

Aphanomyces ovidestruens nov. spec. — ein Parasit in den Eiern von Diaptomus.

Von Josef Gicklhorn.

Mit 3 Textfiguren und 1 Tafel.

I.

Während eines längeren Aufenthaltes in Plan bei Marienbad hatte ich dank der freundlichen Unterstützung durch meinen früheren Lehrer, Herrn Prof. Dr. Ferd. Urban, Gelegenheit, im naturgeschichtlichen Laboratorium des Staats-Realgymnasiums einige mikrobiologische Beobachtungen eingehender verfolgen und ausbauen zu können. Eine dieser Studien, einen bisher unbeachteten parasitischen Oomyzeten betreffend, ist Gegenstand vorliegender Mitteilung.

An Hand eines außerordentlich reichen Materials, das immer lebensfrisch untersucht wurde, war es in kürzerer Zeit möglich, alle für die eindeutige Beschreibung und Diagnose notwendigen Daten zu gewinnen. Darüber hinaus aber waren es die biologischen Besonderheiten und die auffallende Verbreitung im Untersuchungsgebiete, die Interesse erregten.

Unter den durch Wochen regelmäßig gefischten Planktonproben aus den Teichen und größeren Tümpeln der Umgebung von Plan war Ende Juli (28. VII. d. J.) ein Fang, der nahezu ausschließlich aus *Diaptomus gracilis* bestand. Von anderen Kopepoden war nur *Cyclops* vertreten, doch derart spärlich, daß bei 10 Zählungen auf je 100 Individuen von *Diaptomus* nur ihrer 8 von *Cyclops* kamen. Die Proben waren vom Ufer aus mit einem kleinen Handnetz gefischt, und zwar im „Donnerteich“, der kaum 5 Minuten von der Stadt Plan-entfernt in einem schmalen Wiesengürtel zwischen der Plan-Kuttenplaner Straße und dem Fußweg nach St. Anna liegt. — Dieser Teich blieb bis Ende August der einzige a u s g i e b i g e Fundort für mein Untersuchungsobjekt, und während der ersten, orientierenden Beobachtungen kamen mir nur 2 größere Tümpel unter, in denen ich die nachfolgend beschriebenen Verhältnisse wieder fand. Einer dieser Tümpel liegt südlich unweit des Schwanteiches bei Plan, dicht am Feldweg vom Schwanteich zur Gicklhorn-Flur; der

zweite trat als vorübergehend größere Wasseransammlung in einer Sandgrube an der Plan-Khoauer Straße auf.

Schon bei Betrachtung mit freiem Auge fiel an den in Rede stehenden Proben auf, daß das prächtige Bild der üblichen Schmuckfarben von *Diaptomus* bei zahlreichen Individuen durch eine intensiv gelbe oder orangerote bis leuchtend zinnoberrote Farbe des Eiersäckchens verstärkt war. Der Kontrast war um so eindringlicher, als die meisten Tiere nur dunkelbraune oder schwärzlich scheinende Eiersäckchen führten. Bei mikroskopischer Untersuchung ergab sich, daß diese Farbenänderung sich ausschließlich bei Individuen von *Diaptomus* fand, deren Eier durch das üppig wuchernde Myzelium eines Pilzes schwer geschädigt oder gänzlich zerstört waren. — Ferner erwies sich ein ebenfalls schon mit freiem Auge sichtbarer, weißer Fleck am Abdomen als bedingt durch eine größere Anzahl auffallend angeordneter, stämmiger Hyphen, die, ohne selber direkt in Verbindung mit dem Hyphengeflecht der zerstörten Eier zu stehen, doch augenscheinlich zum Entwicklungszyklus des Pilzes gehörten.

Als ich am Arbeitstisch eine Kuvette mit einer Planktonprobe vom Donnerteich einige Tage sich selber überließ, griff die Verfärbung der Eiersäckchen auf alle überlebenden Individuen von *Diaptomus* über; jede Stichprobe mikroskopischer Prüfung war dann nur ein Beweis mehr für die Tatsache, daß Verfärbung, Pilzinfektion und Zerstörung der Eier von *Diaptomus* ursächlich verknüpft waren.

Überraschenderweise aber blieb *Cyclops* mit seinen beiden Eiersäckchen frei von irgend einer Infektion durch den gleichen Pilz, ebensowenig griff diese auf die Eier oder Embryonen absichtlich einer Probe beigemischter Daphniden (*Daphnia pulex* und *D. longispina*) über. Die besondere Vorliebe, vielleicht sogar spezifische Anpassung des Pilzes an *Diaptomus* trat aber am markantesten hervor, als bei einer Musterung von Planktonproben von 12 verschiedenen Standorten ich die eben geschilderten Verhältnisse nur zweimal wieder fand — beide Male in Proben mit dominierend auftretendem *Diaptomus*. Es waren die oben angegebenen Tümpel, die mir dann noch Material lieferten, als im Donnerteich gegen Ende August *Diaptomus* verschwand.

Hält man diese kurz skizzierten Beobachtungen zusammen, so schienen sie sicherlich interessant genug, um durch genauere Untersuchungen ein abgerundetes Bild über die Morphologie, Entwicklungsgeschichte und den Infektionsmodus dieses parasitischen Pilzes zu gewinnen. Ein überaus reiches Material ermöglichte es, alle Stadien der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung des Pilzes bei der Untersuchung frisch geschöpfter oder im Laboratorium gehaltener Proben zu finden und die in der Natur vorkommende Variationsbreite — die bei niederen Pilzen oft sehr beträchtlich ist — kennen zu lernen.

II.

Unter den durch ihr leuchtend rot verfärbtes Eiersäckchen auffallenden Diaptomus sind des öfteren schon mit freiem Auge, besonders schön im direkten, durchscheinenden Sonnenlichte Individuen zu bemerken, die um die Eiersäckchen einen zarten, weißlich glänzenden Saum führen. Das mikroskopische Bild zeigt dann eine außerordentlich große Anzahl meist gleichlanger zarter Hyphen, die aus den Eiern senkrecht zu deren Oberfläche hervortreten. Der feinkörnige Inhalt der meist ca. $5\ \mu$ dicken Hyphen ist gleichmäßig verteilt, das hyaline Plasma ohne jede merkbare Bewegung, und das reichlich wuchernde, feinfädige Myzel ohne Querwände im Innern der Eier erst nach leichtem Zerdrücken des Eiersäckchens zu erkennen. — Wird ein solches Eiersäckchen losgerissen und isoliert im hängenden Tropfen fortlaufend beobachtet, so lassen sich daran ohne weiteres alle Stadien der Schwärmerbildung verfolgen.

In regelmäßigen Abständen, bald als dichter Plasmappropf quer durch die Hyphe, bald als lang ausgezogener Wandbelag wird der ganze Inhalt eines jeden Sporangiums in Schwärmer zerlegt, die sich allmählich abrunden und in nur einer Reihe angeordnet sind (siehe Fig. 1 der Tafel). Das nie zu einer Spitze ausgezogene Sporangium reißt plötzlich am Scheitel auf und in rascher Folge zwängen sich die Schwärmer nach außen, wo sie in Form eines hohlen, meist kugeligen Haufens unbeweglich liegen bleiben (Fig. 2). Die Wand des Sporangiums bleibt stets erhalten, ein Durchwachsen von Hyphen durch ein entleertes Sporangium kommt nie vor. Die Zahl der austretenden Schwärmer ist großen Schwankungen unterworfen; ein Sporangium kann 16 bis weit über 100 Schwärmer liefern. Die Gesamtproduktion aller Sporangien eines Eiersäckchens ist enorm und man kann leicht Individuen von Diaptomus fischen, deren Eiersäckchen von einer förmlichen Wolke ausgetretener Schwärmer umgeben sind (Fig. 1 B im Text). — Nach einiger Zeit ruhigen Liegens der Schwärmer um den Sporangiumscheitel beginnt der Inhalt ruckartige, dann langsam rotierende Bewegungen zu zeigen und zwängt sich unter Einschnürung durch ein kleines, kreisrundes Loch in der derben Membran bald nach außen in das umgebende Wasser (Fig. 3). — Zusatz von etwas JJK läßt klarer die Form und den Bau der nun beweglichen Schwärmer erkennen. Sie sind leicht elliptisch bis nierenförmig, haben einen distinkten Kern und zwei seitlich inserierte Zilien von ca. dreifacher Länge des Körpers (Fig. 3). Durch den Zusatz von JJK bzw. verdünnter Farbstofflösungen (Methylenblau, Gentianaviolett oder Safranin) sind auch gleichzeitig die leeren Sporangiumwände und die Häute der unbeweglichen Stadien der Schwärmer leicht darzustellen. Eine durch bakterielle Infektion bedingte Verschleimung (Zellulosezerstörer?!), vernichtet früher oder später das vorher klare Bild (Fig. 1).

Im Verlaufe kontinuierlicher Beobachtung eines Präparates mit beweglichen Schwärmern kann man dann ebenfalls bequem alle Stadien der Rückkehr zur Unbeweglichkeit und das Keimen selber verfolgen. Die anfangs lebhaften, taumelnden Bewegungen werden immer träger und gruppenweise sammeln sich die Schwärmer in der Nähe des Deckglasrandes oder am Rande des hängenden Tropfens. Die Zilien verkleben und zerschmelzen bald, und nach Bildung einer derberen Membran liegen die jetzt wieder

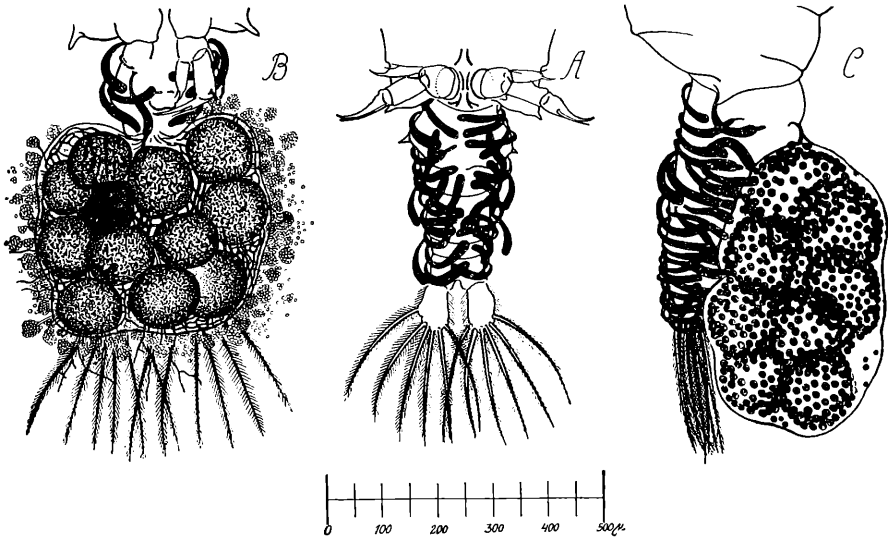


Fig. A: Abdomen von *Diaptomus* mit typischer Anordnung der Hyphen, die von der Dorsalseite her sich ventral schlingen.

Fig. B: Eiersäckchen von *Diaptomus* mit infizierten Eiern, aus denen die Schwärmersporangien austreten und in außerordentlicher Zahl die Schwärmer entlassen.

Fig. C: Typisches Bild der Lagerung der Oosporen welche die Kontur der zerstörten Eier wiedergeben. Man achte auch hier auf die Anordnung der vom Rücken her zu den Eiern gerichteten „Infektionshyphen“ Vergr.: 90 mal.

unbeweglichen, runden Schwärmersporen in großer Anzahl im Gesichtsfelde. Je nach den äußeren Bedingungen — genug freier Sauerstoff, reichlich Wasser usw. — kommt es früher oder später zur Bildung eines Keimschlauches und damit zur Aufnahme des vegetativen Wachstums (Fig. 4).

Die eben beschriebene Art der Vermehrung durch fädige Sporangien mit nur einer Reihe von Schwärmern, die nach ihrem Freiwerden vorübergehend unbeweglich um den Sporangiumscheitel

liegen bleiben, dann erst nach Häutung beweglich werden und nach Verlust der zwei seitlich inserierten Zilien nach einem neuerlichen kurzen Ruhestadium mit einem Keimschlauch austreiben, ist der einzige Modus ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei diesem Pilz. Konidien- oder Gemmenbildung fehlt.

III.

Während die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmer erfolgt, die aus Sporangien austreten, welche frei in das Wasser ragen, spielt sich die geschlechtliche Vermehrung im Eiersäckchen fast stets sogar im Innern der zerstörten Eier selber ab. Das dichte Hyphengeflecht in ihnen zeigt dann in den Anfangsstadien keulig aufgetriebene Seitenäste, die sich bald kugelig abrunden und durch ein kompakteres Plasma von dem übrigen hyalinen Inhalt der vegetativ gebliebenen Hyphen abheben. Eine Querwand trennt frühzeitig die Oosporangiumanlage von der Traghyphe, wobei selten die neu gebildete Wand knapp unter dem Oogonium zu liegen kommt, sondern fast immer tiefer in der Seitenhyphe liegt (Fig. 6). Auffallende, geformte Inhaltskörper fehlen vor der Befruchtung, das fein granuliertes Plasma läßt kaum den einen Kern erkennen.

Gleichzeitig oder knapp nach der Anlage der Oogonien erfolgt auch die Differenzierung der Antheridien, die zu mehreren entweder von derselben Hyphe gebildet werden, die Oogonien trägt, oder die auch einer Nachbarhyphe entspringen können. Die Antheridien sind kurz, schlauchartig, öfters gekrümmt (Fig. 6) und führen hin und wieder in ihrem hyalinen und auch vakuoligen Inhalt einige kleine Fettröpfchen. Eine deutliche Querwand trennt auch die reifen Antheridien von ihrer Traghyphe. In einem vorgeschritteneren Stadium findet man die Oogonien enge von 1—3 Antheridien umschlungen, diese mit ihrer Spitze oft senkrecht zur Oogonwand orientiert. Die Befruchtung erfolgt durch Übertritt des Inhaltes eines reifen Antheridiums in das Oogonium, wobei auch nach der Entleerung die Antheridienwand erhalten bleibt (Fig. 7). Die überzähligen Antheridien degenerieren bald nachher; das Produkt der Befruchtung ist eine Oospore von ca. 16—25 μ Durchmesser, charakteristischem Inhalt und bestimmt gebauter Membran. Im Innern der Oospore liegt stets ein großer, gelblicher und stark glänzender Fetttropfen, während das Plasma kompakt erscheint, frei von anderen Einschlüssen ist und eine rötlichbraune Farbe hat. Die vor der Befruchtung glatte Membran des Oogons bildet meist später mehr oder minder große Höcker und Buchten. Obwohl es niemals zur Bildung „morgensternartiger“ Zacken kommt, so ist doch das diagnostisch wichtige Merkmal der Membranhöcker leicht aufzuzeigen (Fig. 7).

Die Bildung von Oosporen kann in einem Eiersäckchen von *Diaptomus* derart ausgiebig erfolgen, daß durch die vielen Hunderte von Oosporen die Form und Kontur der destruierten Eier erhalten bleibt (Fig. C im Text). Das vegetative Myzelium des Pilzes beginnt allmählich zu degenerieren und ist nur mehr nach Färbung wieder zu erkennen. — Erwähnen will ich noch, daß man bei längerer Untersuchung immer wieder Individuen von *Diaptomus* finden kann, deren Eiersäckchen gleichzeitig Schwärmsporangien, Oogonien und Antheridien führen; das vegetative Myzel ist dann immer sehr üppig ausgebildet und zeigt deutliche, wenn auch langsame Plasmaströmung, die sonst fehlt.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung werden sonach die Oogonien an endständigen, kurzen Zweighyphen gebildet, die Antheridien zu 1—3 an der Zahl knapp unter dem Oogon angelegt bzw. von einer Nachbarhyphye differenziert; die einzige Oospore führt einen großen Fetttropfen und ist niemals mit glatter Membran umgeben, sondern höckerig.

Die Keimung der reifen Oospore konnte in der Zeitdauer, die den Beobachtungen gewidmet war, nicht verfolgt werden. Ich vermute, daß die derbwandige Oospore einer Ruheperiode bedarf, die vielleicht dem Entwicklungszyklus von *Diaptomus* angepaßt ist. Ich habe wiederholt reife Oosporen zwischen Algenwatten gefunden, sie auch aus Schlammproben fischen können, doch bisher nicht zur Keimung gebracht.

IV.

Die systematische Stellung des Pilzes ist nach den vorstehenden Ausführungen unschwer mit Sicherheit zu bestimmen. Es handelt sich um einen Oomyzeten, und zwar aus der Unterordnung der Saprolegninae, im Speziellen um einen Vertreter der Gattung *Aphanomyces* de Bary. Von den bisher beschriebenen Arten weicht aber unser Pilz schon insofern ab, als nur *A. phycophylus* de Bary eine ausgesprochen parasitische Lebensweise führt. Die eben genannte Art lebt parasitisch in Algen, bevorzugt dabei *Spirogyra*-Arten und kommt, soviel ich bis heute aussagen kann, in dem Untersuchungsgebiet, das mir zugänglich war, überhaupt nicht vor. Die übrigen *Aphanomyces*-Arten, deren bekannteste Vertreter *A. laevis*, *A. scaber*, *A. stellatus* sind, sind Saprophyten, die auf in Wasser faulenden Insekten und Krustazeen vorkommen. Außerdem unterscheiden sie sich von der in den Eiersäckchen von *Diaptomus* parasitierenden Art durch wesentliche morphologische Merkmale, wie Bau der Schwärmer, Größe der Oosporen und Aussehen der Oosporenwand. Das sind wohl Gründe genug, eine neue Art aufzustellen und ich schlage vor, sie als ***Aphanomyces ovidestruens*** Gickl-

horn nov. spec. zu benennen, wobei der Artnamen auf die auffallende Erscheinung der Zerstörung lebender Eier von *Diaptomus* hinweisen soll. Die Artdiagnose ergibt sich aus den früheren Ausführungen, die durch die folgenden Untersuchungen erweitert werden können.

V.

Die Art der Infektion war in großen Zügen wohl schon durch die zahlreichen Beobachtungen zu erschließen, doch legte ich Wert darauf, sie direkt in allen Stadien zu verfolgen. — Wird einem Präparat mit beweglichen Schwärmern ein vorher auf das Fehlen jeder Pilzinfektion eigens geprüftes Weibchen von *Diaptomus* zugesetzt und dann im hängenden Tropfen oder in einer flachen Uhrschale fortlaufend beobachtet, so zeigt sich, daß zahlreiche Schwärmer sich an dem Tier festsetzen. Auffallenderweise bevorzugen sie dabei die Abdominalsegmente und hier sogar die Dorsalseite (siehe Fig. A im Text). — Ich konnte bis heute keinerlei Erklärung für diese Tatsache finden, vermute aber, daß das Spiel der Beine, bzw. die durch die ruckartigen Bewegungen von *Diaptomus* entstehenden Wirbelströme mit bestimmend sein könnten. Unter den gleichen Bedingungen heftete sich das an frisch gefischtem *Diaptomus* sehr häufig vorkommende *Chlorangium stentorium* Stein mit Vorliebe an die Hautfalten zwischen den Cephalothoraxsegmenten an. — Das Festsetzen der Schwärmer unseres Pilzes erfolgt sicher mit Hilfe der Geißeln, die bald verkleben und abschmelzen. Nach einiger Zeit streckt sich der vorher kugelige Schwärmer und wächst zu einer kurzen, kräftigen und derbwandigen Hyphe aus, die mit einer eigenen Haftscheibe von Glockenform oder leicht geriefter Oberfläche am Tierkörper befestigt ist (Fig. 5, 9 und 11). Das Plasma und die Kerne dieser Hyphen sind durch die reichlich vorhandenen Einschlüsse, meist kleine Fettkügelchen, vollständig verdeckt; Plasmaströmung fehlt auch hier immer. Das Überraschendste aber ist die Anordnung dieser Hyphen: vom Rücken her sind sie förmlich zweizeilig, wie gekämmt ventral gebogen und umschlingen das Abdomen mit Ausnahme der Furka (Fig. A—C im Text). Dabei ist die halbkugelig abgerundete Spitze gegen das Eiersäckchen orientiert und durch Strecken der noch immer keuligen Hyphen streben diese, vielleicht chemotaktisch gereizt, dem Eiersäckchen zu. An jenen Hyphen, die nun knapp an die die Eier gemeinsam umschließende Haut kommen, schnürt sich alsbald eine zwiebelartig gestaltete Partie der Hyphenspitze ab, wächst mit einer weit schmäleren, neugebildeten Hyphe unverzweigt oder verzweigt auf die Eier zu und bildet in diesem gewiß günstigen Nährboden in rascher Folge weitere Zweighyphen aus (Fig. 8). Eine immer tiefer greifende Einschnürung an der „Infektionshyphe“, hin und wieder eine echte Querwand, löst den so ge-

bildeten „Senker“ bis zur vollständigen Isolierung los (Fig. 8 unten). Die blasigen und halb verquollenen Aufreibungen, die ich mehrere Male an Hyphen um die Eiersäckchen fand, waren sonach die letzten Reste eines solchen „Senkers“

Nach Kenntnis dieses eigenartigen Infektionsmodus versuchte ich auch, die „Senkerbildung“ experimentell zu erzielen. Ich isolierte durch leichten Druck eine Anzahl von „Infektionshyphen“ und ließ sie auf Eiersäckchen zuwachsen. Dabei zeigten die entfernter liegenden Hyphen zuerst eine schwächliche, hyaline Ausstülpung am Hyphenscheitel, die rasch zu einer dünnen Hyphe, die sich nach kürzerem Wachstum geweihartig verzweigte, auswuchs (Fig. 9). In solchen Fällen erfolgte ein Durchwachsen durch die Eihaut, ohne auffällige „Senkerbildung“, ganz im Gegensatz zu den schon anfangs knapp bei dem Eiersäckchen liegenden „Infektionshyphen“, die auch isoliert ohne weiteres „Senker“ abschnürten. Für eine eingehende physiologische Untersuchung bieten die geschilderten Verhältnisse sicherlich manches lohnende Problem.

Während nach der Infektion ein reich entwickeltes Myzel in den Eiern von *Diaptomus* sich bildet, verfallen die „Infektionshyphen“ früher oder später der Degeneration. Überträgt man einen *Diaptomus* mit seinen „Infektionshyphen“ in reines Wasser (Leitungswasser, das immer wieder gewechselt wird), so erfolgt allmählich ein Einschmelzen der geformten Inhomogenkörper, so daß man dann bequem den plasmatischen Inhalt der Hyphen beobachten kann. Dabei fallen besonders die schon am lebenden Objekt deutlich sichtbaren, großen Kerne auf, die zu ca. 8 bis 20 in einer Hyphe vorkommen (Fig. 11). Ebenso bemerkt man in Hyphen des Myzeliums in den Eiern leicht die Kerne, wenn durch allmähliches Aushungern die Reservestoffe verbraucht sind.

Außer der eben beschriebenen Infektion durch „Senker“ kommt auch direkte Infektion der Eier durch die Keimschläuche aus Schwärmern vor, wenn diese sich in der äußeren, gallertig verquollenen Schicht der Haut des Eiersäckchens festsetzen. Bemerkenswert scheint mir zu sein, daß gerade dieser, sozusagen einfachere Infektionsmodus so auffallend gegen die „Senkerbildung“ zurücktritt.

Überblickt man die Verhältnisse der Infektion und Myzeldifferenzierung von *Aphanomyces ovidestruens*, so ergibt sich ein biologisch eigenartiger Typus, der unter den Saprolegninae einzelt dasteht. Die gewöhnliche, wenn auch nicht immer so klare Sonderung in ein „Nährmyzel“ und ein „Wassermyzel“, beide in der Regel saprophytisch lebend, ist hier geändert. Ein parasitisch, sogar auffallend spezialisiert vorkommendes Myzel, das immer mehr minder reichlich ausgebildet ist und sowohl die sexuelle als auch asexuelle Fortpflanzung besorgt, steht hier den

„Infektionshyphen“ gegenüber, die niemals untereinander Myzel bildend auftreten, sondern nach einer Zeit epiphytischer — besser epizoischer — Lebensweise und Ernährung durch gelöste organische Stoffe des umgehenden Wassers zur „Senkerbildung“ kommen. Muß aus irgendwelchen Gründen die „Senkerbildung“ unterbleiben, so degenerieren die „Infektionshyphen“ alsbald oder treiben ein anders geartetes, zartes Myzel in tote Kopepoden und Krustazeen. Letzteren Fall konnte ich wohl im Laboratorium beobachten, als ich reichliche Planktonfänge mit *Aphanomyces ovidestruens* infizierte; doch scheint das am natürlichen Standort weit seltener zu geschehen, als man vermuten sollte. Ich habe Algenwatten und Schlammproben mit toten *Diaptomus*, *Cypris*, *Cyclops* und *Daphnien* eigens durchmustert und stets vom natürlichen Standort nur verschiedene *Saprolegnia*-Arten in den an organischen Stoffen gewiß sehr reichen Überresten gefunden. Daß *Aphanomyces ovidestruens* sich in Kultur saprophytisch ernähren kann, scheint mir außer Zweifel; unter natürlichen Verhältnissen aber ist er ein ausgesprochener und sogar spezialisierter Parasit.

Im Vergleich zur Masseninfektion der Weibchen von *Diaptomus*, scheint mir das weit seltenere Vorkommen von „Infektionshyphen“ und vegetativem Myzel an den Männchen bemerkenswert, die aber zahlreich genug auftraten. Nur etwa achtmal fand ich unter natürlichen Bedingungen infizierte Spermatothoren, die aber immer bereits entleert waren. An diesen Objekten war auch schön zu sehen, wie durch lokales Auflösen der kräftigen Chitinhülle der Spermatothoren die Hyphen nach außen durchbrechen, wobei an der Austrittsstelle die betreffende Hyphe blasig aufgetrieben und eingeschnürt ist (Fig. 10). Es dürfte sich kaum um eine bloß mechanisch verursachte Wandperforation handeln, sondern durch Mitwirkung chitinlösender Enzyme bedingt sein; bei anderen *Saprolegniae*, die ich beobachten konnte, kann über die Wirkung solcher Enzyme kein Zweifel sein.

VI.

Die besondere Vorliebe, möglicherweise sogar spezifische Anpassung von *Aphanomyces ovidestruens* an *Diaptomus* geht auch aus dem stets gemeinsamen Vorkommen des Pilzes und seines Wirtes hervor. Wie bereits früher erwähnt, war der „Donnerteich“ bei Plan der erste Fundort und lange Zeit suchte ich vergeblich im Umkreis von einer Gehstunde die Teiche und Tümpel der Umgebung von Plan nach *A. ovidestruens* ab. Nur die früher genannten Tümpel, die eben *Diaptomus* führten, enthielten auch den Pilz, wobei ich nicht sagen kann, ob er dort autochthon oder als eingeschleppt (wandernde Möwen oder Wildenten und Bläßhühner!) auftrat. Da ich durch die Masseninfektion im Donnerteich fürchten mußte, daß das natürliche Material

bald dezimiert sein kann, setzte ich Sporangien tragende Eier-säckchen in mehreren kleineren Teichen aus, ohne daß ich während einer dreiwöchentlichen Kontrolle an Orten, wo *Diaptomus* fehlte, Infektionen wiederfand. Wie sehr die Nachkommenschaft von *Diaptomus* durch die Pilzinfektion beeinträchtigt werden muß, zeigte nicht nur die Tatsache, daß im Laboratorium ich Nauplien von *Diaptomus* recht spärlich fand — ganz im Gegensatz zu *Cyclops* —, sondern daß auch in der Natur der vorher als Leitform vorkommende *Diaptomus* im Donnerteich Ende August verschwunden war. Trotzdem die Infektionsmöglichkeiten für andere Kopepoden und für Phyllopoden um nichts geringer erscheint, kommt doch nur *Diaptomus* als Pilzträger und Wirt für *Aphanomyces ovidestruens* in Betracht, welche Tatsache nicht nur durch direkte Beobachtung des natürlichen Materials, sondern auch durch die Infektionsversuche leicht aufzuzeigen ist.

Weitere Beobachtungen werden auch zeigen müssen, ob unser Pilz ein häufiger Bewohner von Teichen und Tümpeln ist, oder ob es sich um ein lokales Vorkommen handelt. Als Standorte kämen dann, so viel ich sehen konnte, stehende Wässer in Betracht, die nicht durch Abwässer und organische Stoffe allzusehr verunreinigt sind und vor allem *Diaptomus*-Arten in ihrem Plankton führen.

VII.

Bezüglich der Verfärbung der Eier, für die Betrachtung mit freiem Auge das erste Kennzeichen der stattgefundenen Infektion durch *A. ovidestruens*, möchte ich nur hinzufügen, daß sie durch ein in Fett gelöstes „Lipochrom“ bedingt ist. Während im nicht infizierten Ei der spärlich vorhandene Farbstoff durch eine Unzahl von Fettkügelchen als Reservestoff verdeckt ist, findet man die infizierten Eier wie übersät mit orangefarbenen oder zinnoberroten Fetttropfchen, die hin und wieder zu größeren Ballen zusammenfließen. In solchen Fällen kann es sogar zur Auskristallisation des Farbstoffes kommen, wobei zackige Blättchen oder lange Spieße im Innern der entfärbten Fettballen liegen. Die mehr dottergelbe Farbe der Eiersäckchen erklärt sich durch die reichlich vorhandenen Oosporen mit ihrem glänzenden Fetttropfen.

Die Schmuckfarben waren bei meinem Material überaus stark ausgebildet; besonders stachen die blauen Zonen um die Hautfalten zwischen den Cephalothoraxsegmenten hervor, ebenso die rote Farbe an der rechten, zum Greiforgan umgewandelten ersten Antenne der Männchen. — Auffallende grüne Verfärbungen der Tiere waren auch hin und wieder durch *Chlorangium stentorinum* Stein zu finden, das ja bekanntlich ein häufiger Epiphyt auf *Cyclops* ist, aber auch auf anderen Kopepoden sich niederläßt.

VIII.

Anhangsweise möchte ich noch eine Beobachtung erwähnen, die weiterer Verfolgung wert wäre. Trotzdem die zahlreichen lebenden Weibchen von *Diaptomus* bei längerem Stehen eines Fanges in Kürze durch *Aphanomyces ovidestruens* infiziert waren, trat doch das Myzel weit seltener in den toten Tieren auf, als erwartet wurde. Immer dominierten Saprolegniaarten — es waren mindestens zwei —, die aber mangels der Oogonien und Oosporen nicht weiter bestimmt werden konnten. Dabei war sehr oft der Darm bzw. Darminhalt toter Kopepoden und Daphniden der Ausgangspunkt des reichlich entwickelten Myzels, das auch bald außerhalb des Tierkörpers Schwärmsporangien mit Schwärmern bildete. Es stellte sich nun heraus, daß sowohl *Diaptomus* und *Cyclops*, als auch Daphnien die zur Ruhe gekommenen Schwärmer von Saprolegnien verzehren können, ohne daß deren Keimkraft geschädigt wird. Euglenen, Trachelomonaden und auch Colacien waren aber stets bereits im ersten Darmabschnitt leblos.

Ferner kamen mir einige Male lebende Individuen von *Daphnia longispina* unter, deren entleerter Brutraum von einem üppig wuchernden Myzel erfüllt war, ohne daß die Tiere merkbar geschädigt wurden und ohne daß innerhalb von vier Tagen der Pilz in lebendes Gewebe der Organe übertrat. Das geschah aber bereits innerhalb von 12 Stunden, als ich solche Daphnien durch Druck tötete. Auch hier war es eine Saprolegniaart, soweit es aus dem Habitusbild und den Schwärmsporangien zu erschließen war.

An der Zerstörung abgestorbener *Diaptomus*leiber waren bei meinem Material in erster Linie nicht weiter bestimmte, farblose Flagellaten und Ziliaten, im Verein mit Bakterien tätig; die Organe toter Daphnien aber wurden vor allem durch Saprolegnien verbraucht, die schließlich nur Reste der Chitinhüllen von den Ruderfüßen und Antennen bzw. der verkalkten Schale übrig ließen. Zierliche Sphärite und derbe Kristalle eines Kalksalzes traten dann in der Daphnienschale postmortal auf — eine Erscheinung, der ich auch an lebenden Daphnien so oft begegnete, daß ich umfassendere mikroskopische Beobachtungen anstellte.

Zusammenfassung.

1. Gegenstand der Studie ist ein als *Aphanomyces ovidestruens* nov. spec. bestimmter parasitischer Oomyzet, der im Donnerteich unweit von Plan bei Marienbad und in zwei größeren Tümpeln in nächster Umgebung die Eier von *Diaptomus*-arten vollständig zerstörte. Die Infektion ist mit freiem Auge vor allem an einer auffallend orange- bis zinnoberroten Verfärbung des Eiersäckchens von *Diaptomus* kenntlich.

2. Die ungeschlechtliche Vermehrung des Pilzes erfolgt durch immer fädige Schwärmsporangien mit nur einer Reihe zuerst unbeweglicher Schwärmer im Innern. Die frei gewordenen Schwärmer bleiben längere Zeit hindurch zu hohlen Haufen verbunden um den Hyphenscheitel liegen und bilden nach Häutung bewegliche Schwärmer mit zwei seitlichen Geißeln.

3. Die nach Verkleben der Geißeln neuerlich unbeweglichen Schwärmsporen besorgen die Neuinfektionen, indem sie sich in Massen an das Abdomen von Diaptomus festhalten. Direkte Infektion der Eiballen durch die Keimschläuche der Schwärmer ist verhältnismäßig selten.

4. Die sexuelle Fortpflanzung geschieht stets im Innern der von einem üppigen, feinfädigen Myzel durchwucherten Eier. Es wird in jedem Oogonium nach einer typischen Antheridialschlauchbefruchtung nur eine Oospore mit einem großen Fetttropfen und wellig konturierter oder höckeriger Membran gebildet. Die Keimung der Oosporen konnte nicht direkt verfolgt werden.

5. Die Infektion der lebenden Eier von Diaptomus erfolgt fast durchgehends mit Hilfe eigener „Infektionshyphen“, die aus Schwärmern entstehen, mit einer Haftscheibe dorsal oder lateral den Abdominalsegmenten aufsitzen und wie zweizeilig gekämmt dem Eiersäckchen sich zuwenden. In der Nähe der Eierhaut kommt es zur Bildung von „Senkern“. Durch seitliche Einschnürung oder echte Membranbildung wird eine blasige bis zwiebelartige Spitzenpartie der „Infektionshyph“ bis zur vollständigen Isolierung abgetrennt. Dieser „Senker“ treibt eine schmächtige, hin und wieder verzweigte Hyphe in die Eier vor, woselbst in Kürze ein mehr oder minder reichlich entwickeltes Myzelium entsteht. Dieser Infektionsmodus steht unter den bisher bekannten Oomyzeten wohl vereinzelt da, ebenso die Ausbildung eines epizoisch auf Diaptomus lebenden Entwicklungsstadiums, das nie myzelbildend vorkommt, sondern nach der Infektion früher oder später degeneriert.

6. Die ausgesprochen parasitische Lebensweise unter anscheinend spezialisierter Anpassung oder Vorliebe für Diaptomusarten ist am auffallendsten aus dem stets gemeinsamen Vorkommen von Diaptomus und *Aphanomyces ovidestruens* ersichtlich. Unter den gleichen äußeren Bedingungen griff die Infektion, soweit bisher beobachtet werden konnte, niemals auf die Eiersäckchen lebender Zyklopsarten über, ebensowenig auf den Brutraum der Kladozeren. Obwohl auch die Männchen von Diaptomus Pilzträger sein können, bleiben die Spermatophoren fast durchgehends vom Pilz verschont.

7. Die auffallende Verfärbung der Eiersäckchen zu orange- bis leuchtend roten Tönen ist durch das auch im infektiionsfreien Ei vorhandene Lipochrom bedingt. Bei hochgradiger Zerstörung

der Eier von *Diaptomus* kann es in größeren Fettballen sogar zur Auskristallisation des Farbstoffes kommen.

8. Trotz eines unter natürlichen Bedingungen bis zur Masseninfektion und zur vollständigen Dezimierung von *Diaptomus* — der Leitform in den Planktonproben des früher genannten Fundortes — gesteigerten Vorkommens erfolgte die Zerstörung toter *Diaptomus*leiber nur ausnahmsweise durch den Parasiten. Bei Daphnien waren es durchgehends *Saprolegnia*arten, die die organischen Reste verbrauchten und die öfters aus einer mit der Nahrung aufgenommenen Schwärmspore von *Saprolegnia* stammten.

Figurenerklärung zur Tafel.

Fig. 1: Bildung der Schwärmer in den Sporangien; Übergänge der Differenzierung bis zur typischen, einreihigen Anordnung.

Fig. 2: Hohlkugeliger Haufen von freigewordenen Schwärmern, die den Sporangiumscheitel liegen bleiben.

Fig. 3: Stadien der Bildung beweglicher Schwärmer ihrer typischen Form.

Fig. 4: Keimung der ruhenden Schwärmerosporen.

Fig. 5: Basalstücke der „Infektionshyphen“ mit Haftscheibe.

Fig. 6: Differenzierung von Oogon und Antheridien.

Fig. 7: Oosporen. Man achte auf die Membran des Oogons und die Reste der Antheridien.

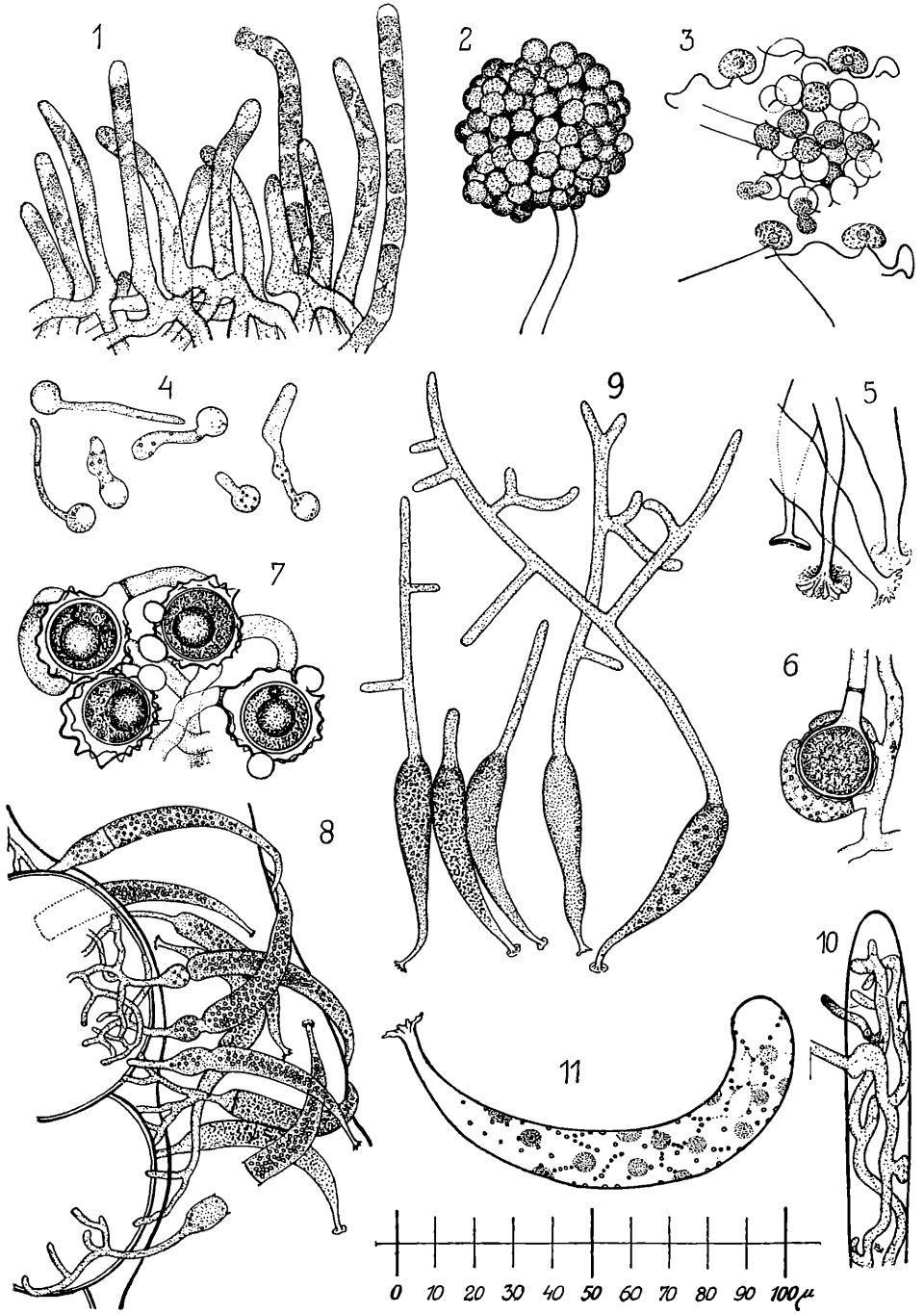
Fig. 8: Verschiedene Stadien der „Senkerbildung“ den „Infektionshyphen“ aus.

Fig. 9: Isolierte „Infektionshyphen“ die ausgetrieben haben und beginnende Myzelbildung zeigen.

Fig. 10: Infizierter Spermatophor mit einer lokal die Wand durchbohrenden Hyphe.

Fig. 11: Kräftige Infektionshyphe mit spärlichem Inhalt, so daß die Kerne klar hervortreten.

Sämtliche Figuren der Tafel wurden mit Ok. IV und Obj. 7 a (Reichert) in Tischhöhe mit dem Zeichenapparat entworfen. Maße, die im Text nicht angeführt sind, mögen an der beigefügten Skizze des Objektmikrometers abgenommen werden.



Autor del.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Gicklhorn Josef

Artikel/Article: [Aphanomyces ovidestruens nov. spec. - ein Parasit in den Eiern von Diaptomus 143-156](#)