopsis* (CORNU)-*Diplophlyctis* (SCHRÖTER) keine Chytridiacee ist, sondern der zweigeißeligen Saprolegniineen-Peronosporineenreihe angehört (siehe meinen Stammbaum, 1925, p. 39) und die gleiche Form des Geschlechtsaktes nur einen jener gemeinsamen Züge darstellt, die diese zwei, aus dem gemeinsamen Mutterboden der Monadinen aufsteigenden Reihen der Oomyceten naturgemäß aufweisen.

direkt auf die Oberfläche des zur Dauerspore werdenden weiblichen Individuums festsetzt. Die Vereinigung der beiden Geschlechter ist dadurch in unfehlbarer Weise gesichert; zudem wird die Entwicklung eines mehr oder weniger langen Copulationsschlauches überflüssig, was für den Organismus ein Ersparnis an Material und Kraft bedeutet.

Daß bei Geschlechtlichkeit zeigenden Arten auch — und oft sehr zahlreiche — Fälle vorkommen, wo das befruchtende, männliche Individuum nicht nachweisbar ist, d. h. fehlt, spricht durchaus nicht gegen das Vorhandensein von Sexualität, denn es handelt sich in diesen Fällen sicherlich um eine parthenogenetische Entstehung der Dauerspore. Dies ist um so mehr verständlich, wenn wir berücksichtigen, das Parthenogenesis im Bereiche der Phycomyceten eine weit verbreitete, recht häufige Erscheinung ist. Man braucht nur auf die Saprolegniaceae in der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe, auf die Azygosporen der Mucorineen und Entomophthorineen, vielleicht auch auf die Blastocladineen bei den Monoblepharideen hinzuweisen, und man wird es nicht wunderlich finden, daß auch in der eingeißeligen Chytridineenreihe, bei sexuellen Arten Dauersporen auch auf diese Weise entstehen.

Auf das andere Extrem, ich meine die Polyandrie, wurde bereits oben, von Fall zu Fall (S. 17, 23, 28, 31) aufmerksam gemacht.

Gödöllö, Ende Mai 1925.

---

### Literaturverzeichnis.

- ATKINSON, GEO. (1909): Observations on some fungus parasites of Algae in the vicinity of Ithaca. N. Y. Botanical Gazette Vol. 48.
- BRAUN, ALEX. (1855): Über Chytridium, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusorien. Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Sep.-Abdr.
- CORNU, M. (1872): Monographie des Saprolegniées. Ann. d. scienc. nat. Bot. Sér. 5 T. 15.
- DANGEARD, P. A. (1889): Mémoire sur les Chytridinées. Le Botaniste 1. sér. p. 39—74, Pl. II, III.
- (1900): Recherches sur la structure du Polyphagus Euglenae Nowak. et sa reproduction sexuelle. Le Botaniste 7. sér. p. 213—258, Pl. VI, VII.
- (1900 a): Le Chytridium transversum A. Br. Ibid. p. 282—284, Fig. 1.
- DE BARY, A. (1884): Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Flechten und Mycetozoön. Leipzig.
- u. WORONIN, M. (1881): Untersuchungen über die Permosporeen und Saprolegnieneen usw. Beitr. z. Morph. u. Physiol. d. Pilze, 4. Reihe. Frankfurt a. M., Sep.-Abdr.

- FISCH, C. (1884): Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. Sitz-Ber. d. physik.-med. Societät zu Erlangen, 16. Heft. Auch Habilitationsschrift, Erlangen.
- FISCHER, A. (1892): Phycomycetes. in: RABENHORST, Kryptogamenflora von Deutschland usw., 2. Aufl., Bd. 1. Pilze, Abt. IV. Leipzig.
- HABERLANDT, G. (1887): Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena.
- KUSANO, S. (1912): On the Life-History and Cytology of a new Olpidium with special Reference to the Copulation of motile Isogametes. Journ. of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo Vol. 4 No. 3, Tokyo, p. 141—199, Pl. XV—XVII.
- LAGERHEIM, G. (1900): Untersuchungen über die Monoblepharideen. Mykologische Studien. II. Bihang till Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd. 25 Afd. 3 No. 8. Sep.-Abdr. Medd. från Stockholms Högskola No. 199.
- LOEWENTHAL, W. (1905): Weitere Untersuchungen an Chytridiaceen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 221—239, Taf. 7, 8.
- MINDEN, M. v. (1905): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. 5: Chytridiaceae, Ancylistineae, Saprolegninae. Berlin.
- NOWAKOWSKI, L. (1877): Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 2 Heft 1 p. 73—100, Taf. IV—VI.
- (1877 a): Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. II. Polyphagus Euglenae, eine Chytridiacee mit geschlechtlicher Fortpflanzung. Ibid. Bd. 2 Heft 2 p. 201—219, Taf. VIII, IX.
- (1878): Przyczynek do morfologii i systematyki Skoczaków (Chytridiaceae). Pamiętnik Akademii umiejętności w Krakowie. Wydział Matematyczno-Przyrodniczy. Tom. 4 p. 174—198, Tab. VII—X.
- ROSEN, F. (1887): Ein Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 4 p. 253—267, Taf. XIII, XIV.
- SCHERFFEL, A. (1914): Kisebb Közlemények a Kryptogamok Köréből. Kryptogamische Miscellen. Botanikai Közlemények.
- (1925): Endophytische Phycomyceten-Parasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 52 p. 1—141. Taf. 1—5.
- SCHRÖTER, J. (1897): Chytridiaceae. in: ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, 1. Aufl., I. Teil, I. Abt. Leipzig.
- SOROKIN, N. (1874): Einige neue Wasserpilze. Bot. Ztg. p. 305, Taf. VI.
- WAGER, H. (1913): The Life-History and Cytology of Polyphagus Euglenae. Ann. of Botany Vol. 27 p. 173—202, Pl. XVI—XIX.
- WILLE, N. (1899): Om nogle Vandsoppe. Skrifter udgivne af Videnskabselskabet i Christiania. Math.-naturvid. Klasse n. 3.
- ZOPF, W. (1884): Zur Kenntnis der Phycomyceten. I. Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen. Nova acta der kaiserl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 47 No. 4. Halle.
- (1890): Die Pilze. Breslau. Auch SCHENK's Handbuch der Botanik Bd. 4.

## Tafelerklärung.

## Tafel 1.

Fig. 1—10. *Polyphagus parasiticus* Now.

Fig. 1. Zwei frei im Wasser keimende Zoosporen mit pseudopodienartigen Rhizoiden. Vergr. 372.

Fig. 2. Zwei Keimlinge an *Tribonema*. Links älteres Stadium; ein Rhizoid zum Haupthaustorium erstarkt. Vergr. 500.

Fig. 3. Erwachsenes Individuum an *Tribonema*. Prosporangium von Fetttropfen dicht erfüllt. Vergr. 500.

Fig. 4. 1. Reifes Zoosporangium am leeren Prosporangium. 2. Dasselbe nach der Entleerung der Schwärmer, den schalenförmigen, basalen Rest der Sporangiumwand zeigend. Vergr. 500.

Fig. 5. Dauerspore am leeren Prosporangium; bei x der Rest des abgerissenen männlichen Copulationsfortsatzes. Vergr. 500.

Fig. 6. Leeres Prosporangium mit zwei ansitzenden Dauersporen; an der größeren der abgerissene männliche Copulationsfortsatz (x) sichtbar, die kleinere, anscheinend leere ohne einen solchen. Vergr. 372.

Fig. 7. Mit Fetttropfen erfülltes Prosporangium mit zwei Dauersporen; ähnlich wie Fig. 6. Vergr. 372.

Fig. 8<sub>1</sub>—7. Aufeinanderfolgende Stadien einer auskeimenden Dauerspore (kontinuierliche Beobachtung). 1. Einwanderung des Fettes in das hervorwachsende Zoosporangium. 2 u. 3. Emulgierung des Fettes. 4. Zusammenfließen der gleichmäßigen kleinen Fettpartikel zu den Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer. 5. Zoosporangium reif, mit den gleichgroßen, kugeligen Fetttropfen der Schwärmer. 6. Schalenförmiger Rest der Zoosporangienwand nach der Entleerung der Schwärmer. 7. Leere Dauerspore nach dem Verschwinden des Sporangiumwandrestes. 1. um  $\frac{1}{4}$  12 Uhr, 2. um  $\frac{1}{2}$  12 Uhr vormittags, 3. um  $\frac{1}{4}$  4 Uhr nachmittags den 30. März; 5. um  $\frac{3}{4}$  9 Uhr, 6. um  $\frac{1}{4}$  10 Uhr, 7. um  $\frac{1}{2}$  10 Uhr vormittags den 31. März 1886. Vergr. 540.

Fig. 9. Aus der ausgekeimten Dauerspore hervorgegangene Schwärmer.

Fig. 10. Dauerspore eines Parasiten (?) im Prosporangium von *Polyphagus parasiticus*. Vergr. 750. Siehe S. 6.

Fig. 11—24. *Ectochytridium (Zygorhizidium) Willei* (LOEWENTHAL) mihi.

Fig. 11. Bei a ein in die Wirtszelle eindringender Keimling; bei b ein entleertes Zoosporangium auf *Mougeotia* spec. Beinahe rechtwinkelige Biegung der Wirtszelle. Vergr. 750.

Fig. 12. Entleertes Zoosporangium; bei x der Bohrkanal in der Wirtszellmembran von oben gesehen; knieförmige Biegung und Deformation der Wirtszelle. Vergr. 620.

Fig. 13 a, b. Entleerte Zoosporangien mit seitlicher Öffnung; b den abgehobenen Deckel zeigend. Vergr. von a 500, von b 372.

Fig. 14. Zwei junge Zoosporangien des Parasiten, welcher scharfe, knieförmige Biegungen des *Mougeotia*-Fadens verursachte. Vergr. 500.

Fig. 15 a, b. Ausgebildete Zoosporangien; a vor der Schwärmerbildung; b entleertes Sporangium mit apikaler Öffnung. Intramatrikal in beiden Fällen der kleine Rhizoidpinsel sichtbar. Vergr. 500.

Fig. 16. Schwärmer.

Fig. 17. Dauerspore und Männchen ( $\sigma^7$ ), durch den Copulationsfortsatz miteinander verbunden. Zeichnung aus dem Jahre 1900. Vergr. 750.

Fig. 18. Reife Dauerspore von der Seite gesehen; mit knopf(bläschen-)förmigem Rhizoid. Im Zusammenhang mit dem männlichen Individuum. Vergr. 620.

Fig. 19. Wie Fig. 18. Dauerspore von oben gesehen. Kugeliges Haustorium des männlichen Individuums, welches noch Inhalt führt, deutlich.

Fig. 20. Männchen und Weibchen in Copulation; Copulationsfortsatz am oberen Teil des weiblichen Individuums ansetzend. Zeichnung aus dem Jahre 1900. Vergr. 750.

Fig. 21. Zwei Dauersporen durch den Copulationsfortsatz mit dem zugehörigen Männchen verbunden. Vom rechten männlichen Individuum geht der Copulationsfortsatz von dessen Seite und nicht von der Basis ab und das kugelförmige Haustorium ist schön sichtbar. Bei m ein zum Zoosporangium gewordenes und entleertes männliches Individuum (Zwergsporangium) mit kugelförmigem Haustorium. Vergr. 620.

Fig. 22. Vegetativ werdendes (heranwachsendes) männliches Individuum, das bereits einen Copulationsfortsatz entwickelt hatte. Vergr. 620.

Fig. 23. Drei männliche Individuen haben ihre Copulationsschläuche mit einem Weibchen in Verbindung gesetzt, aber nur das vollständig entleerte (a) scheint die Befruchtung vollzogen zu haben; Schlauchnatur des Copulationsfortsatzes deutlich, ebenso das knopfförmige Haustorium; der von der Wirtszelle gebildete Schutzhöcker unter diesem Männchen ist intensiv braun gefärbt. (Siehe den Text auf S. 10.) Vergr. 1200.

Fig. 24. Siehe die Erklärung auf S. 10 des Textes. Vergr. 620.

Fig. 25. *Chytridium* (?) *Characii* nov. spec.

Fig. 25 a—c. Drei Dauersporen durch den Copulationsschlauch mit dem entleerten männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ) verbunden.

In Fig. 25 c sieht der Microgamet ( $\sigma^7$ ) mit seinem Copulationsschlauch einem Klavierhämmerchen nicht unähnlich. Ch = *Characium*; in Fig. 25 b sitzt dieses einem *Tribonema*-Faden auf. Vergr. 1000.

Fig. 26—29. *Chytridium* (?) *Spirotaeniae* nov. spec.

Fig. 26. Zoosporangien; bei a zwei Sporangien in der Aufsicht (von oben gesehen); bei k ein Keimling. Vergr. 750.

Fig. 27. Drei Dauersporen (weibliche Individuen) im Stadium der Befruchtung; ihr Lumen in offener Kommunikation mit demjenigen des Männchens. Beide Geschlechtsindividuen führen miteinander zusammenhängenden Inhalt. Bei x Copulationsschlauch eines Männchens; bei  $\sigma^7$  ist der Körper des männlichen Individuums bereits frei von geformtem Inhalt. Vergr. 750.

Fig. 28. Oospore (oo) mit dem männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ) durch den Copulationsschlauch verbunden, das Lumen der beiden Individuen steht in offener Kommunikation. Vergr. 750.

Fig. 29 a, b. a Dauerspore (oo) in Oberflächenansicht; Copulationsschlauch des Männchens ( $\sigma^7$ ) ohne cylindrisches Mittelstück. b Reife Dauerspore (oo) im optischen Querschnitt; vom Lumen des Männchens vollständig abgeschlossen; Männchen ( $\sigma^7$ ) inhaltsleer; der Copulationsschlauch zeigt hier deutlich das proximale, cylindrische Mittelstück und das keulenförmig erweiterte distale Ende (Appressorium). Bei z zwei Zoosporangien. Vergr. 750.

Fig. 30—39. *Rhizophidium asterosporum* nov. spec.

- Fig. 30 a, b. Dauersporen; a in der Seitenansicht, b in Aufsicht. Vergr. 750.  
 Fig. 31. Jugendzustand; ob es sich hier um ein Zoosporangium oder eine junge Dauerspore handelt, ist ungewiß. Vergr. 1000.  
 Fig. 32. Junge Dauerspore noch dünnwandig, mit den buckelförmigen Aus-sackungen; große Fettkörper führend. Vergr. 1000.  
 Fig. 33. Zwei Dauersporen; Höcker mit Membransubstanz ausgefüllt. Einer jeden sitzt seitlich das leere, kugelige, zartwandige Männchen an. Vergr. 1000.  
 Fig. 34. Dauerspore mit zwei entleerten Männchen ( $\sigma^7$ ). Vergr. 1000.  
 Fig. 35. Dauerspore mit hohen, fingerförmigen Membranhöckern; an der Spitze eines derselben das leere, kugelige Männchen ( $\sigma^7$ ). Vergr. 1000.  
 Fig. 36. Dauerspore mit zitzenförmigen Membranhöckern, oben das zart-wandige, entleerte männliche Individuum ( $\sigma^7$ ) tragend. Vergr. 1000.  
 Fig. 37. Dauerspore auf einem *Tribonema*-Faden. Bohrkanal des Parasiten in der Membran der Wirtszelle deutlich; im Lumen außer dem desorganisierten Zellinhalt feine Fäden (Rhizoiden?). Vergr. 1000.  
 Fig. 38. *Tribonema*-Faden; bei a mit einem entleerten Zoosporangium, bei b mit einer Dauerspore des Parasiten. Vergr. 750.  
 Fig. 39. Geöffnetes Zoosporangium mit einigen in demselben verbliebenen und zur Ruhe gekommenen Schwärmern. Vergr. 750.

Fig. 40—42. *Rhizophidium goniosporum* nov. spec.

(Siehe auch Taf. 2 Fig. 43—50.)

- Fig. 40 a—c. a) Ein junges und ein entleertes Zoosporangium von der Seite gesehen. b) Älteres Stadium eines Zoosporangiums; gleichmäßig granulierter Inhalt. In der Wirtszelle (auch in a) die rosenroten Desorganisationsprodukte. c) Nahezu reifes Zoosporangium mit den Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer. Vergr. von a und c 1000, von b 500.  
 Fig. 41. Birnförmiges, liegendes Zoosporangium mit einer Entleerungs-papille. Vergr. 500.  
 Fig. 42. Schwärmer. Vergr. 372.

## Tafel 2.

Fig. 43—50. *Rhizophidium goniosporum* nov. spec.

(S. auch Taf. 1 Fig. 40—42.)

- Fig. 43. Drei von dem Parasiten befallene Zellen eines *Tribonema*-Fadens. Auf dem mittleren Sporangium sitzt die Dauerspore (P) von *Rhizophidium para-sitans* nov. spec.; rechts ein leeres Zoosporangium mit stark gewölbter Bauchfläche und flachem Rücken. Vergr. 500.  
 Fig. 44. Drei entleerte Zoosporangien von oben gesehen. Vergr. 500.  
 Fig. 45 a, b. a) Zoosporangium mit einer Dauercyste? im Innern, neben der-selben noch ein Inhaltsrest. Vergr. 500. b) Eben solche endogene Cyste?, im Lumen des Zoosporangiums kein weiterer, sichtbarer Inhalt. Vergr. 1000.  
 Fig. 46. Junge, polyaedrische Dauerspore (weibliches Individuum) mit dem ansitzenden männlichen Individuum in offener Kommunikation (Copulationszustand). Vergr. 1500.  
 Fig. 47 a, b. a) Dauerspore mit dem ansitzenden Männchen von der Seite; b) desgleichen von oben gesehen, besonders schön die polyaedrische Gestalt zeigend.

In Fig. 47 a die rosenroten Desorganisationsprodukte in der *Tribonema*-Zelle. Vergr. 1500.

Fig. 48. Dauerspore mit Männchen; an den Ecken die Membran papillenförmig verdickt. Inhalt der *Tribonema*-Zelle in charakteristischer Weise desorganisiert. Vergr. 1500.

Fig. 49. Dauerspore mit zwei ansitzenden, entleerten Männchen ( $\sigma^7$ ). Vergr. 1500.

Fig. 50. Im Lumen einer noch dünnwandigen Dauerspore, der außen ein entleertes Männchen ansitzt, eine kugelige Dauerzelle (Parasit?). Siehe den Text S. 24. Vergr. 1500.

Fig. 51. *Rhizophidium irregulare* DE WILD.? (s. S. 24).

Fig. 51. Hantzschia amphioxys von diesem Parasiten befallen. Vier entleerte Zoosporangien von der Gestalt derjenigen von *Rhizophidium goniosporum* und zwei Dauersporen (unter der einen die feinen, fadenförmigen Rhizoiden sichtbar). Vergr. 500.

Fig. 52—56. *Rhizophidium parasitans* nov. spec.

Fig. 52. Leeres Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* mit inhaltsloser endogener Cyste?, das außen das kugelige Zoosporangium dieses Parasiten mit gleichmäßig körnigem Inhalt trägt. Vergr. 500.

Fig. 53. Desgleichen, Inhalt in die Schwärmer zerfallen. Vergr. 500.

Fig. 54. Zwei Schwärmer; einer derselben die amöboide Gestaltveränderung seines Körpers zeigend.

Fig. 55. Desgleichen wie Fig. 52 und 53. Entleertes Zoosporangium (z). Vergr. 500.

Fig. 56. Zwei Dauersporen einem leeren Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* ansitzend. Vergr. 1000.

Fig. 57—59. *Rhizophidium* spec. auf *Tribonema* (s. S. 28).

Fig. 57 a, b. a) Jungliches weibliches Individuum ( $\varnothing$ ); an dessen Basis seitlich das kleinere, männliche Individuum ( $\sigma^7$ ). b) Desgleichen; an der Basis mit zwei entleerten und einem noch Inhalt führenden männlichen Individuen ( $\sigma^7$ ); Polyandrie. Die Zellwand der Wirtszelle innen hügel förmig verdickt (Schutzhöcker s). Vergr. 1500.

Fig. 58. Älteres weibliches schon kugelförmiges Individuum, mit einem leeren männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ), das einen ganz kurzen, stiel förmigen Copulationsfortsatz zeigt, verbunden. Vergr. 1500.

Fig. 59. Vor der Schwärmerbildung stehendes Zoosporangium dieses? Parasiten. Vergr. 1500.

Fig. 60—62. *Rhizophidium fallax* nov. spec.

Fig. 60. Zoosporangium mit gleichmäßig körnigem Inhalt (vor der Bildung der Öltropfen der Schwärmer). An der Innenseite der *Mougeotia*-Zellwand der mächtige, rotbräunlich gefärbte Schutzhöcker. Vergr. 750.

Fig. 61. Schwärmer.

Fig. 62. Unten eine junge, noch zartwandige Dauerspore mit 3 großen Fettkugeln im Innern und zwei ansitzenden männlichen Individuen ( $\sigma^7$ ), von denen das eine leer, das andere noch ein kleines Fetttropfenchen in seinem Innern zeigt. An der Innenseite der Wirtszellwand der zapfen förmige Schutzhöcker. Bei b (oben) eine vollkommen ausgebildete, reife Dauerspore mit ansitzendem leeren Männchen. Vergr. 1000.

Fig. 63—80. *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* (WILLE) v. MINDEN.

Fig. 63. Junges Zoosporangium mit den beiden Stacheln am Scheitel; intramatrikal unter dem Sporangium die dick-spindelförmige Anschwellung der Rhizoidhyphe, diese zeigt in ihrem Lumen langgestreckte Fetttropfen, welche dieser Anschwellung zuströmen. An 2 Stellen der Rhizoidhyphe rudimentäre Astbildung. Vergr. 1000.

Fig. 64. Erwachsenes Zoosporangium vor der Emulgierung des Fettes; unter demselben das intramatrikale, dick-spindelförmige, fetterfüllte Reservoir. Vergr. 1000.

Fig. 65. Gruppierung der gleichgroßen Fettpartikel vor dem Zusammenfließen zu den Fetttropfen der Schwärmer.

Fig. 66. Zoosporangium nach dem Zusammenfließen der Fettpartikel; Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer noch etwas unregelmäßig.

Fig. 67. Reifes Zoosporangium; die Schwärmergrenzen und die kleinen Vakuolen (v) nebst den Öltropfen (ö) zeigend. (Schematisch.)

Fig. 68<sub>1-3</sub>. Entleerung eines Zoosporangiums. Skizzen aus dem Jahre 1886. 1 u. 2. Herausquellen der Schwärmermasse. 3. Auseinandertreten der Schwärmer.

Fig. 69. Schwärmer vor dem Wegschwimmen, die amöboide Gestaltveränderung des Fetttropfens zeigend. Geißel nicht gezeichnet.

Fig. 70. Schwärmer; der mittlere mit amöboid gestreckten Körper.

Fig. 71. Im freien Wasser zur Ruhe gekommener und auskeimender Schwärmer; das dicke Rhizoid zeigt Astbildung. Vergr. 1200.

Fig. 72. Ein in einen *Tribonema*-Faden eingedrungener Keimling. Extramatrikales Bläschen und die subsporangiale Blase stark entleert, zwei glänzende Fetttropfen führend. Die unverzweigte Rhizoidhyphe hat bereits die Nachbarzelle durchwuchert und ist im Begriffe in die dritte Zelle der Nährpflanze einzudringen. In dieser noch intakten Wirtszelle an der gefährdeten Stelle die Ansammlung körnigen Plasmas und in deren Nähe der Zellkern (n) der *Tribonema*-Zelle (Schutzhöckerbildung). Vergr. 1000.

Fig. 73. Die den *Tribonema*-Faden der Länge nach durchwuchernde Rhizoidhyphe, die Querwände der Alge teils mit einem, teils mit mehreren Bohrlöchern durchsetzend; hier und da schwach buckelförmige Ausweitungen; an der mit 4 Kanälen durchbohrten Querwand (s) stempelförmige Verbreiterung zeigend; bei x ein langgedehnter Fetttropfen im Lumen derselben. Vergr. 750.

Fig. 74 a—c. Durchbohrte *Tribonema*-Querwände mit den aus Cellulose bestehenden Schutzhöckern und Scheiden. a) Ein Bohrkanal; Schutzhöcker einseitig, zapfenförmig. b) Zwei Bohrkanäle; Schutzhöcker beiderseitig und hügelartig. c) Ein Bohrloch: um die eingedrungene und sich in zwei Äste geteilte Hyphe hatte die *Tribonema*-Zelle eine dicke, entsprechend geformte Cellulosescheide gebildet; ein sehr instruktiver Fall von Verteidigung. Verg. von a und b 750; von c 1000.

Fig. 75. Die Rhizoidhyphe ist bereits zu einem fadenförmigen, glänzenden Strang zusammengeschrumpft. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod färbte sich die pathologische Wandsubstanz der *Tribonema*, d. h. die Schutzhöcker und Scheiden an den durchbohrten Querwänden allein, intensiv und tief violett. Vergr. 750.

Fig. 76. Dauerspore an einem *Tribonema*-Faden sitzend. Habitusbild. Unter ihr zeigt die Wirtszelle an den Querwänden die charakteristischen Membranscheiden nach entgegengesetzten Richtungen gebildet, ein Zeichen dafür, daß die nicht mehr vorhandene intramatrikale dicke Spindel nach beiden Seiten in die Rhizoidhyphe ausgewachsen war. Zeichnung aus dem Jahre 1886. Vergr. 1200.

Fig. 77. Extramatrikale Dauerspore; an ihrer Basis das kugelige, zartwandige, entleerte, seitlich ansitzende männliche Individuum zeigend. An der Anheftungsstelle intramatrikal der zapfenförmige von der Wirtszelle gebildete Schutzhöcker; im Innern dieser Wirtszelle ist die dick-spindelförmige Anschwellung der nach beiden Seiten abgehenden Rhizoidhyphe noch wohl erhalten und führt einen großen, farblosen Fetttropfen. Rechts, an der durchbohrten *Tribonema*-Querwand eine schön entwickelte Cellulose-Schutzscheide. Vergr. 750.

Fig. 78. Dauerspore mit dem kugeligen, seitlich ansitzenden, entleerten Männchen; das mächtige, buckelige, ockergelbe Episporium, das dicke zweischichtige Endosporium, den großen kugeligen Fetttropfen und die gleichgroßen, mattglänzenden Kügelchen zeigend. Vergr. 1000.

Fig. 79. Dauerspore im optischen Längsschnitt; mit extramatrikaler, zwiebel-förmiger, subsporangialer Stielzelle, welche in das ockergelbe Episporium eingebettet erscheint. Inhalt der Dauerspore desorganisiert. Vergr. 1000.

Fig. 80. Zweistacheliges Zoosporangium, in dessen inhaltsleeren Lumen eine braunwandige, netzig skulpturierte, kugelige Zelle vom Aussehen einer Dauerzelle liegt; Parasit? Im Innern der *Tribonema* die Rhizoidhyphe von *Chytridium Confervae* zu einem stärker lichtbrechenden Faden zusammengeschrumpft. Vergr. 750.

Fig. 81—86. *Rhizophidium granulosporum* nov. spec.

Fig. 81 a, b. a) Zwei junge und ein reifes, Zoosporen enthaltendes Zoosporangium. b) Reifes, fertig gebildete Zoosporen enthaltendes Zoosporangium auf *Tribonema*. Vergr. 540.

Fig. 82. Entleertes Zoosporangium. Vergr. 540.

Fig. 83. Schwärmer. Vergr. 540.

Fig. 84. An *Tribonema* zur Ruhe gekommene, festgeheftete Schwärmer (Keimlinge). Vergr. 540.

Fig. 85. Eine junge Dauerspore, neben ihr ansitzend ein kleineres, glattwandiges Individuum, das Männchen? Vergr. 540.

Fig. 86 a, b. Reife Dauersporen, einer kleinen glattwandigen Stielzelle auf-sitzend; bei a der Schutzhöcker der *Tribonema*-Zellwand und ein Rhizoid sichtbar. Vergr. von a 1500, von b 1200.

Fig. 87—94. *Chytridium chaetophilum* nov. spec.

Fig. 87. Reifes Zoosporangium auf der Borste von *Bulbochaete*. Vergr. 1000.

Fig. 88. Geöffnetes entleertes Zoosporangium.

Fig. 89. Schwärmer.

Fig. 90. Keimling noch ohne Borsten; durchbohrter Schutzhöcker der *Bulbochaete*-Borste-Membran.

Fig. 91. Wie Fig. 90, aber mit einer langen und einer kurzen Borste. Vergr. 1000.

Fig. 92. 3  $\mu$  großer Keimling mit einer großen Anzahl von nach allen Richtungen ausstrahlender Borsten.

Fig. 93. Junges Zoosporangium. Durchbohrter Schutzhöcker der *Bulbochaete*-Zellmembran sehr deutlich. Vergr. 1000.

Fig. 94. Reife Dauerspore mit seitlich ansitzendem, entleertem männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ), „Anhangszelle“. Vergr. 1000.

Fig. 95. *Rhizophidium* (?) *setigerum* nov. spec. (siehe S. 48).

Fig. 95. Dauerspore auf der Oberfläche einer *Oedogonium*-Oospore. Vergr. 500.



