

Nachtrag zu meiner Arbeit über rotatorienbefallende Pilze

Von

A. Valkanov (Sofia).

(Hierzu 10 Textfiguren.)

Vor einem Jahre habe ich in diesem Archiv eine Arbeit über rotatorienbefallende Pilze veröffentlicht, in der als Parasit der Rotatorie *Hydatina senta* ein Vertreter der Oomyceten, nämlich *Aphanomyces hydatine* n. sp. beschrieben ist.

Etwas später dagegen habe ich in einer bulgarischen Veröffentlichung den gleichen Parasiten als Vertreter einer neuen Gattung unter dem Namen *Hydatinophagus* beschrieben. Zu dieser Umbenennung veranlaßten mich die äußerst charakteristischen morphologischen und biologischen Merkmale des Pilzes, deren Zahl ich in vorstehender Arbeit durch Hervorhebung neuer Charakteristika noch weiter vermehrt habe.

Der Abwasserkanal, in welchem ich die befallenen Rotatorien seinerzeit gefunden hatte, ist nicht mehr vorhanden und alle meine Anstrengungen an anderen Stellen diesen interessanten Parasiten wiederzufinden, um meine Untersuchungen an ihm fortsetzen zu können, sind erfolglos geblieben. Ich will daher hier ergänzungsweise noch einige bisher nicht veröffentlichte Beobachtungen mitteilen, die ein gewisses Interesse verdienen.

Wie in den beiden früheren Arbeiten hervorgehoben, bildet das Protoplasma auf der Innenwand der Hyphen einen netzigen Belag (Fig. 6). Im anschwellenden Hyphenende, das zur Ausbildung

des Oogoniums bestimmt ist, findet sich reichlich Protoplasma in Gestalt einer dicken Wandschicht angehäuft (Fig. 1, 7). Diese Protoplasmamasse des Oogoniums nimmt parallel mit dem Dickenwachstum des Oogoniums allmählich zu.

Die Protoplasmaschicht von Oogonien, die ihren maximalen Umfang erreicht haben, erscheint von den Wänden des Oogoniums abgelöst; in ihr lassen sich 15—20 Kerne von elliptischer Form zählen (Fig. 2).

Mit dem Fortschreiten des Wachstums der Plasmamasse geht eine Verkleinerung des Hyphenlumens einher, bis das Lumen zuletzt ganz verschwunden ist.

Im Gegensatz zu den *Aphanomyces* und *Saprolegnia*, bei denen die jungen Oogonien prall mit Plasma angefüllt sind, in welchem sich später ein Lumen bildet, stellt also hier das allmählich ver-

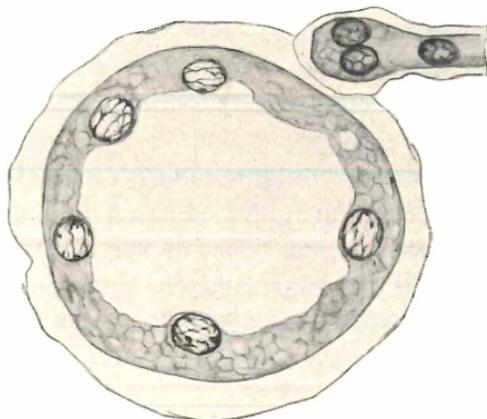


Fig. 1.

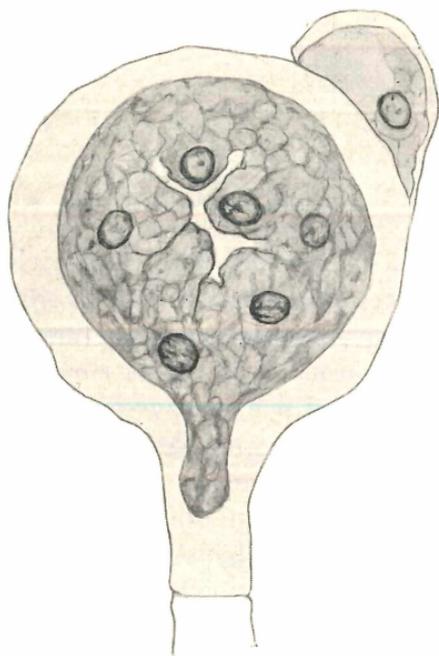


Fig. 2.

schwindende Protoplasmalumen die unmittelbare Fortsetzung des Hyphenlumens dar. Der Unterschied zwischen *Saprolegnia* und *Aphanomyces* einerseits und *Hydatinophagus* andererseits scheint mir noch beträchtlicher zu sein, wenn ich den derzeitigen Stand der Frage nach der Herkunft der Pflanzenvakuolen bedenke (s. z. B. die zahlreichen Arbeiten von GILLERMOND und besonders die neue Arbeit Y. CASSIAGNE'S: Origine et évolution du vacuome chez quelques champignons. Rev. gén. bot. T. 43, 1931).

An meinen Präparaten ließ sich keine simultane Teilung der Kerne des Oogoniums feststellen, wie sie KASANOWSKI an den reifenden

Oogonien von *Aphanomyces* beobachtet hat; die reifen Oogonien haben, wie bei *Aphanomyces*, ihre Kerne bis auf einen verloren.

Die jungen Antheridien weisen 2—4 Kerne auf (Fig 1). In Antheridien, die befruchtungsreife (einkernige!) Oogonien umfaßt haben, war jedoch nur ein Kern zu sehen. Es kann also auch hier eine Degeneration der Kerne bis auf einen angenommen werden.

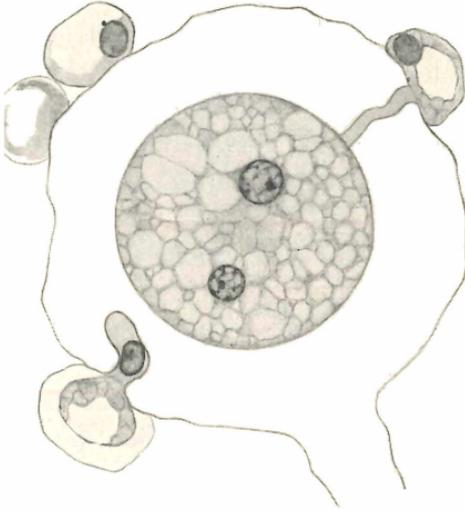


Fig. 3.

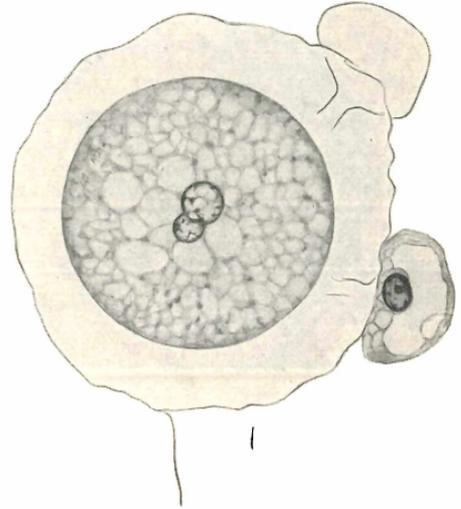


Fig. 4.

Keinerlei Besonderheiten oder Veränderungen ließen sich in den Pronuclei vor der Verschmelzung feststellen, außer der Tatsache, daß der männliche Pronucleus kleiner war als der weibliche (Fig. 3, 4).

Sofort nach der Kernverschmelzung begann die Ausscheidung der dicken (inneren!) Oosporenhülle (Fig. 5).

An sorgfältig mit starker FLEMMING'scher Flüssigkeit fixiertem Material war die Netzstruktur des Protoplasmas sehr gut zu beobachten (Fig. 6—9), dagegen trat sie bei keiner anderen von mir gebrauchten Fixierungsflüssigkeit hervor.

Im Protoplasma des mit FLEMMING'scher Flüssigkeit fixierten Materials war bei Eisenhämatoxylin-Färbung eine beträchtliche Menge dunkel tingierter Körnchen zu beobachten, die auch in den

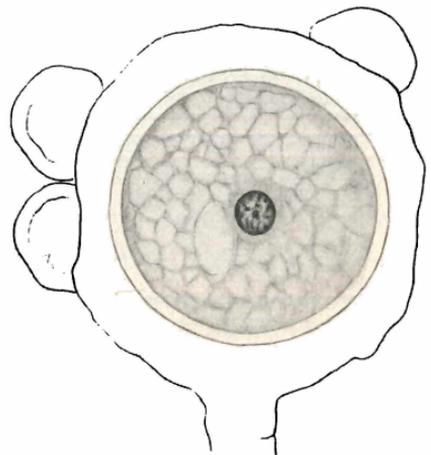


Fig. 5.

Sporen nicht fehlten und besonders dicht in der Oosphäre angehäuft waren.

In den jungen Oosphären waren diese Körnchen zuerst auf die Peripherie verteilt. Nach der Befruchtung erfüllten sie das Ei in derartiger Menge, daß der Kern vollständig unter ihnen verschwand (siehe Fig. 8—9). Ob es sich bei diesen Körnchen um Fetttropfen oder um irgendwelche Plasmabestandteile handelte, vermochte ich nicht zu entscheiden.

In meinen Süßwasseraquarien konnte ich dreimal den interessanten Pilz *Zoophagus insidians* SOMM. beobachten. Ich möchte hier noch eine kurze Bemerkung über die Sporangien des *Zoophagus* anfügen.

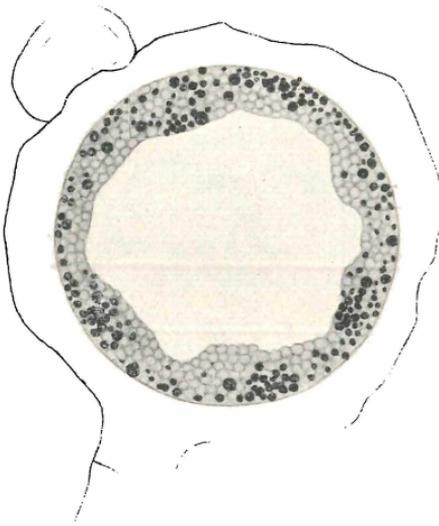


Fig. 7.

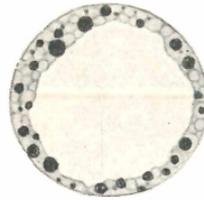


Fig. 6.

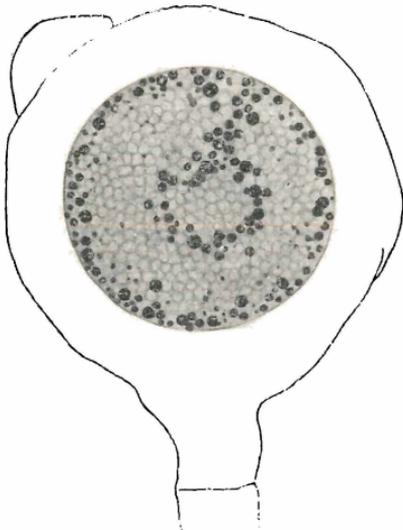


Fig. 8.

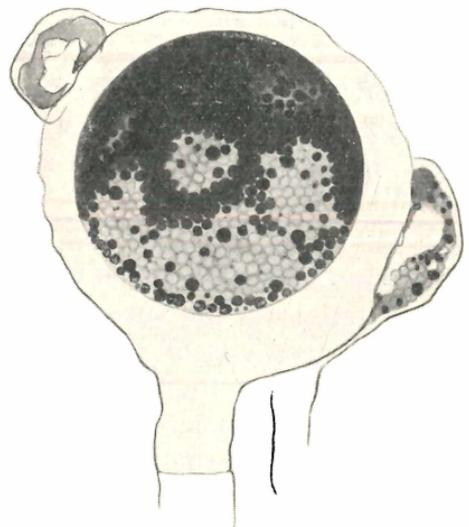


Fig. 9.

Meine Beobachtungen bestätigen die von ARNAUDOFF (1921) gegebene Beschreibung des Sporangienbaues.

Gestützt auf Beobachtungen an gefärbten Präparaten, bei denen die Verbindung zwischen den Entleerungsröhrchen des Sporangiums und Mycelium sehr deutlich zu sehen war, kann ich dem in der Literatur geäußerten Bedenken bezüglich einer möglichen Verwechslung zwischen *Zoophagus* und einigen anderen Pilzen (vgl. die Worte ARNAUDOFF'S: „Trotzdem möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß die Beweisführung über die Angehörigkeit der beobachteten Zoosporangien zu *Zoophagus insidians* bei der angewandten Kulturmethode nicht als lückenlos zu betrachten ist“) nicht beipflichten. Eine Verwechslungsmöglichkeit besteht jedoch darin, daß die Sporangien der *Zoophagus*-Parasiten für solche des *Z.* selbst gehalten werden.

In Fig. 10 ist ein Fall von mit Parasiten (Myxochytridiaceen)

behaftetem *Zoophagus* abgebildet, aber schon auf den ersten Blick läßt sich der große Unterschied im Aussehen des Plasmas der Sporangien einerseits (Parasitensporangien!!!) und des Plasmas des Pilzkörpers andererseits erkennen. N. B. Bezüglich der Bewertung derartiger Plasmaunterschiede als systematisches Merkmal verweise auf die Arbeit von SCHERFFEL.

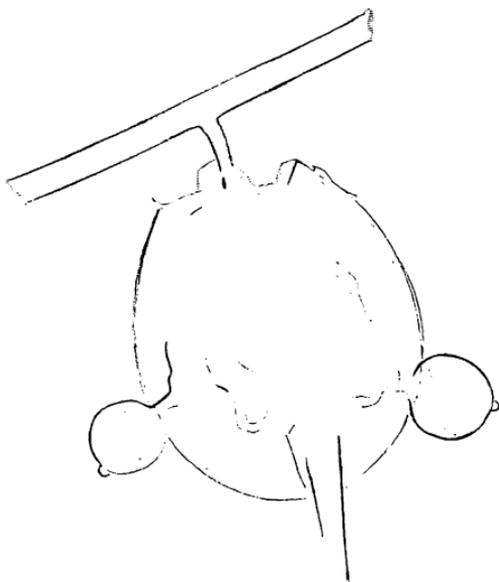


Fig. 10.

Erst nach Erscheinen meiner ersten Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. C. APSTEIN einen Sonderabdruck einer Arbeit von ihm, in welcher ein in der Rotatorie *Synchaeta monopus* parasitisch lebender Pilz beschrieben ist. In dieser Arbeit sind kurze Angaben über die vegetative Fortpflanzung des Pilzes gemacht. Geschlechtsorgane wurden an diesem Pilze nicht festgestellt.

In den beiden Planktonproben, die Herr Prof. C. APSTEIN so liebenswürdig war, mir zuzusenden, konnte ich außer den Befunden, die Prof. APSTEIN selbst schon in seiner Arbeit mitgeteilt hat, nichts Neues feststellen.

Die Kennzeichen dieses Pilzes sind folgende:

Die Spore keimt auf dem Körper der lebenden Rotatorie aus und entwickelt nach innen ein nicht stark verzweigtes Mycel. Sporangien nicht differenziert. Der Inhalt der Sporangien tritt in einzelnen Portionen aus.

Zuweilen wird der ganze Inhalt des Mycels in Sporen umgewandelt, man könnte also diesen Pilz als holokarpe Form betrachten.

Zweifellos zeigt dieser Pilz eine große Ähnlichkeit mit *Hydatinophagus*, wenigstens was die mit Sicherheit festgestellten Merkmale betrifft: intramatrikales Mycel, nicht differenzierte Sporangien, Anordnung der Sporen innerhalb des Sporangiums zu einer Reihe. Mit viel größerer Sicherheit könnte ich mich über die Verwandtschaft dieser beiden Pilze aussprechen, wenn ich die Geschlechtsorgane von *Synchaetophagus* vor Augen hätte. Immerhin sind die über die beiden Pilze bekannten Daten ausreichend, um sie als Vertreter der Familie *Saprolegniaceae* zu identifizieren.

Nach dem Sporangientyp zu schließen, nähern sich die beiden Pilze am meisten der Gattung *Aphanomyces*.

Das Fehlen von Geschlechtsorganen bei *Synchaetophagus* muß eher als physiologisches denn als morphologisches negatives Merkmal bewertet werden. Etwas ähnliches wird bei *Hydatinophagus* beobachtet: So sind z. B. an soeben aus der Natur gewonnenem Material keine Geschlechtsorgane, oder doch nur Geschlechtsorgane in sehr geringer Zahl zu beobachten; der ganze oder fast der ganze Pilzkörper wird zur Bildung von Sporen verbraucht. Gerade das Gegenteil beobachtet man an Material, das einige Tage im Laboratorium stand; an solchem Material treten massenhaft Geschlechtsorgane in Erscheinung und keine oder fast keine Sporen.

Ich vermute, daß es gelingen wird, auch *Synchaetophagus* experimentell unter gewissen Bedingungen zur Bildung von Geschlechtsorganen zu zwingen. Ob solche aber auch natürlicherweise zu bestimmten Jahreszeiten, oder an irgendwelchen Meeresstellen entwickelt werden, muß erst noch festgestellt werden.

Im folgenden will ich eine Erklärung der Wechselbeziehungen und der systematischen Verwandtschaft der vier rotatorienbefallenden Pilze: *Synchaetophagus*, *Hydatinophagus*, *Zoophagus* und *Sommerstorffia* versuchen. Der Versuch liegt um so näher, als bisher, außer ARNAU-DOFF, kein Autor näher auf diese Frage eingegangen ist. Anderer-

seits ist mir in diesem Zusammenhang in meiner ersten Arbeit bei der Besprechung der Arbeiten von ARNAUDOFF ein Fehler unterlaufen, den ich gerne richtig stellen möchte.

Es scheint mir, daß die beiden parasitären Pilze *Synchaetophagus* und *Hydatinophagus* in engerer Verwandtschaft mit den beiden karnivoren Pilzen *Sommerstorffia* und *Zoophagus* stehen und daß diese vier Pilze (zusammen mit dem von M. VOIGT erwähnten Pilzparasiten aus *Asplanchna* [s. VALKANOV, 1931]?) innerhalb der Phycomyceten eine spezielle Gruppe unter den Saprolegniaceae darstellen. Die Verwandtschaft findet ihren Ausdruck in folgendem:

I. Sämtliche vier Pilze weisen nichtdifferenzierte Sporangien auf.

II. Man beobachtet Diplanie, und dort, wo sich Monoplanie findet, sind deutliche Anzeichen einer Reduktion einer der Zoosporengenerationen festzustellen.

Bei *Zoophagus* entleeren die Zoosporangien ihren ganzen Inhalt auf einmal und als undifferenziertes Ganzes, ein Merkmal, auf Grund dessen ARNAUDOFF die Ansicht ausgesprochen hat, daß *Zoophagus* „unter den höheren Phycomyceten den Platz eines Verbindungsgliedes zwischen *Pythium* und den Saprolegnien“ einnimmt. Fast die gleiche Meinung vertritt SPAROW.

Bezüglich der Verwandtschaft zwischen *Zoophagus* und *Sommerstorffia* spricht sich ARNAUDOFF (1923) unzweideutig dahin aus, daß diese beiden Gattungen „einander nur in der Art der Nahrungsaufnahme ähneln“ (k. m.).

Diese Annahme einer entfernteren Verwandtschaft zwischen *Zoophagus* und *Sommerstorffia* wird nach ARNAUDOFF unter anderem durch die Tatsache bekräftigt, daß *Sommerstorffia* monoplanetisch, *Zoophagus* dagegen diplanetisch ist.

Im folgenden werde ich, gestützt auf die ausgezeichnete Arbeit von SCHERFFEL, zu zeigen versuchen einerseits worin die Bedeutung der Entleerungsweise der Zoosporangien besteht und andererseits, welche Bedeutung die Zahl Zoosporengenerationen für die Beurteilung der Systematik unserer vier Pilzgattungen hat.

Ich beginne mit einer sehr wichtigen Bemerkung aus der Arbeit SCHERFFEL'S:

„Ich betrachte die für diese Entwicklungsreihe so charakteristische Diplanie der Schwärmer — im Gegensatz zu der herrschenden Auffassungsweise — als eine ursprüngliche, von Monadinenvorfahren ererbte — denn sie tritt uns schon an den niedrigststehenden Gliedern dieser Reihe wie *Ectrogella* und *Olpidiopsis* . . . entgegen. Mit dem

Fortschreiten der phylogenetischen Entwicklung läßt sich deutlich die Tendenz erkennen, den Entwicklungsgang und hierbei den Schwärmerzustand abzukürzen. Die dabei einsetzende Reduktion trifft nun in erster Linie die erste Schwärmerperiode: und wir sehen, daß die primären Schwärmer mehr oder weniger in ihrer Ausbildung reduziert werden, bis sie endlich gar nicht mehr zur Ausbildung gelangen“ . . .

Auf dem Wege dieser Reduktion entstehen nach SCHERFFEL folgende Typen der Saprolegninen-Peronosporineen Reihe:

a) *Saprolegnia*-Typus; die primäre, wie auch die sekundäre Zoosporengeneration vollkommen entwickelt.

b) *Achlya*-Typus; „die primären Schwärmer werden wohl noch als Individuen ausgebildet, sie besitzen aber nunmehr rudimentäre Geißeln oder diese werden gar nicht mehr entwickelt“.

c) *Dictyuchus*-Typus; die primären Schwärmer „werden nicht mehr aus dem Sporangium entleert“. Nach der Häutung im Sporangium treten die sekundären Schwärmer aus.

d) *Pythium*-Typus; „hier werden die primären Schwärmer nicht einmal mehr als Individuen ausgebildet, sondern der ganze Sporangieninhalt tritt oft als völlig einheitlich erscheinende Masse aus, um vor der Mündung des Sporangiums in die traubenkernförmigen mit zwei seitlichen Geißeln versehenen, sekundären Schwärmer zu zerfallen“.

Anschließend zieht SCHERFFEL folgende außerordentlich wichtige Schlußfolgerung:

„Bei allen diesen Typen, so verschieden sie auch erscheinen mögen, handelt es sich um ein und denselben Vorgang und so erklärt sich ungezwungen die höchst merkwürdige Erscheinung, daß bei ein und demselben Organismus die Schwärmer in ihrem Verhalten resp. ihrer Bildungsweise bald dem einen, bald dem anderen Typus folgen, daß demnach hier der Bildungsweise der Schwärmer in der Charakteristik der Gattungen und Familien keineswegs jene entscheidende Wichtigkeit zukommt, welche man ihr bisher beimaß.“

Wenn wir versuchen wollen, nach den soeben mitgeteilten, sehr wohl begründeten Erwägungen SCHERFFEL's die Typen der erwähnten vier Pilzgattungen aufzustellen, so wäre folgendes zu sagen:

1. *Synchaetophagus* gehört zweifellos zum *Achlya*-Typus.
2. *Hydatinophagus* ist ebenfalls dem *Achlya*-Typus zuzuzählen.
3. *Sommerstorffia* ebenfalls.

4. Trotz der Übereinstimmung zwischen *Zoophagus* und *Pythium* bezüglich der Art der Entleerung des Sporangieninhaltes muß die

Gattung *Zoophagus* den *Saprolegnia*-Typus zugerechnet werden. Der Art der Entleerung des Sporangieninhaltes ist hierbei keine entscheidende Bedeutung beizumessen, denn wir wissen, daß bei gewissen Phycomyceten (z. B. *Olpidiopsis oedogoniorum*, *Lagenidium oedogonii*, *Lagenidium Rabenhorstii*) der Sporangieninhalt bald als einheitliche Masse, bald als getrennte Portionen abgeschieden wird (s. SCHERFFEL, p. 33). Es ist also als verfehlt zu betrachten aus diesem Merkmal wichtige Folgerungen bezüglich der Klassifizierung abzuleiten, wie dies z. B. ARNAUDOFF und SPARROW tun. Wenn man aber trotzdem beabsichtigt der Sporangientleerung eine entscheidende Bedeutung beizumessen, so müßte dem *Zoophagus* ein besonderer Typ zuerkannt werden, der in der Typenreihe SCHERFFEL's vor dem *Saprolegnia*-Typus einzufügen wäre. Keinesfalls jedoch dürfte *Zoophagus* dem *Pythium*-Typus zugerechnet oder in der Nähe desselben eingereiht werden, bei welchem die völlige Unterdrückung der ersten Zoosporengeneration als charakteristisches, vergleichend-morphologisches Merkmal von entscheidender Bedeutung allgemein anerkannt ist (s. SCHERFFEL, FISCHER u. a.). Folglich müssen wir, die von ARNAUDOFF ausgesprochene bereits zitierte Auffassung, nach welcher *Zoophagus* der Art und Weise seiner Sporangien- und Schwärmsporenbildung wegen „unter den höheren Phycomyceten den Platz eines Verbindungsgliedes zwischen *Pythium* und den Saprolegnien“ einnimmt, ablehnen.

III. Gemmen sind nur bei *Zoophagus* beobachtet. Aber ihr Fehlen bei den übrigen drei Gattungen kann nicht als ein besonderes systematisches Kennzeichen bewertet werden. Gerade in diesem Punkt, bei der Bewertung der Gemmenbildung als systematisches Merkmal, macht SPARROW fehlerhafte Bedenken (p. 94).

IV. Wenn wir die Aufmerksamkeit auf die Geschlechtsorgane richten, so müssen wir ausdrücklich betonen, daß diese bei *Hydatinophagus* und bei *Sommerstorffia* vollständig mit dem Typus der Geschlechtsorgane bei den *Saprolegniaceae* übereinstimmen (s. auch ARNAUDOFF, 1923). Hinsichtlich der Entwicklung der Geschlechtsorgane des *Zoophagus* liegen nur die spärliche, jedoch meiner Meinung nach genügenden Beobachtungen ARNAUDOFF's (1925) vor: „Reife Oogonien haben gebräunte Membran. Nur ein Ei in jedem Oogonium. Befruchtungsvorgang nicht verfolgt. Im übrigen wird auf die Fig. 4 u. 5 verwiesen“. Der Autor hat also alle Entwicklungsstadien des Oogons resp. der Oosphäre beobachtet und da er nirgends etwas über das Vorhandensein des für die Pythiaceen so charakteristischen Periplasma erwähnt, so dürfen wir wohl

annehmen, daß ein solches nicht ausgebildet war. Dieser Umstand betont noch einmal die Tatsache der nahen Verwandtschaft zwischen *Zoophagus* und *Saprolegniaceae*. Es ist mir daher die Bemerkung ARNAUDOFF'S (1925, p. 15): „Die Merkmale der Geschlechtsvermehrung sprechen eher zugunsten einer Zugehörigkeit des Pilzes zu der Familie *Pythiaceae* als zu *Saprolegniaceae*“ bis heute ganz unverständlich geblieben, um so mehr als die Arbeit ARNAUDOFF'S keinerlei Begründung für eine solche Vermutung enthält.

V. Schließlich geht die Verwandtschaft der vier Pilze, *Synchaetophagus*, *Hydatinophagus*, *Sommerstorffia* und *Zoophagus* auch aus der Tatsache hervor, daß alle vier die gleichen Organismen befallen; und ich kann mir die Entstehung von *Sommerstorffia* und *Zoophagus* nur in der Weise vorstellen, daß diese beiden Gattungen aus *synchaetophagus*- und *hydatinophagus*-ähnlichen Vorfahren hervorgegangen sind, deren Sporen im Laufe der Zeit die Fähigkeit gewonnen haben, selbständig auszukeimen.

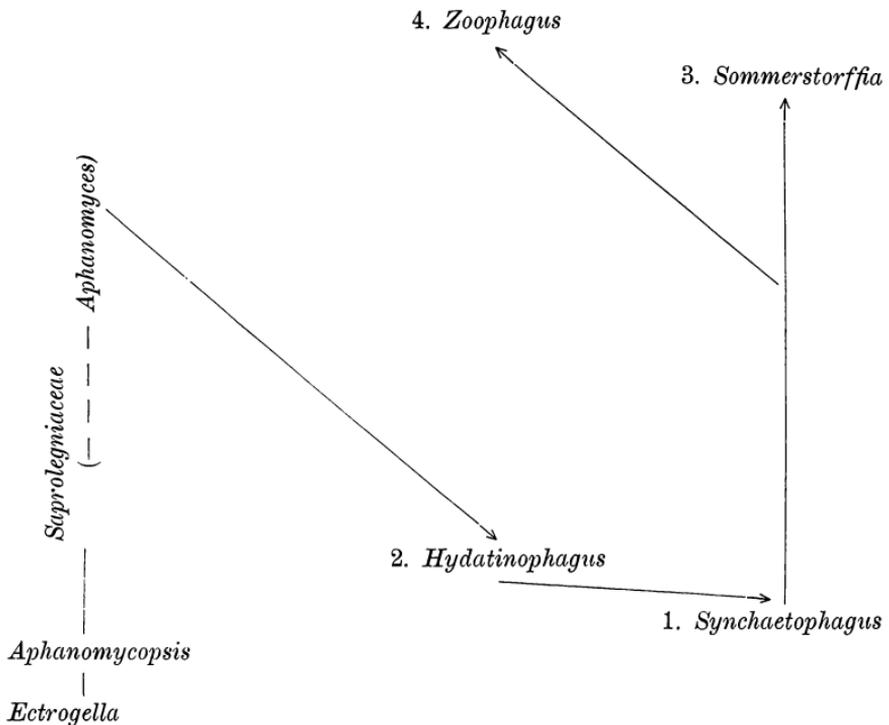
Als bald zum *Saprolegnia*-Typus bald zum *Achlya*-Typus gehörig, erscheinen die vier Gattungen als Vertreter der Familie der *Saprolegniaceen*. (Die Charakteristik der Familie ist folgende: „Erstes Schwärmstadium vorhanden oder reduziert; *Achlya*-Typus vorherrschend. Parthenogenesis häufig. Oogonium meist mehrreihig. Kein Periplasma“, s. SCHERFFEL).

Bei dem Versuche für die vier Pilzgattungen einen passenderen Platz unter den *Saprolegniaceae* zu finden, können die Verwandtschaftssysteme, die neuerdings SCHERFFEL und APINIS für diese Familie aufgestellt haben, nicht übergangen werden.

APINIS allein hat sich bemüht, einer der uns hier interessierenden Gattungen — *Sommerstorffia* — einen Platz im System der *Saprolegniaceen* einzuräumen, indem er diese Gattung zusammen mit *Aphanomycopsis* als „primäre Formen“ in die Nähe der Gattung *Ectrogella* stellt. Die letztere Gattung ist, wie oben erwähnt, nach SCHERFFEL als Vertreterin einer neuen Familie — *Ectrogellaceae* — zu betrachten, worunter nach diesem Autor „einzellig bleibende *Saprolegniaceen*, bei denen der ganze Vegetationskörper holokarpisch zu einem einzigen Sporangium wird“ zu verstehen sind.

Zieht man die von APSTEIN für *Synchaetophagus* gegebene Beschreibung in Betracht, nach welcher zuweilen der ganze Körperinhalt in Zoosporen verwandelt wird, so kann man annehmen, daß die fragliche Gattung der primitiven *Aphanomycopsis* viel näher steht, als der *Sommerstorffia*.

Schematische Darstellung der Verwandtschaftsbeziehungen der vier Gattungen.



Ein sicheres, allen vier Gattungen gemeinsames Merkmal, nämlich die nicht differenzierten Sporangien, verleitet dazu, die Ausgangsstelle der vier Gattungen in der Nähe der einfachsten Formen der Saprolegniaceen zu suchen. Aber viel wahrscheinlicher erscheint mir die Annahme, daß diese vier Formen durch regressive Evolution aus höheren Saprolegniaceen hervorgegangen sind. Der wahrscheinliche Verwandtschaftszusammenhang dieser Pilze ist oben schematisch angedeutet.

Literaturverzeichnis.

- APINIS, A. (1929): Untersuchungen über die in Lettland gefundenen Saprolegniaceen usw. Acta Horti Bot. Univ. Latv. 4.
- APSTEIN, C. (1910): *Synchaetophagus balticus*, ein in *Synchaeta* lebender Pilz. Wissenschaftl. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F. Bd. 12.
- ARNAUDOW, N. (1921): Zur Morphologie und Biologie von *Zoophagus insidians* SOMMERSTORFF (bulgarisch). Jahrb. Univ. Sofia Bd. 15—16.

- ARNAUDOW, N. (1923): Ein neuer Rädertier fangender Pilz *Sommerstorffia spinosa* n. g. n. sp. Flora Bd. 116.
- (1923): Untersuchungen über *Sommerstorffia spinosa* n. g. n. sp. (bulgarisch). Jahrb. Univ. Sofia Bd. 19.
- (1925): Untersuchungen über die Tiere fangenden Pilz, *Zoophagus insidians* SOMM. Flora Bd. 118—119.
- GÄUMANN, E. (1926): Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena.
- GICKELHORN, J. (1922): Studien an *Zoophagus insidians* SOMM. „Glasnik“ d. kroat. naturwiss. Gesellsch. Bd. 34.
- KASANOWSKY, V. (1911): *Aphanomyces laevis* de By. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29.
- v. MINDEN, M. (1915): Chytridineae usw. Kryptogamenflora d. Mark Brandenburg Bd. 5.
- SCHERFFEL, A. (1925): Endophytische Phycomyceten usw. Arch. f. Protistenk. Bd. 52.
- SPARROW, F. K. (1929): A note on the occurrence of two rotifer-capturing Phycomycetes. Mycologia Vol. 21.
- VALKANOV, A. (1931): Über Morphologie und Systematik der Rotatorien befallenden Pilze. Arch. f. Protistenk. Bd. 74.
- (1931): Über die Morphologie und Systematik der Rotatorien befallenden Oomyceten (bulgarisch). Jahrb. Univ. Sofia Bd. 27.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1932

Band/Volume: [78 1932](#)

Autor(en)/Author(s): Valkanov Alexander

Artikel/Article: [Nachtrag zu meiner Arbeit über rotatorienbefallende Pilze 485-496](#)