

Beitrag zur Kenntniss der Chytridiaceen.

Von

Dr. Leon Nowakowski.

II.

Polyphagus Euglenae,

eine Chytridiacee mit geschlechtlicher Fortpflanzung.

Mit Tafel VIII. und IX.

1. *Geschichtliches.* Im Jahre 1851 veröffentlichte Dr. G. Gros in Moskau eine Abhandlung, worin er „mit mathematischer Gewissheit“ den Nachweis geführt zu haben glaubte, dass ein einfacher Elementarorganismus (*Protocellule*) je nach den Umständen sich in die verschiedensten niedern Thiere und Pflanzen zu entwickeln fähig sei; als eine solche *Protocellule* bezeichnete Gros die *Euglenen*, die er für die gemeinschaftliche Matrix fast aller Infusorien, gewisser Pflanzen (*Closterien*, *Diatomeen*, *Conferven*, *Moose*), sowie vielleicht aller Räderthiere erklärte. In Deutschland beobachtete Gros unter Anderem, dass Millionen Individuen einer rothen *Euglena* (wohl *E. sanguinea* Ehr.) sich etwas entfärbten und an ihrer Oberfläche einen farblosen gestielten kugeligen Schlauch austrieben, der seinen blasigen Inhalt wieder an der Spitze in eine Art cylindrischer Scheide austrieb; in dieser Scheide wuchsen die Bläschen, animalisirten sich mehr und schwärmten endlich als Monaden mit einer vorausgehenden Cilie aus¹⁾).

Im Frühjahr 1855 untersuchten C. Th. v. Siebold und Dr. Meissner gemeinschaftlich zu München *Euglena viridis*; sie fanden an encystirten sowie an kugelig contrahirten Exemplaren farblose, verschiedenartig gestaltete, meist schlauchartig verlängerte Gebilde,

¹⁾ G. Gros, De l'embryogénie ascendante des espèces ou génération primitive, equivoque et spontanée et metamorphoses de certains animaux et végétaux inférieurs. Bulletins de la Soc. imp. de naturalistes de Moscou 1851. No. I. p. 283, No. II. p. 429, Tab. C¹. Fig. 7 mit Erklärung auf p. 474.

bald einzeln, bald zu mehreren (3–4), aussen festsitzen; ihre Basis schwillt fast kugelig an und grenzt sich durch eine Einschnürung von dem dickeren Schlauch etwas ab; manchmal findet sich der kugelige Bulbus seitlich am Schlauch; in letzterem, nicht aber in dem Basaltheil, bilden sich bewegliche Keimzellen, welche aus der ohne Deckel sich öffnenden Spitze des Schlauchs ausschwärmen; sie sind verlängert oval und schleppen die lange Wimper an dem mit scharf begrenztem Kern versehenen Ende nach.

Im Jahre 1855 wurde der nämliche Parasit der *Euglena* in Breslau von Th. Bail untersucht; die Keimzellen, die ihre Wimper als Steuerruder nachziehen, setzten sich, nachdem sie länger als eine Stunde schwärmten, an *Euglenen*, oder machten auch im freien Wasser Halt und nahmen eine verkehrt birnförmige Gestalt an, worauf sie mehrere, oft vier, ins Kreuz gestellte, sehr zarte lange Fäden aussandten, welche sich sogar verzweigten, und ein wahres Netzgeflecht bildend, an die Pseudopodien der Acineten erinnerten, jedoch nicht contractil waren. Anscheinend aus einem solchen Faden ging durch allmähliches Dickerwerden ein langer stielförmiger Fortsatz hervor, während der eigentliche Körper zu einem sehr grossen, darm- oder wurstförmigen, bisweilen auch keulen-, birn-, ei- oder kugelförmigen Schlauche auswuchs; in ihm entstanden sehr zahlreiche, mehr oder minder regelmässig geordnete Oeltropfen, welche zu Kernen von Schwärmosporen wurden; diese selbst traten durch eine, selten zwei, nicht scharf umschriebene, deckellose Mündungen langsam nach einander aus¹⁾).

Am 7. Juni 1855 trug A. Braun seine berühmten Untersuchungen über die Gattung *Chytridium* der Berliner Akademie vor, wobei er den Parasiten der *Euglenen* unter dem Namen *Chytridium Euglenae* A. Br. beschrieb, indem er die Beobachtungen von Gros, v. Siebold, Meissner und Bail zu Grunde legte; jedoch zog er die wurzelartige Fadenbildung, die Bail beschrieben, als einen den übrigen *Chytridien* fremden Umstand in Zweifel, obwohl Bail, der damals an der Breslauer Universität studirte, seine Untersuchungen unter den Augen von Ferdinand Cohn gemacht und sich auf dessen Zeugniß berufen hatte²⁾).

¹⁾ Bail, Mykologische Berichte III. *Chytridium Euglenae*, Botanische Zeitung vom 28. Sept. 1855 p. 678.

²⁾ A. Braun, Ueber *Chytridium*, Monatsberichte der Berliner Akademie Juni 1855, No. 14. Ueber *Chytridium*, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusorien; Abhandlungen der Berliner Akademie 1856 p. 41. Tab. IV. Fig. 26, 27.

Am 1. Decbr. 1856 begründete A. Braun in einer Sitzung der Berliner Akademie die zweizellige Gattung *Rhizidium*, deren Fortpflanzungszelle als seitliche Aussackung aus der wurzelartig verzweigten vegetativen Zelle hervorwächst; er stellte hierbei die Vermuthung auf, dass der Bail'sche Parasit ein *Rhizidium*, und von dem durch Meissner u. Siebold untersuchten *Chytridium Euglenae* verschieden sein möge ¹⁾).

In den Sitzungen der phys.-medizin. Gesellschaft zu Würzburg vom 20. März und 18. April 1857 beschrieb Schenk von neuem die Schmarotzer der *Euglena viridis*; er beobachtete nicht die stielartigen Fortsätze und die wurzelartig in die *Euglenen* eindringenden fadenförmigen Verlängerungen, die Bail erwähnte, und stellte die Schwärmsporen als kugelig dar, mit vorangehender Wimper; sie bildeten sich nur in dem schlauchartigen Theile, der an der Spitze ein oder zwei, selbst drei stumpfe Vorrangungen hat und schwärmten aus den inzwischen durch Einreissen geöffneten Fortsätzen aus; eine am festsitzenden Ende des Parasiten verschmälerte Basalzelle, die Bail bei seiner Beschreibung nicht unterschieden hatte, ist um diese Zeit inhaltsleer und ergiesst vermuthlich ihren Inhalt in die zur Sporenbildung bestimmte Zelle, worauf sich zwischen beiden eine Scheidewand bildet; da der Organismus hiernach entschieden zweizellig ist, so trennte ihn Schenk von *Chytridium* und stellte ihn ebenfalls zu *Rhizidium* ²⁾).

Seit jener Zeit ist meines Wissens über die Parasiten der *Euglenen* nichts weiter bekannt gemacht worden; um so lebhafter war mein Wunsch, dieselben zu beobachten und die theilweisen Widersprüche der früheren Beobachter aufzuklären. Ende April dieses Jahres hatte ich das Glück, in einem Graben bei Breslau unter *Euglena viridis* auch den lange gesuchten Parasiten aufzufinden und durch eine mit gütiger Beihilfe des Herrn Prof. Ferdinand Cohn im pflanzenphysiologischen Institut der Universität Breslau gemachte Untersuchung die vollständige Entwicklungsgeschichte desselben festzustellen. Die hierbei ermittelten Thatsachen haben so viele wesentliche Verschiedenheiten von den Gattungen *Chytridium* A. Br. und *Rhizidium* A. Br. herausgestellt, dass sie, wie in der Folge specieller dargelegt werden wird, zur Aufstellung einer neuen Gattung unter dem Namen *Polyphagus* berechtigen, in welcher als bis jetzt einzige Art der Parasit der *Euglenen* als *Polyphagus Euglenae* aufgeführt werden soll.

¹⁾ Monatsberichte der Berliner Akademie 1856 p. 592.

²⁾ A. Schenk, Algologische Mittheilungen, Verhandlungen der phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg Bd. VIII. Lief. II. p. 246.

Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Band II, Heft II,

2. *Organisation von Polyphagus.* Als die *Euglenen* von dem oben erwähnten Graben einige Tage in Glasgefäßen nahe den Fenstern des Instituts cultivirt worden waren, bildete sich wie gewöhnlich auf der dem Lichte zugewendeten Seite der Gefäße ein grüner schleimiger Ueberzug, welcher aus den sich zur Ruhe vorbereitenden und zum Theil schon encystirten *Euglenen* bestand. Zwischen diesen zeigte sich der von mir gesuchte Parasit in üppigster Entwicklung. Seine Schwärmsporen keimen nach Beendigung ihrer Bewegungen zwischen den ruhenden *Euglenen*; sie nehmen kugelige Gestalt an und erscheinen daher zuerst als kleine farblose, mit einem stark lichtbrechenden, etwas gelblichen Kern versehene Kugelzellen; hierauf treiben dieselben von ihrer Oberfläche vier kreuzförmig gestellte, oder mehrere (5–6) strahlenartig ausgehende, unmessbar dünne Fäden (Keimfäden) nach allen Seiten aus (Taf. VIII. Fig. 1). Jeder dieser Fäden verlängert sich mehr oder weniger, bis er auf eine der in der Nachbarschaft zur Ruhe gekommenen *Euglenen* trifft, sodann durchbohrt er die Haut derselben und dringt in ihr grünes Protoplasma ein; indem er dasselbe allmählich aussaugt, verhält er sich nunmehr als ein Haustorium. Einer der Keimfäden, nämlich derjenige, welcher zuerst in eine *Euglena* eingedrungen war, übertrifft bald die übrigen an Dicke, und erscheint daher als röhrenförmiger Stiel, durch welchen der Parasit oft keulenförmige Gestalt erhält (Taf. VIII. Fig. 2, 4). Der Körper des *Polyphagus* vergrößert sich in Folge seiner reichlichen Ernährung durch die von ihm ausgesaugten *Euglenen* immer mehr; der in ihm anfangs befindliche starklichtbrechende Kern der Schwärmspore verkleinert sich allmählich und verschwindet schliesslich ganz; statt seiner kommen im Protoplasma mehr oder weniger zahlreiche Oeltropfen und auch Vacuolen zum Vorschein. Die übrigen Haustorien bleiben entweder in ihrem primären fadenförmigen Zustande während des ganzen Lebens des Parasiten, oder sie verlängern und verzweigen sich, indem sie neue *Euglenen* aufsuchen (Taf. VIII. Fig. 2, 4). Inzwischen haben diejenigen Haustorien, welche schon früh in *Euglenen* eingedrungen waren, sich bedeutend verdickt, verlängert und neue seitliche Aeste getrieben, nicht sowohl aus ihrer ganzen Länge, als besonders aus der Nähe derjenigen Stelle, an der sie sich in die *Euglene* einbohrten (Taf. VIII. Fig. 7 a. a.). Selten wachsen sie sogar durch die ergriffene *Euglene* hindurch und dringen in die nächstliegende ein (Taf. VIII. Fig. 13 a.). So entwickeln sich viele stärkere und schwächere, zum Theil scheinbar gabelige, wurzelartige Zweige, die sich zuletzt in sehr feine Fädchen verästeln (Taf. VIII. Fig. 7, 13). Da wo ein Haustorium die Wand

der *Euglenē* durchbohrt, zeigt es bei seiner späteren Verdickung oft eine schwache Einschnürung (Taf. IX. Fig. 7); im Innern der *Euglena* verzweigt es sich mitunter noch mehrere Male (Taf. IX. Fig. 9e).

Wenn eine Schwärmspore des *Polyphagus* unmittelbar auf der Oberfläche einer verpuppten *Euglena* gekeimt ist, so treibt sie an der Berührungsstelle ein Haustorium, welches ganz und gar im Innern der *Euglena* verborgen ist, so dass der Parasitenkörper auf der *Euglena* zu sitzen scheint (Taf. VIII. Fig. 6). Nicht selten keimen und entwickeln sich auf einer *Euglena* mehrere Parasiten (Taf. VIII. Fig. 5).

Indem die *Euglenen* durch die Haustorien des Parasiten ausgesaugt werden, verliert ihr Körper allmählich sein grünes Protoplasma und wird zuerst grünlich gelb, dann ganz entfärbt bis auf einen bräunlichen körnigen Rückstand; die Paramylumkörner, welche in den grünen *Euglenen* meist zahlreich eingelagert waren, sind in den getödteten verschwunden; ihre Membran leistet am längsten Widerstand, geht aber schliesslich ebenfalls zu Grunde. Der braune Rückstand bleibt als letzter Rest der verzehrten *Euglenen* an den Haustorien haften.

Die Haustorien des *Polyphagus* ähneln in ihrem Verhalten, besonders im jungen Zustande, den Pseudopodien gewisser *Rhizopoden* oder *Acineten*, wie schon Bail bemerkte; sie verändern aber nie ihre Gestalt und besitzen schon früh eine starre allmählich sich verdickende Membran, welche durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt wurde. Weil die Haustorien nur Verlängerungen des Parasiten sind und keine Querwände besitzen, muss unser Organismus als einzellig bezeichnet werden. Sein Protoplasma, welches viele gelblich gefärbte Oeltropfen enthält, färbt sich durch Jod röthlich braun, wie dasjenige der Haustorien, in welchen man aber nur selten einige Oeltropfen wahrnehmen kann.

Der Körper des *Polyphagus* zeigt in seiner Gestalt und Grösse vielfache Mannigfaltigkeit, besonders in jugendlichem Zustande. Im Allgemeinen stellt er zwei Hauptformen dar: kugelige oder keulenförmige; doch kann er auch eiförmig oder mehr elliptisch sein; er erscheint, wie Bail sich ausdrückt, acinetenähnlich, wenn eines seiner Haustorien sich durch Dicke und Länge von den übrigen, welche dünn fadenförmig geblieben, bedeutend unterscheidet. Ueberhaupt scheint oft die ganze Gestalt des Parasiten von der Entwicklung seiner Haustorien abhängig zu sein. Gelingt es den letzteren, sämmtlich und gleichzeitig *Euglenen* auszusaugen, so entwickelt sich der Parasit nach allen Seiten hin regelmässig und wird daher kugelig; da-

gegen überwiegt seine Ausdehnung in dieser oder jener Richtung je nach der stärkeren Entwicklung eines in eine *Euglena* eingedrungenen Haustoriums. Manchmal verlängert sich der *Polyphagus*-Körper ganz auffallend, indem er an seinem Scheitel wächst, und eine schlanke schlauchförmige, im oberen Theile, welcher sehr grosse Vacuolen enthält, etwas verschmälerte Gestalt annimmt. Er erreicht hierbei oft ausserordentliche Länge, über 0,2 Mm. (200 Mikr.), während die Grösse der kugeligen Parasitenkörper in der Regel nicht über 37 Mikr. und die grösste Dicke der Haustorien etwa 6 Mikr. beträgt.

Die Fortpflanzung von *Polyphagus* geschieht in doppelter Weise, auf ungeschlechtlichem und auf geschlechtlichem Wege. Erstere, welche ich zuerst am Anfang meiner Beobachtungen, Ende April, antraf, geschieht durch Schwärmosporen; letztere fand ich erst einige Tage nach Beginn und von da an bis zum Schluss meiner Culturen (Mitte Juni 1876).

3. *Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmosporen.* Die Schwärmosporen entstehen in Zoosporangien, welche an der Aussenseite des Parasitenkörpers aus seinem gesammten ausgetretenen Protoplasma hervorgehen; daher kann nach einem von Delpino zuerst zweckmässig gebildeten Ausdruck¹⁾ der eigentliche Parasitenkörper auch als Prosporangium bezeichnet werden. Die Zoosporangien bilden sich auf folgende Weise:

Das gesammte Protoplasma des *Polyphagus* durchbohrt die Zellwand an einem Punkte und tritt durch eine ziemlich grosse kreisrunde Oeffnung nach aussen heraus. Zuerst dringt bruchsackartig eine kleine Protoplasmaablaste hervor, welche sich langsam vergrössert; wenn endlich die Blase das ganze Protoplasma aufgenommen hat, so bildet dasselbe entweder einen scharf begrenzten ovalen oder elliptischen Körper unmittelbar vor der Oeffnung des Prosporangiums (Tafel VIII. Fig. 8, 9, 10) oder es nimmt eine walzlich schlauchförmige, verlängerte Gestalt an, indem es sich terminal in einer der Prosporangiumöffnung entgegengesetzten Richtung ausdehnt (Taf. VIII. Fig. 12). Der ausgetretene Protoplasma Körper schliesst äusserst kleine Körnchen ein, welche oft besonders netzartig geordnet, ein charakteristisches Ansehen zeigen, oder er enthält kleinere oder grössere Oeltröpfchen.

Das Heraustreten der Protoplasmaablaste aus dem Prosporangium geht so langsam vor sich, dass man es unmittelbar nicht wahrneh-

¹⁾ Delpino. Revista botanica degli anni 1874 e 1875. Milano 1876 p. 97.

men kann; nur am Scheitel zeigt das Protoplasma das deutliche Bestreben, so weit wie möglich, oft auf Kosten seiner Breite sich zu verlängern. Deshalb bleibt der aus dem Prosporangium hervorgetretene Plasmakörper nahe der Austrittsöffnung dicker und oft etwas breiter, während er weiter oben flacher und nicht selten auch enger ist. Eine die Protoplasmaabläse umkleidende Haut kann man anfangs nicht nachweisen; erst wenn dieselbe eine gewisse Grösse erreicht hat, zeigt sie sich von Aussen mit einer Haut bekleidet, steht aber noch in unmittelbarer Verbindung mit dem Reste des im Prosporangium zurückgebliebenen Protoplasmas (Taf. VIII. Fig. 12). Im Prosporangium treten schon ziemlich früh grössere und kleinere vacuolenähnliche Räume auf (Taf. VIII. Fig. 10 v. v.), welche sich im Verhältniss zum weiteren Abfluss vermehren. In Folge dessen zeigt der Inhalt des Prosporangiums zuletzt einen zellartigen oder schaumigen Bau (Taf. VIII. Fig. 11 p., 12 p.), indem die dünnen Protoplasmaabläse durch gegenseitigen Druck polyedrische Gestalt annehmen und einigermassen an ein Parenchymgewebe erinnern¹⁾. Schliesslich verlässt auch der letzte Rest des Protoplasmas das Prosporangium und vereinigt sich mit dem schon früher hervorgetretenen; dieses trennt sich sodann durch eine gegen das Prosporangium eingewölbte Scheidewand (Taf. IX. Fig. 5), welche sich in der Austritts-Oeffnung bildet, von dem vollständig entleerten Körper des Parasiten ab und stellt nunmehr das eigentliche Zoosporangium dar. Die gesammte Entwicklung desselben nimmt mehrere Stunden in Anspruch (Taf. VIII. Fig. 13 z, Taf. IX. Fig. 1, 2).

Die Gestalt des Zoosporangiums entspricht der des ausgetretenen Protoplasmakörpers; es ist seltener oval oder elliptisch, in der Regel bedeutend verlängert, schlauchförmig und dabei nicht selten gekrümmt und gebogen (Taf. IX. Fig. 1, 2, 3, 4, 5). Auch seine Grösse ist sehr verschieden, von minimalster bis zu riesig verlängerter, welche ich einmal auf 275 Mikr. im Längsdurchmesser bestimmte. Das Volumen aber entspricht nicht immer der Länge, denn je länger sie werden, desto flacher ist ihre Form.

Nach kurzer Zeit entstehen im Protoplasma des Zoosporangiums stark lichtbrechende gelbliche Kerne, um welche herum die verhältnissmässig grossen Schwärmsporen selbst sich bilden (Taf. IX. Fig. 3).

¹⁾ Nach meinen Beobachtungen entspricht auch die parenchymatische Zeichnung in den Stielen von *Dictyostelium mucoroides* Brefeld nicht einem wirklichen Zellgewebe, sondern einer seifenschaumartigen Verbindung von Vacuolen in Folge der Wanderung des Protoplasmas gegen den Scheitel des Fruchträgers zur Bildung der Sporenmasse.

Letztere bestehen aus klarem farblosem Protoplasma, das den gelblichen Kern concentrisch umhüllt; sie sind bereits im Zoosporangium scharf begrenzt, bald von kugeliger Gestalt, bald nehmen sie durch gegenseitigen Druck polyedrische parenchymähnliche Umrisse an. Schliesslich treten durch eine an der Spitze des Zoosporangiums entstandene, nicht grosse Oeffnung die Schwärmsporen aus demselben eine nach der andern hervor, ohne von Schleim umgeben zu sein und entfernen sich rasch (Taf. IX. Fig. 5), während gleichzeitig auch die im Zoosporangium zurückgebliebenen Zoosporen innerhalb desselben zu schwärmen beginnen; doch verlassen auch diese bald das Sporangium.

Die Schwärmsporen sind verhältnissmässig gross, verlängert cylindrisch, an ihren beiden Enden abgerundet; in der Mitte etwas eingeschnürt, namentlich dann, wenn sie sich ein wenig strecken (Taf. IX. Fig. 6); weil sie aber contractil sind, so können sie ihre Gestalt etwas verändern und kürzere, dickere, manchmal fast kugelige Form annehmen. Ihre Grösse ist nicht constant, in verschiedenen Zoosporangien verschieden; die grössten sind 13 Mikr. lang, 5 Mikr. breit, bei den kleinsten betragen diese Dimensionen 6 : 3 Mikr. In der Mitte der Schwärmspore kann man eine ziemlich grosse Vacuole unterscheiden; viele kleine Vacuolen befinden sich am vorderen Ende, welches zarter erscheint, als das hintere; an letzterem ist eine lange Cilie angeheftet. Nahe am Ursprung der Cilie enthält die Schwärmspore einen nicht sehr grossen stark lichtbrechenden excentrischen Kern, dieser ist gelblich gefärbt und stimmt sowohl in seiner Färbung, als in seiner Lichtbrechung auffallend überein mit den gelblichen Oeltropfen des Parasiten, welche eine constante Erscheinung in seinem Protoplasma darstellen. Man könnte die Kerne für Oeltropfen halten. Werden dieselben in Glycerin entfärbt, so zeigen sie sich als solide Körperchen, welche das Licht nicht mehr ölartig brechen. Die Schwärmsporen schwimmen hin und her, indem sie ihre Cilie stets nach hinten tragen. Nach einiger Zeit, ungefähr schon nach einer Stunde, kann man leicht unter dem Deckglase beobachten, wie sie zwischen den *Euglenen* zur Ruhe kommen und eine kugelige Gestalt annehmen. Hierauf keimen sie und entwickeln sich zu neuen Parasiten in der schon oben beschriebenen Weise.

Die Zahl der in einem Zoosporangium entwickelten Zoosporen entspricht im Allgemeinen der Grösse des ersteren; diese scheint wieder abhängig zu sein von der Zahl der von einem Parasiten ergriffenen *Euglenen*. Eine einzige *Euglene* ist oft im Stande, einem Parasiten so viel Nahrung zu geben, dass er seine Schwärmsporen

entwickeln kann. Daraus folgt, dass die Zahl der in einem Zoosporangium gebildeten Schwärmsporen ausserordentlich variirt. Ich habe einmal in einem Zoosporangium bloss zwei Schwärmsporen gesehen (Taf. IX. Fig. 4). Gewöhnlich kommen sie aber in grosser Anzahl vor. In den sehr verlängerten Zoosporangien ist jedoch die Zahl der Schwärmsporen nicht so gross, wie man vermuthen könnte, denn sie bilden hier zum grössten Theil bloss eine einfache Schicht, welche am obern Theile des Zoosporangiums oft nur aus zwei oder gar nur aus einer Reihe besteht, während sie an der Basis in mehreren Schichten über einander liegen. Wir sehen also, dass der Parasit eine gewisse Grenze in seinem Wachsthum nicht überschreiten kann, unterhalb dieser Grenze aber ist er im Stande, in verschiedener Grösse seine Schwärmsporen zu entwickeln. Diese scheinen oft selbst aus dem Protoplasma sehr junger, mit dünner Haut und zarten Haustorien versehenen Individuen zu entstehen. Offenbar ist für die Erzeugung der Zoosporen ein gewisser Stillstand im Wachsthum des Parasiten, welcher mit der Beendigung der Ernährung beginnt, nothwendig.

Da man unter dem Mikroskope unmittelbar beobachten kann, dass jede Zoospore die Fähigkeit besitzt, zu keimen und sich weiter zu entwickeln, so muss sich natürlich *Polyphagus* in der Cultur äusserst rasch und zahlreich vermehren. In einem Glasgefässe, in welchem ich von *Polyphagus* befallene *Euglenen* züchtete, zeigte sich nach wenigen Tagen der ursprünglich grüne *Euglenen*überzug an den Gefässwänden gelblich und braun. Wenn man ein kleines Stückchen eines solchen schleimig-häutigen Ueberzugs unter dem Mikroskope betrachtet, so sieht man, dass derselbe ganz und gar aus Parasiten und schon zerstörten *Euglenen* besteht. Man findet auch oft, dass die Parasiten sich gruppenweise entwickeln; solche Gruppen sind in ihrer Umgebung von einer Zone bräunlicher, durch sie zerstörter *Euglenen* umlagert; vermuthlich ist jede Gruppe aus einem einzigen Zoosporangium hervorgegangen, dessen Schwärmsporen sich nicht weit von ihrer Geburtsstätte entfernen. In diesen Gruppen zeigen die Parasiten eine sehr merkwürdige Wachstumsrichtung; ihre Körper strecken sich nämlich so, dass die Scheitel nach dem Centrum der Gruppe convergiren und dort nur zarte Keimfäden aussenden, während ihre Längsdurchmesser radial geordnet und die nach den *Euglenen* hin ausgetriebenen Haustoriensysteme sich in centrifugaler Richtung strahlig oft zu überraschender Länge entwickeln¹⁾).

¹⁾ Die Orientirung in der gegenseitigen Lage der Parasiten wie in der stufenweisen Entwicklung der ganzen Cultur von Tag zu Tag wird dadurch

Die Parasiten vernichten fast alle *Euglenen* in der Cultur; sie vermehren sich so zahlreich, dass sie zuletzt geradezu die *Euglenen* vertreten. Man könnte also in der That sagen, aber nicht im Sinne von G. Gros, dass die *Euglenen* sich in Parasiten verwandelt haben.

Die Individuen des *Polyphagus*, welche sich in verschiedenen Wachsthumzuständen befinden, liegen zuletzt so dicht neben einander, dass sie oft mehrere Schichten bilden; dabei entwickeln sie eine so überraschende Menge von Schwärmsporen, dass letztere, indem sie keimen, auf ganzen Strecken dichte Lager bilden, zum grössten Theil aber im Kampf ums Dasein wegen Mangel an Nahrung zu Grunde gehen.

4. *Geschlechtliche Fortpflanzung durch glatthäutige Dauersporen.* In diese Epoche des Entwicklungskreises fällt die Erzeugung geschlechtlicher Dauersporen. Unter den *Polyphagus*individuen, welche sich in den beengten Zwischenräumen der abgestorbenen *Euglenen* entwickeln, befinden sich zweierlei Formen, welche man als Männchen und Weibchen bezeichnen kann.

Die Weibchen sind in der Regel grösser, mehr oder weniger kugelförmig, oder auch unregelmässig, indem sie eckige Verlängerungen bilden, welche in Haustorien übergehen. Die Männchen dagegen sind kleiner, keulenförmig, oder verlängert, mitunter spindelförmig, von ihren Haustorien ist in der Regel eines stielartig am meisten entwickelt; die übrigen bleiben entweder in ihrem primären dünn fadenförmigen Zustande, wenn sie nämlich in keine *Euglenen* eingedrungen sind (Taf. IX. Fig. 10 m, Fig. 7 m), oder sie entwickeln sich kräftiger, wenn sie in *Euglenen* enden (Taf. IX. Fig. 9 m. h.). Doch ist obiger Gestalt-Unterschied nicht streng; denn es kommt auch, obwohl verhältnissmässig seltener, vor, dass keulenförmige Individuen sich bei der Befruchtung als Weibchen verhalten; ausnahmsweise haben auch Männchen nicht keulenförmige, sondern eine andere Gestalt. Es ist daher oft schwer, vor der Befruchtung die Geschlechter als solche zu unterscheiden, während bei dem Copulationsacte selbst Männchen und Weibchen in den meisten Fällen hinlänglich charakterisirt sind.

Der Vorgang bei Erzeugung der Dauersporen lässt sich als Copulation auffassen, da die Spore aus der Vereinigung

erleichtert, dass die *Euglenen* sammt ihren Parasiten ruhig immer auf derselben Stelle bleiben, indem sie den schon erwähnten häutigen Ueberzug bilden, welcher sich leicht mit einem Messer vom Gefässe auf das Objectrglas übertragen lässt.

des gesammten Protoplasmas zweier Individuen hervorgeht; die Spore ist daher als Zygospore, aber auch wegen der sexuellen Verschiedenheit der gepaarten Individuen, als Oospore zu bezeichnen.

Die männlichen Individuen, welche in Copulation eintreten, können in jedem Alter stehen (Taf. IX. Fig. 7 m, 8 m, 10 m) und man trifft selbst solche, welche bei dem Acte der Befruchtung nicht weiter in ihrer Entwicklung vorgeschritten sind als keimende Schwärmsporen (Taf. IX. Fig. 11 m). Die Weibchen dagegen copuliren erst in demjenigen Zustande, in welchem sie auch selbst Schwärmsporen bilden könnten.

Die Copulation beginnt damit, dass aus dem Körper des Weibchens durch eine kreisrunde Oeffnung das gesammte Protoplasma in ähnlicher Weise in einer bruchsackartigen Blase austritt, wie wir dies bei der Bildung der Zoosporangien bereits geschildert haben; es verhält sich daher der Körper des Weibchens auch in Bezug auf die Erzeugung der Oospore als Prosporangium. Das Protoplasma wölbt sich durch die Oeffnung nach aussen als eine ovale Blase, welche langsam an Grösse zunimmt, während in der allmählich sich entleerenden weiblichen Zelle vacuolenähnliche Räume entstehen und derselben zuletzt ein netzartig schaumiges Aussehen verleihen. Sobald das gesammte Protoplasma aus der weiblichen Zelle ausgetreten ist, bildet es eine ovale Masse, welche unmittelbar vor der Oeffnung liegt, und entspricht nun einer Befruchtungskugel oder Gonosphaere; die verlängerte Schlauchform, der wir oben bei Bildung der Zoosporangien oft begegnet waren, kommt nur ausnahmsweise vor. Nach meiner Meinung besitzt die Befruchtungskugel (Gonosphaere) anfangs keine eigentliche Zellhaut, sondern ist nur von einer Hautschicht begrenzt, welche am Scheitel in weiches Protoplasma übergeht.

Die Befruchtung geschieht so, dass das ausgetretene Gesamtplasma eines Weibchens sich mit dem Gesamtplasma eines Männchens vereinigt; die Copulation zweier Geschlechtszellen wird durch die gruppenweise Lagerung der Parasiten erleichtert. Der ausgetretene Protoplasmakörper oder die Befruchtungskugel eines Weibchens kommt bei der Copulation in Berührung mit dem stielartigen Haustorium eines benachbarten Männchens; die Membran des Haustoriums wird an der Berührungsstelle aufgelöst; sodann wird das gesammte Plasma der Männchenzelle durch das Haustorium entleert und fliesst mit dem weiblichen zusammen (Taf. IX. Fig. 7, 9). Der Inhalt des Männchens

nimmt während des Ueberfließens eine ähnliche schaumige Beschaffenheit an, wie wir dies oben bei den Weibchen angegeben haben (Taf. IX. Fig. 8 m. f.). Wahrscheinlich vergehen mehrere Stunden, ehe die beiden copulirten Individuen sich vollständig entleert haben.

Nachdem der Protoplasmakörper, der aus dem Weibchen hervorgetreten war, mit dem Plasma des Männchens sich vereinigt hat und dadurch befruchtet ist, entwickelt er sich zur Zygospore; er bekleidet sich in seinem Umfang mit einer Zellhaut, welche erst zart, einfach, später dicker und aus zwei gesonderten Schalen, Intine und Exine, gebildet ist; die letztere wird gelb, bleibt aber glathhäutig. Im Inhalt der Zygospore tritt ein grosser Oeltropfen neben vielen kleineren auf (Taf. IX. Fig. 8, 10 o); das auf der einen Seite der Spore adhärende Weibchen und das befruchtende Haustorium des Männchens grenzen sich durch Scheidewände ab, bleiben aber als leere Häute immer mit der Spore in Verbindung (Taf. IX. Fig. 10, 12, 13). Die Lage des Männchens zur ovalen Spore ist fast immer so, dass das befruchtende Haustorium an dem einen Theile der Spore mit seiner kleinen Oeffnung ansetzt, während das Weibchen mit breiterer Oeffnung entweder am diametralen Pole (Taf. IX. Fig. 7, 8, 9, 10), oder auch an einer anderen, selbst um 90° divergirenden Stelle angeheftet ist.

Bemerkenswerth ist, dass das stielartige Haustorium, mittelst dessen das Männchen copulirt, oft seitliche Verästelungen entwickelt hat und daher offenbar vorher zur Einsaugung der Nahrung, nach der Copulation aber umgekehrt zur Entleerung des männlichen Protoplasma diente, also zuerst als Ernährungsorgan, sodann als Befruchtungsröhre oder Pollinodium sich verhält. Je nach der grösseren oder geringeren Entfernung der copulirten Geschlechtszellen ist das befruchtende Haustorium oft ausserordentlich lang (bis zu 125 Mikr.), zu anderen Malen aber auch weit kürzer, und manchmal sitzt der Körper des Männchens unmittelbar auf der Dauerspore mit einer ähnlichen jedoch engeren Oeffnung wie das Weibchen. Selten, wenn die Oeffnungen der beiden Geschlechtszellen nahezu gleich gross sind, kann man dieselben eben nur an ihrer verschiedenen Grösse unterscheiden (Taf. IX. Fig. 12). Es machte dies auf mich den Eindruck, als sei das kurze befruchtende Haustorium des Männchens vollständig im Protoplasmakörper des Weibchens aufgelöst worden. Nicht selten gehen von der Peripherie einer Dauerspore ein oder mehrere Haustorien hervor, welche sich sogar in feinere Aeste verzweigen (Taf. IX. Fig. 8 a, Fig. 10 a); sie treten dann in der Regel in unmittelbarer Verlängerung des befruchtenden Hausto-

riums aus; hier glaube ich den Beweis für eine ursprüngliche Verbindung der beiden Haustorienhälften und die Auflösung des Mittelstückes durch die ausfliessende weibliche Protoplasmanasse zu finden, obwohl es mir nicht glückte, den Vorgang an einem und dem nämlichen Exemplar vollständig zu verfolgen. Auf der anderen Seite kommt es, wenn auch verhältnissmässig seltener vor, dass das am stärksten entwickelte Haustorium eines Männchens nicht zur Befruchtung benutzt wird, letzteres vielmehr mit einem anderen Theil seines Körpers copulirt ist (Taf. IX. Fig. 12).

Die reifen Dauersporen sind in ihrer Gestalt ziemlich verschieden, in der Regel oval, doch auch mit unregelmässigerem Umriss; ihre Grösse entspricht der ihrer Copulationszellen; doch scheinen sie die Länge von 30 Mikr. und die Breite von 20 Mikr. nicht zu überschreiten.

Während sich die Dauersporen entwickeln, kommt anfangs in einzelnen Exemplaren auch noch ungeschlechtliche Schwärmsporenbildung vor; später aber finden sich in den ganzen Culturen ausschliesslich befruchtete Dauersporen. Auffallend ist, dass die beiden Geschlechter in den *Polyphagus*gruppen sich in gleicher Zahl entwickeln und sich daher nur ganz ausnahmsweise ein Weibchen findet, bei welchem der Plasmakörper seitlich hervorgetreten und mit einer Membran bekleidet ist, ohne doch, weil er mit keinem Männchen kopulirte, zu einer wirklichen Dauerspore sich zu gestalten.

5. *Stachelhäutige Dauersporen.* In denselben Culturen und zur nämlichen Zeit, wo sich die glatthäutigen Oosporen auf die eben beschriebene Weise entwickeln, bildet sich auch noch eine andere Art von geschlechtlich erzeugten Dauersporen. Sie sind fast stets kugelig, mit einer derben, doppelten Membran umgeben, deren Exine zuerst schwefel-, dann dunkler gelb gefärbt und mit feinen Stacheln dicht besetzt ist. Sie variiren in der Grösse wenig und selten (im Mittel 30 Mikr.). Ganz übereinstimmend mit dem der glatten Sporen ist auch ihr körniger Inhalt und der centrale grosse gelbe Oeltropfen, der oft ein Drittel des Sporendurchmessers einnimmt. Ich glaube gefunden zu haben, dass die stacheligen Sporen sich in etwas anderer Weise entwickeln, als die glatten. Während bei den letzteren aus der Zelle des Weibchens das gesammte Protoplasma bereits ausgetreten ist, ehe es noch mit dem befruchtenden Aste des Männchens sich copulirt, beobachtete ich einige Male, dass zur Erzeugung einer stacheligen Spore ein von dem Männchen ausgehendes Haustorium an die Seitenwand eines Weibchens anstiess, und dass erst in Folge dieser Berührung aus dem Körper des Weibchens

eine gewölbte, bereits mit Stacheln bedeckte Ausstülpung hervortrat, in welche sich sowohl aus dem Männchen, als auch aus dem Weibchen das Protoplasma langsam hinein ergoss, während in ihren Zellen selbst die schaumige Vacuolenbildung eintrat; erst ganz allmählich erwuchs jene Ausstülpung zu einer vollständigen Dauerspore (Taf. IX. Fig. 14, 15). Die stacheligen Sporen von *Polyphagus* entstehen daher ähnlich wie die Zygosporien von *Piptocephalis* und *Syncephalis*; sie wachsen auch vollständig analog mit jenen¹⁾ und zeigen einen ähnlichen stacheligen Bau ihrer Membran. Die zur Erzeugung der Stachelsporen copulirenden *Polyphagus*-Individuen finden sich ebenfalls in Gruppen vereinigt; sie sind gewöhnlich grösser und kräftiger als die der glatthäutigen Sporen, so dass sie sich offenbar unter günstigeren Verhältnissen, reichlicher Ernährung und Beleuchtung entwickeln. Ob die glatthäutigen und die stachelhäutigen *Polyphagus*-formen als zwei verschiedene constant sich vererbende Generationen (Arten, Racen), oder ob sie nur als unwesentliche Abänderungen derselben Art zu betrachten sind, wollen wir nicht entscheiden, da es uns noch nicht gelang, die beiden Formen durch mehrere Generationen rein zu züchten; vielleicht ist die stachelhäutige die Normalform und die glatthäutige auf eine minder kräftige Vegetation des Parasiten zurückzuführen.

5. *Keimung der Dauersporen.* Die Keimung der stacheligen Sporen habe ich nicht beobachtet, wohl aber die der glatthäutigen. Ungefähr nach einem Monate verkleinerte sich der grosse Oeltropfen in denselben oder er zertheilte sich in kleine Tröpfchen; dann durchbohrte der Protoplasmakörper der Spore die Exine und trat als Blase nach aussen hervor, ganz so, wie wir es bei Bildung der Zoosporangien bereits beschrieben haben. Der aus der Dauerspore ausgetretene Protoplasmakörper bildete sich ebenfalls zu einem Zoosporangium aus, in welchem um gelbliche Kerne (Taf. IX. Fig. 16 z) die Schwärm-sporen entstanden. Es lässt sich daher mit Bezug auf ihr Verhalten bei der Keimung die geschlechtlich erzeugte Dauerspore von *Polyphagus* gewissermassen als Dauerprosporangium auffassen.

6. *Systematische Stellung von Polyphagus.* Was die systematische Stellung unseres Organismus betrifft, so gehört derselbe trotz seiner vielen Eigenthümlichkeiten ohne Zweifel zu der Familie der

¹⁾ Dr. O. Brefeld. Botanische Untersuchungen über Schiumelpilze, I. Heft. Leipzig 1872 p. 49. Taf. VI. Fig. 19h. Van Tieghem, nouvelles Recherches sur les Mucorinées. Ann. d. sc. nat. 6. ser. I. pag. 122. fig. 89—93.

Chytridiaceen; als Mitglied derselben charakterisiren ihn insbesondere die Entstehungsweise und der Bau seiner Schwärmsporen; auch seine anderen Merkmale sind den *Chytridiaceen* nicht fremd. Er besteht namentlich während seines Vegetationszustandes aus einer einzigen Zelle; das Hervorsprossen mehr oder weniger zahlreicher Haustorien findet sein Analogon bei dem von mir beschriebenen *Chytridium Mastigotrichis*¹⁾. Das Zoosporangium dieses *Chytridiums* aber entspricht morphologisch nicht dem von *Polyphagus*, sondern offenbar seinem Prosporangium.

Da sich das Zoosporangium bei *Polyphagus* durch eine Scheidewand von der vegetativen Zelle des Parasiten (Prosporangium) abtrennt, so könnte es scheinen, als ob unser Organismus zweizellig sei und zur Gattung *Rhizidium* gehörte; diese Vermuthung ist bereits von A. Braun und Schenk²⁾ ausgesprochen worden, die unseren Parasiten deshalb als *Rhizidium Euglenae* bezeichneten; denn ich bin überzeugt, dass auch das von Bail beschriebene *Chytridium Euglenae* mit dem *Rhizidium Euglenae* identisch ist.

Die Gattung *Rhizidium* ist jedoch während ihrer ganzen Entwicklung immer zweizellig; die eine ihrer Zellen ist die verzweigte Wurzelzelle, die andere wird zum Zoosporangium, in dessen Innern sich die Zoosporen bilden. Dieser Unterschied trennt also schon vollständig die beiden Gattungen. Doch stehen ohne Zweifel *Polyphagus* und *Rhizidium* sich sehr nahe und bilden einen besonderen Verwandtschaftskreis (*Rhizidieae*), in den vermuthlich auch unser *Obelidium*³⁾ sich einreihen wird. Namentlich ist die Keimung der Dauersporen bei *Rhizidium* und *Polyphagus* ganz übereinstimmend, da bei beiden Gattungen der Gesamttinhalt der Dauerspore aus den Sporenhäuten austritt und zu einem Zoosporangium wird.

Auf der anderen Seite erinnert die Entstehung der Zoosporangien aus dem ausgetretenen Protoplasma der *Polyphagus*zellen, welche sich in Bezug auf die Schwärmsporenbildung als Prosporangien verhalten, an die ähnlichen Erscheinungen, welche Sorokin bei *Zygochytrium* und *Tetrachytrium* entdeckt hat⁴⁾. Nach Sorokin bildet aber bei letzterwähnten Organismen aus dem ausgetretenen Protoplasma das Zoosporangium sich erst nach seiner vollständigen Trennung von dem Prosporangium, während bei *Polyphagus* das Zoospo-

¹⁾ Siehe diese Beiträge Band II. Heft I. p. 83 Taf. IV. Fig. 15–19.

²⁾ A. Braun, Monatshefte der Berliner Akademie 1856 p. 592. Schenk, Algologische Mittheilungen I. c. p. 247.

³⁾ I. c. p. 86.

⁴⁾ Sorokin, Einige neue Wasserpilze. Botanische Zeitung 1874 No. 20.

rangium immer auf dem Prosporangium an der durch eine Scheidewand abgeschlossenen Austritts-Oeffnung angewachsen bleibt. In dieser Beziehung entspricht die Entwicklungsweise der Zoosporangien bei *Polyphagus*, *Zygochytrium* und *Tetrachytrium* ganz besonders auch den analogen Erscheinungen, welche die *Saprolegniaceengattung* *Pythium* zeigt¹⁾. Während demnach in der ungeschlechtlichen Fortpflanzung obige *Chytridiaceen* offenbare, übrigens schon früher oft betonte Verwandtschaft mit den *Saprolegniaceen* besitzen, nähern sie sich in ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung nicht minder den *Zygomyceten*. Diese Verwandtschaft, auf welche schon Sorokin aufmerksam gemacht hat, tritt am deutlichsten bei seinem *Zygochytrium* hervor, wo sich zwei Myceläste eines Individuums zur Bildung einer stacheligen Dauerspore copuliren. Bei *Polyphagus* ist ein Unterschied der Geschlechter, wenn auch nicht vollkommen ausgesprochen, welcher die Individuen als diöcisch charakterisirt und eine neue merkwürdige Zwischenstufe zwischen Copulation und sexueller Befruchtung darstellt.

Auf Grund oben erwähnter Thatsachen gehören die in Bezug auf ihre geschlechtliche Fortpflanzung genauer untersuchten Gattungen der *Chytridiaceen* zur Gruppe der *Siphomyceten*. In welcher Beziehung aber zu dieser Gruppe die übrigen *Chytridiaceen* und insbesondere die *Synchytrien* stehen, bei welchen keine Befruchtung bis jetzt gefunden wurde, müssen die späteren Untersuchungen ermitteln.

Breslau, den 20. Juni 1876.

1) Vergl. Pringsheim, Jahrbücher Band I. p. 287. De Bary, Pringsheims Jahrbücher II. p. 182. Vergl. Hesse, *Pythium Debaryanum*, Halle 1874 p. 20.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet.

Tafel VIII.

Die Figuren 8, 9, 10 sind 600 Mal, die übrigen 400 Mal vergrössert.
hh Haustorien, ee *Euglenen*.

Polyphagus *Euglenae*.

- Fig. 1. Zwei keimende Schwärmsporen je mit einem stark lichtbrechenden Kerne und fünf strahlenartig ausgehenden Keimfäden (Haustorien), deren zwei schon etwas dicker und in die nebenliegenden *Euglenen* ee eingedrungen sind.
- Fig. 2. Ein junges Individuum mit einem dickeren Haustorium h, welches in eine schon zerstörte *Euglena* e eingedrungen ist und seitliche Aeste treibt. Von den übrigen fadenförmigen Haustorien stösst eines an eine grüne *Euglena* an, während die anderen noch frei liegen. Das Protoplasma des birnförmigen Parasitenkörpers enthält kleine Oeltropfen.
- Fig. 3. Ein ähnliches aber älteres Exemplar mit einem kräftig entwickelten Haustorium. Von den drei ergriffenen *Euglenen* ist eine schon gelb und offenbar zerstört, die zwei übrigen noch grün.
- Fig. 4. Ein junger Parasit mit einem kurzen dicken, in eine zerstörte *Euglena* e eingedrungenen Haustorium, die übrigen Haustorien sind dünn, fadenförmig; ihre sich verzweigenden Aeste dringen ebenfalls in *Euglenen* ein. Das Protoplasma des Parasiten enthält Oeltropfen.
- Fig. 5. Drei Parasiten auf einer *Euglena* sich entwickelnd.
- Fig. 6. Ein Parasit, viele Oeltropfen enthaltend, und unmittelbar auf einer *Euglena* aufsitzend, in deren Körper eines seiner Haustorien völlig eingedrungen ist.
- Fig. 7. Ein typisch entwickeltes Individuum vor der Zeit der Zoosporangienbildung. Aus dem rundlichen, zahlreiche Oeltropfen enthaltenden Körper p (Prosoporangium) gehen nach allen Seiten wurzelförmig sich verzweigende Haustorien aus; sie enden in den fast sämtlich zerstörten *Euglenen*; aa seitliche Aeste der in die *Euglenen* (e) eingedrungenen Haustorien.

Entwicklung der Zoosporangien (Fig. 8—13).

- Fig. 8, 9, 10. Drei verschiedene Exemplare von Prosporangien, den Austritt der Protoplasmabläse in drei aufeinander folgenden Stufen zeigend; hhh abgeschnittene Haustorien: vv zwei vacuolenähnliche Räume.
- Fig. 11. Die ausgetretene ovale Protoplasmabläse sitzt seitlich am Prosporangium p; das in diesem zurückgebliebene Protoplasma zeigt schaumigen Bau.
- Fig. 12. Ein junges, aus dem ausgetretenen Protoplasma gebildetes Zoosporangium z ist schon mit einer Haut bekleidet; das im Prosporangium p zurückgebliebene Protoplasma zeigt schaumigen Bau. Die Haustorien hh sind abgeschnitten.
- Fig. 13. Das Zoosporangium z hat sich von dem entleerten Prosporangium p, aus welchem sein Protoplasma durch ein kreisförmiges Loch herausgetreten ist, durch eine Scheidewand abgetrennt; a ein durch eine *Euglene* durchgewachsenes Haustorium ist in eine benachbarte *Euglena* eingedrungen.

Tafel IX.

Entwicklung der Zoosporen (Fig. 1—6).

- Fig. 1. Vergr. 600. Ein grosses gebogenes und unregelmässig gekrümmtes Zoosporangium z vor der Zeit der Schwärmsporenbildung, auf dem entleerten Prosporangium p sitzend; hh zwei abgeschnittene Haustorien.
- Fig. 2. Vergr. 400. Ein ähnliches Zoosporangium, aber kleiner.
- Fig. 3. Vergr. 600. Ein Zoosporangium, junge Schwärmsporen enthaltend; p Prosporangium, hhh abgeschnittene Haustorien.
- Fig. 4. Vergr. 600. Ein kleines Zoosporangium, nur zwei Schwärmsporen enthaltend; h Haustorium, p Prosporangium.
- Fig. 5. Vergr. 400. Schwärmsporen, durch die terminale Oeffnung des Zoosporangiums austretend; p Prosporangium, hh abgeschnittene Haustorien.
- Fig. 6. Vergr. etwa 800. Schwärmsporen, stark lichtbrechende Kerne und Vacuolen enthaltend.

Entwicklung der geschlechtlichen Dauersporen (Zygosporen, Oosporen).

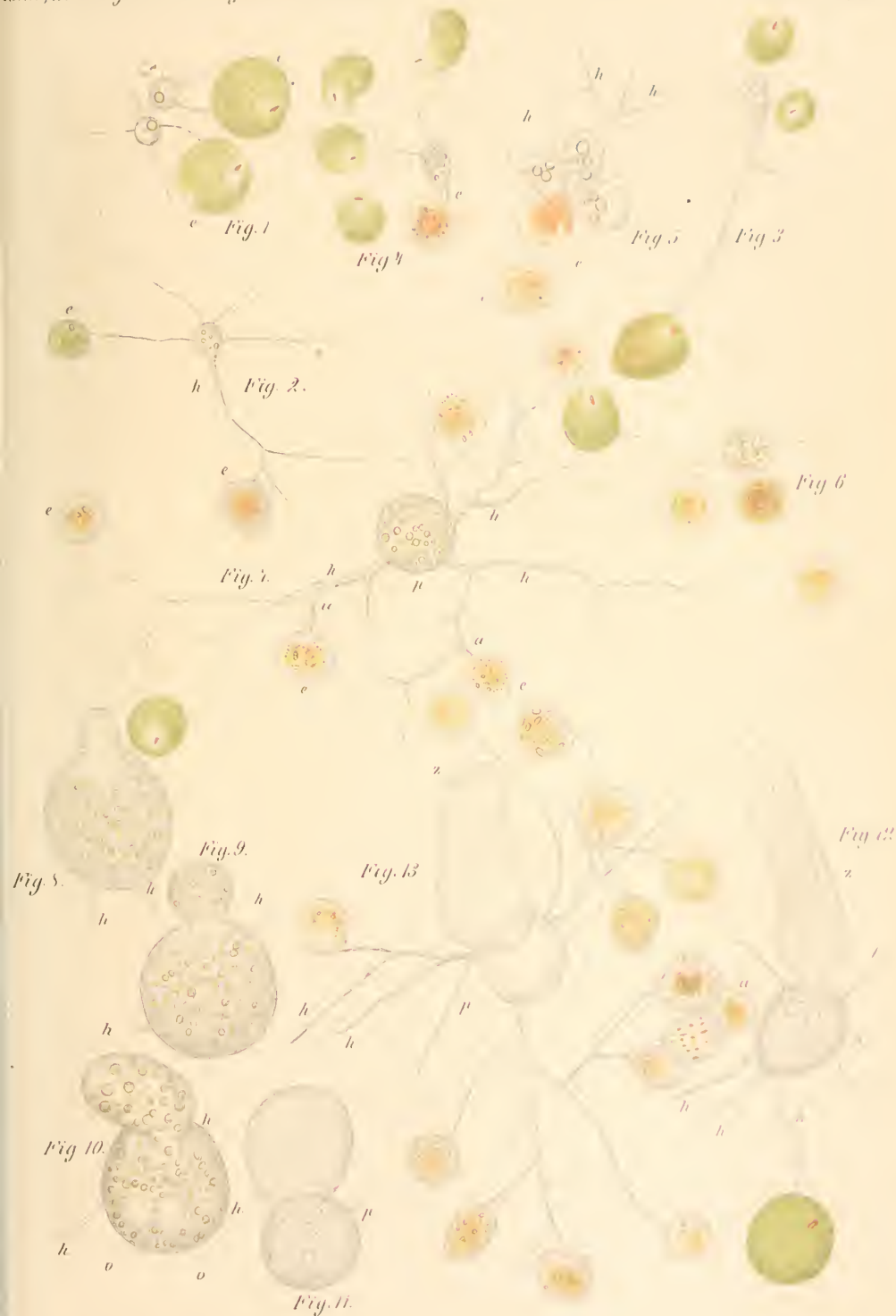
Glatte Dauersporen (Fig. 7—13).

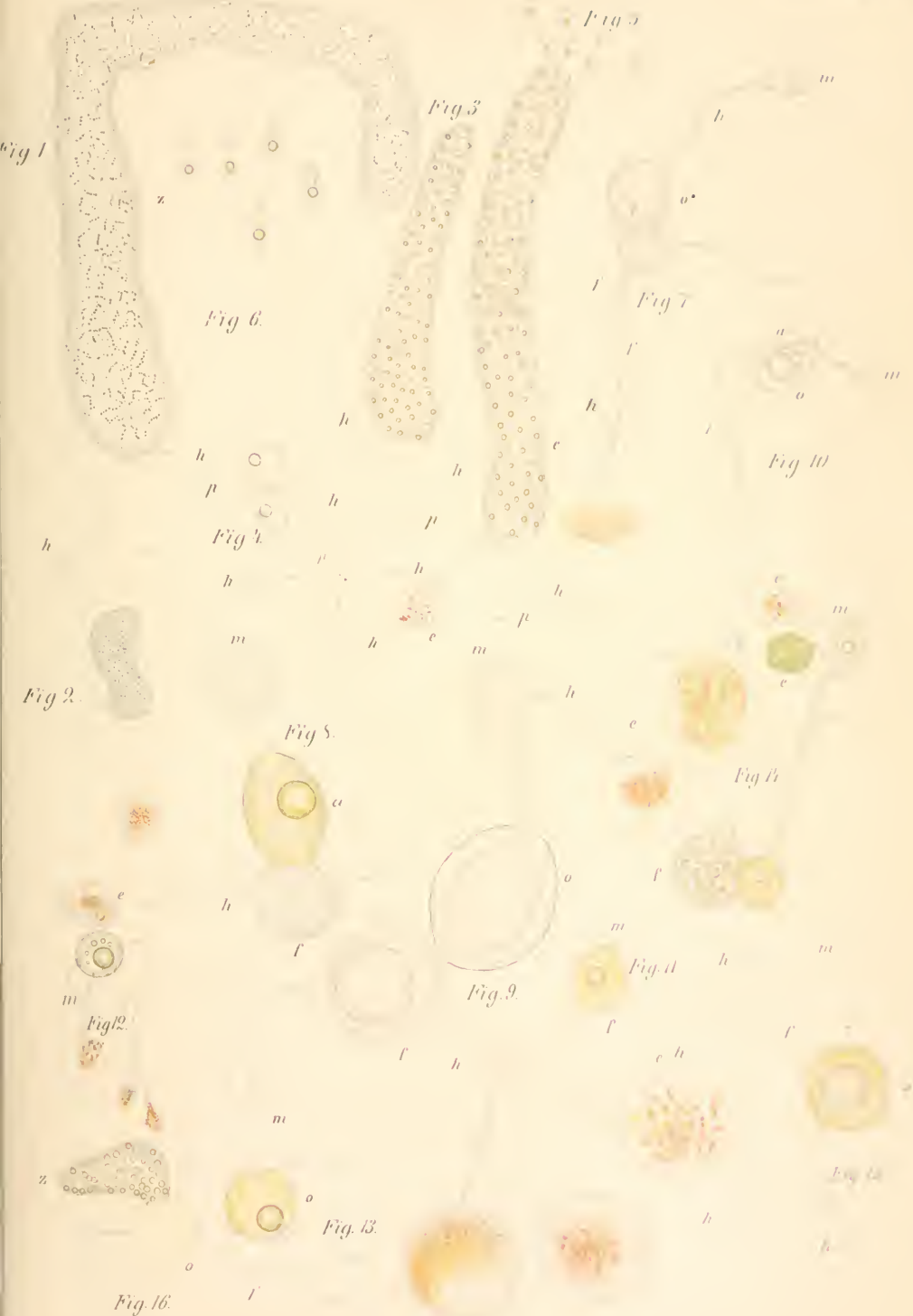
- Fig. 7. Vergr. 400. Das Weibchen f mit einem stark entwickelten in der zerstörten *Euglena* e endenden Haustorium h lässt sein Protoplasma o seitlich austreten; dieses wird von einem Männchen m vermittelt eines als Befruchtungsröhre dienenden Haustorium h befruchtet; das Männchen hat noch zwei fadenförmige Haustorien entwickelt.
- Fig. 8. Vergr. 600. Weitere Ausbildung der befruchteten Dauerspore mit einem grossen und zahlreichen kleineren Oeltropfen; m Männchen, f Weibchen, noch schaumartiges Protoplasma enthaltend; hh Haustorien in die zerstörten *Euglenen* ee eindringend; a ein Haustoriumast, aus der Wand der Dauerspore herauswachsend, wahrscheinlich früher dem Männchen angehörig.

- Fig. 9. Vergr. 750. Zwei geschlechtliche Individuen zur Befruchtung der Dauerspore copulirt; ihr Protoplasma ist in Vereinigung begriffen, wie die Contraction durch Glycerin deutlich erkennen lässt; f das weibliche, m das männliche Individuum mit ihren in *Euglenen* eee eingedrungenen Haustorien hh; o die in Folge der Befruchtung entstehende, schon mit einer dicken Haut umgebene Oospore.
- Fig. 10 und folgende sind 400 Mal vergrössert. Die Dauerspore o mit einem grossen und vielen kleineren Oeltropfen, von einem sehr kleinen Männchen m befruchtet; a ein Theil des befruchtenden Haustoriums des Männchens m ist nicht vom Protoplasma des keulenförmigen Weibchens aufgelöst und bleibt an die Wand der Dauerspore o angewachsen.
- Fig. 11. Eine glatthäutige Dauerspore, einen grossen Oeltropfen enthaltend; m ein sehr kleines Männchen mit drei fadenförmigen Haustorien; f Weibchen.
- Fig. 12. Eine kleine glatthäutige Dauerspore, entstanden aus der Copulation zweier gleich gestalteter und nur durch die Grösse verschiedener keulenförmiger Individuen.
- Fig. 13. Eine glatthäutige Dauerspore o, einen grossen Oeltropfen enthaltend; das Männchen m ist in seiner Form und Grösse kaum von dem Weibchen unterscheidbar.

Stachelige Dauersporen (Fig. 14, 15).

- Fig. 14. Eine stachelige Dauerspore, welche sich noch während der Befruchtung vergrössert; f das Weibchen, dessen Protoplasma zahlreiche Oeltropfen enthält; m das Männchen mit einem langen befruchtenden Haustorium, einen Oeltropfen enthaltend; von den vielen übrigen fadenförmigen Haustorien sind zwei in *Euglenen* eingedrungen ee.
- Fig. 15. o Eine vollständig ausgebildete stachelige Dauerspore, einen grossen Oeltropfen enthaltend; f das entleerte Weibchen mit abgeschnittenen Haustorien hhhhh; m das entleerte Männchen.
- Fig. 16. o Eine glatthäutige Dauerspore keimend; im Zoosporangium z bilden sich Schwärmsporeukerne.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [2_2](#)

Autor(en)/Author(s): Nowakowski Leon

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntniss der Chytridiaceen 201-220](#)