© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber eine neue Pilzkrankheit der Erdraupen.

Von

Dr. Ferdinand Cohn.

Mit Tafel IV. und V.

1. Verheerung der Raps- und Roggenfelder durch Erdraupen.

Das Jahr 1869 war für die Schlesische Landwirthschaft durch die vielen Feinde aus der Klasse der Insekten verhängnissvoll. Nachdem im Frühjahr die Fritfliege *(Oscinis Frit)* in der Sommerung (Hafer und Gerste), später im Verlauf des Sommers Hessenfliege *(Cecidomyia destructor)* und bandfüssiges Grünauge *(Chlorops taeniopus)* ungeheure Verheerungen in der Wintersaat (Weizen und Gerste) angerichtet (vergleiche meinen Aufsatz: Untersuchungen über Insektenschaden in den Schlesischen Getreidefeldern während des Sommers 1869, Abhandl. der Schles. Gesellschaft für 1869, Naturwissenschaftl. Heft), so ertönten im Herbst wieder neue Klagen über die Verwüstungen der Rapsfelder durch Erdraupen. Wie Herr Rittergutsbesitzer Moritz Eichborn auf Hundsfeld bei Breslau mir am 3. September 1869 anzeigte, war auf seinem Gute der junge Raps durch die Erdraupen derart abgefressen worden, dass 40 Morgen hatten umgeackert werden müssen. Aehnliche Nachrichten kamen mir auch von andern Kreisen Schlesiens, und es scheint insbesondere auf dem Rechten Oderufer und in Oberschlesien der Raps von den Erdraupen in grösstem Maassstabe beschädigt worden zu sein. Herr Rittergutsbesitzer v. Treu auf Rosen bei Constadt benachrichtigte mich am 27. September, dass auch unter der frühesten Roggensaat die Raupen Verwüstungen angerichtet, wie sie ihm in seiner 15jährigen Praxis nicht vorgekommen waren. Am meisten litt eine brache gelegene Ackerfläche, welche den Sommer über als Schafweide benutzt, im August umgepflügt, im ersten Drittel des Septembers mit Knochenmehl gedüngt und mit Roggen besät worden war. Die Roggensaat war kräftig aufgegangen, aber bald zeigten sich an tiefer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gelegenen, feuchten Stellen, an den Ackerrändern und um die Wasserfurchen ganz vollständig ausgefressene, 3—4 Quadratruthen grosse Flecke, die sich durch den hell durchscheinenden Ackerboden schon von Weitem kenntlich machten und bei näherer Besichtigung sowohl oberhalb, als auch unter der obersten Erdschicht mit Raupen erfüllt waren; indem diese Thiere kreisförmig in der Peripherie immer weiter schritten, fanden sie sich nach vollständiger Vertilgung der Roggenpflanzen besonders massenhaft an den Rändern der kahlgefressenen Stellen. Die Verwüstung der Saaten machte täglich grössere Fortschritte; in der zweiten Woche des October hörten jedoch die Raupen auf, die Saatpflanzen zu zerstören, indem sie sich zum Winterlager in's Innere der Erde begaben, und waren Ende October in grossen Mengen 2—4 Zoll tief im Boden zu finden. Der Frost und die Nässe des November schadeten ihnen nichts; nur gingen sie noch tiefer in die Erde. Herr v. Treu fand die Raupen auch im Weizen, in Luzerne und Kartoffelkraut, wo sie jedoch weniger Schaden anrichteten; ich selbst habe dieselben für meine Untersuchungen noch im November 1869 zahlreich aus Kohlgärten um Breslau gesammelt.

In allen diesen Fällen war es ein und dieselbe Spezies von Erdraupen, welche sich dem Acker so verderblich gezeigt hatte. Ihr an 2 Zoll langer, plumper walzlicher, mattglänzender, nackter Körper von erdgrauer oder mehr bräunlicher oder grünlicher Farbe, mit dunkleren gelblichen Längsstreifen längs dem Rückengefäss, mit kleinen schwärzlichen, gleichmässig über die Haut vertheilten Schüppchen und schwarzumränderten Luftlöchern, das weisslichbraune, nur an der hinteren Hälfte der Kinnbacken schwarze Gesicht liessen diese Raupen leicht als die der überall gemeinen Wintersaateule *Agrotis (Noctua) segetum* erkennen; bei Tag waren sie träge, meist unbeweglich und ringförmig zusammengerollt; des Nachts kamen sie aus den Verstecken und nagten mit unersättlicher Gefrässigkeit alle Pflanzen ab, die ihnen geboten wurden, in der Gefangenschaft selbst Farnkräuter.

2. Epidemie unter den Erdraupen.

Drei Raupen der ersten Sendung aus Rosen bei Constadt vom 27. September brachte ich Anfang October in ein Glas mit Ackererde, in welche sie sich sofort einbohrten. Beim Untersuchen dieser Raupen Mitte October fand ich, dass zwei derselben abgestorben, aber, statt zu faulen, eingeschrumpft waren und sich in kohlschwarze trockene Mumien verwandelt hatten, während die dritte lebendig blieb. Beim Oeffnen der todten Raupen zeigten sie sich erfüllt mit schwarzen ungewöhnlich grossen Pilzsporen, so dass sich auf den ersten Blick herausstellte,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass dieselben einer tödtlichen Pilzkrankheit erlegen waren. Auf freundliche Anordnung des Herrn v. Treu erhielt ich von dessen Inspector Herrn A. Kanus am 28. October eine zweite Sendung der Erdraupen. Unter diesen sollten nach der Angabe des Herrn Kanus 4 todte Raupen sich befinden; es fanden sich aber beim Empfange am 30. October deren sechs vor, so dass während des zweitägigen Transports noch zwei zu Grunde gegangen waren. In der letzten Sendung vom 18. November waren 3 todte und 15 lebende; doch erlagen von den letzteren in den nächsten Tagen noch eine grosse Anzahl der Pilzkrankheit, nachdem sämmtliche Raupen in trockene Ackererde sich eingegraben hatten. Allerdings starben auch im Laufe des Winters alle übrigen Raupen, ohne die Symptome der Pilzkrankheit zu zeigen, indem dieselben einschrumpften, runzlich wurden und schliesslich völlig austrockneten; die Ursache lag wohl einfach im Mangel an Nahrung, da die Raupen nicht mehr gefüttert wurden, während die im Zimmer stets mässig hohe Temperatur das Eintreten eines Winterschlafes, wie im Freien, unmöglich gemacht hatte; die trockene Erde wirkte dann austrocknend auf die abgestorbenen Thiere. Aber die von der Pilzkrankheit getödteten unterschieden sich leicht durch ihre schwarze Färbung und die Gegenwart von Pilzen im Innern ihres Körpers. Bald gelang es mir auch, unter den lebenden Raupen einzelne zu finden, welche sich durch Trägheit und Unempfindlichkeit als pilzkrank manifestirten, und durch Beobachtung derselben bis zum Absterben ein vollständiges Krankheitsbild zusammenzustellen.

3. Krankheitserscheinungen.

Wie schon oben bemerkt, ist das auffallendste Symptom der Pilzkrankheit die schwarze Färbung, welche die Raupe annimmt. Diese beruht zunächst in einer Umfärbung der Cutis — eine Erscheinung, welche mitunter an einzelnen Stellen, aber nie vollständig, auch ohne Krankheit bei den Erdraupen auftritt. Von einer Anzahl gesunder Raupen, die ich in Spiritus getödtet und aufbewahrt hatte, bekamen einige an verschiedenen Theilen ihres Körpers schwarzbraune bis schwarze Flecken. Auch andere Raupen, sowie die beinfarbenen Larven vieler Käfer (z. B. *Zabrus gibbus*) werden in Spiritus oft schwarzbraun. Bei der Pilzkrankheit der Erdraupen, welche ich in Zukunft als schwarze Muskardine bezeichnen will, kommt jedoch, wie ich später zeigen werde, zu dem Melanismus der Haut noch das Auftreten eines kohlschwarzen Pigments im Blute hinzu. Bei den kranken Raupen färbt sich in der Regel zuerst der Kopf schwarz und zeigt eine spiegelglänzende, gleichsam schwarz polirte Fläche; von hier

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schreitet die schwarze Färbung nach dem After fort; ich fand halbtodte Raupen, deren vordere Hälfte schwarz, abgestorben war, während die hintere noch lebendig schien und die natürliche graue Färbung zeigte; am folgenden Tage war die Raupe mit dem inzwischen erfolgten Tode auch gleichmässig schwarz geworden (vergl. Tab. V. Fig. 17). Der Tod tritt ganz allmählich ohne sichtbare Krämpfe ein, indem das schon von Anfang an äusserst träge Thier seine Bewegungen nach und nach völlig einstellt. Die todte Raupe ist zuerst angeschwollen, weich, ihre schwarze Haut fettglänzend, wie ölig; in der That ist dieselbe von öliger Flüssigkeit durchtränkt, welche durch die Haut durchschwitzt und auf Papier Flecke macht; mit Wasser benetzt, wird sie nicht nass, indem der Tropfen wie von Oelpapier abläuft. Mit der fettglänzenden mattschwarzen Farbe der Haut contrastiren die hornigen Theile des Kopfes, Afters und der Wärzchen, die einen spiegelnden Glanz wie polirtes Ebenholz annehmen (Tab. V. Fig. 18). Allmählich trocknet die todte Raupe zu einer schwarzen Mumie aus, wobei sie sich mehr und mehr nach allen Richtungen hin zusammenzieht und dabei quer runzelt; sie verliert schliesslich alle Feuchtigkeit und wird ganz hart, klingend, zeigt sich dabei meist verbogen, S-artig gekrümmt (Taf. V. Fig. 19); wieviel die Raupen bei diesem Mumificirungsprocess an Gewicht verlieren, ergiebt die am 30. October vorgenommene Wägung dreier lebendiger Raupen aus Breslau, die übrigens durch längeres Fasten im Winterlager selbst schon an Körpergewicht eingebüsst haben mochten, zusammen 1,64 gm., also im Mittel 0,55 gm. wogen, während 6 Mumien aus Rosen 0,42 gm., also jede im Mittel 0,07 gm. Gewicht besassen und demnach mindestens $\frac{3}{4}$ an Gewicht verloren haben mochten.

4. Pilzsporen in den todten Erdraupen.

Die der Krankheit erlegenen Raupen sind in hohem Grade spröde, so dass sie bei jeder unvorsichtigen Behandlung in Stücke zerbrechen; diese Stücke sind von der eingeschrumpften Haut umgeben, inwendig aber gleichmässig mit einer kohlschwarzen zunderartigen, schwammigen, trockenen Masse ausgefüllt, ohne dass sich die inneren Organe der Raupe zunächst unterscheiden liessen; nur der von Pilzen frei gebliebene Darm bildet meist eine leere Höhle im Innern der kleinen Mumie. Eine Portion der zunderartigen Masse mit Hülfe der Nadeln auseinander gezerrt, zerfällt in zahllose, tief schwarzbraune, völlig undurchsichtige, kugelrunde Sporen von solcher Grösse, dass sie mit blossem Auge unterschieden werden können, die ganze Substanz also eine mehlig-feinkörnige Beschaffenheit besitzt (vergl. Tab. V.). Diese Sporen zeigen nicht unbedeutende Verschiedenheiten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sowohl in den Dimensionen, als in der Beschaffenheit ihrer Membranen und des Inhalts; aus zahlreichen Messungen habe ich jedoch 0,05 mm. (50 Mikromillimeter) als mittleren Werth ihres Querdurchmessers gefunden. Die grössten Sporen erreichen einen Durchmesser von 55 Mikrom. (Fig. 12), die kleinsten nur von 36—40 Mikrom. (Fig. 7. 8.) Hiernach gehören dieselben unter die grösseren der bekannten Pilzsporen.

Wenn die bei weitem meisten Sporen sich, wie oben bemerkt, als regelmässige Kugeln zeigen, so fehlt es doch nicht an abnormen Formen, wo die Sporen birnförmig in die Länge gezogen (z. B. 100 Mikrom. lang, 30 Mikrom. breit) oder grade abgestutzt sind (Tab. V. Fig. 9); häufig sind Formen mit papillenartigem Fortsatz an einem Ende (Fig. 7. 8). Die Sporen sind gewöhnlich zu 2, 3 oder mehreren kettenartig aneinander gereiht, ohne dass eine organische Verbindung deutlich wäre; sehr häufig zeigen sich jedoch zwei Sporen mit grader Scheidewand dergestalt aneinander geheftet, dass dieselben sich nicht von einander trennen lassen und dadurch einen entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang anzeigen (Fig. 9. 11).

Der äussere Contour der Sporen ist in sehr vielen Fällen ringsum eingekerbt (Fig. 10. 12); und am leichtesten bei trockener Untersuchung überzeugt man sich von der Anwesenheit einer äusseren tiefbraunen Sporenhaut, dem Episporium, welches von unregelmässig gewundenen Furchen durchzogen ist. In vielen Sporen sind in dieser äusseren Schicht die gewundenen Falten nicht zu erkennen (Fig. 5. 11), sei es, dass dieselben überhaupt schwächer oder gar nicht ausgebildet, sei es, dass sie in Folge der Undurchsichtigkeit später undeutlich wurden; solche Sporen sind dann von einer anscheinend glatten, ziemlich dicken, fast undurchsichtigen Haut eingeschlossen, welche bei plötzlichem Druck auf das Deckglas leicht in unregelmässige Fetzen zerspringt (Fig. 13). Wendet man beim Zersprengen des Episporium eine gewisse Vorsicht an, so findet man, dass unter demselben noch eine zweite Haut, das Endosporium (Fig. 13. 15. 16) vorhanden ist, welche sich als eine verdickte, völlig farblose, glashelle Cellulosemembran darstellt. Es schien mir, als ob in solchen Sporen, die schon längere Zeit aufbewahrt waren, das Endosporium dicker geworden, vielleicht aufgequollen sei. Durch Jod wird das Episporium schwarzpurpurn, das Endosporium gelb; eine Blaufärbung durch Jod und Schwefelsäure gelang nicht.

Die Sporenhäute in ihrer doppelten Schichtung sind in der Regel so undurchsichtig, dass sie die Beschaffenheit des Zellinhalts nur schwer erkennen lassen (Fig. 12). Durch Aufbewahren in Glycerin oder auch durch Digeriren in Aether oder Kalihydrat werden sie durchsichtiger (Fig. 11. 14). Am besten untersucht man den Sporeninhalt, wenn es

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gelingt, die äusserste Haut abzulösen. Derselbe verändert im Laufe der Entwickelung seine Beschaffenheit; er erscheint zuerst als ein dichtes farbloses Protoplasma, in welchem zahllose kleine Oeltröpfchen gleichmässig vertheilt sind (Fig. 5); diese vereinigen sich später in eine kleinere Zahl grösserer Oeltropfen von zellenähnlichem Anschen (Fig. 11. 14), oft auch in ein bis zwei grosse Oelkugeln, welche das Protoplasma an den Rand der Spore zurückdrängen (Fig. 6. 10. 15. 16).

Die freien Sporen bilden die überwiegende Hauptmasse der schwarzen zunderartigen Substanz, welche den Körper der todten Raupen zwischen Haut und Darm ausstopft; denn die Eingeweide und der Fettkörper sind, wenn auch nicht verschwunden, so doch zu desorganisirten Fetzen eingeschrumpft, die von den Sporenkugeln dicht umlagert sind; nur die Tracheenstämme in den verschiedensten Dimensionen ziehen sich unversehrt durch die Sporenmasse. Eine Unzahl Fetttröpfchen, aus dem zerstörten Fettkörper herstammend, umgiebt die Sporen, so dass wir ein klares Bild derselben erst dann erlangen, wenn wir durch einen Wasserstrom den grösseren Theil der Fetttröpfchen auf dem Objectglase fortgespült haben, was durch Anlegen eines Fliesspapierstreifens an den Rand des Deckgläschens und Zuführen von destillirtem Wasser an den entgegengesetzten Rand desselben leicht hergestellt wird.

5. Mycelium.

Zwischen den freien Sporen finden wir, wenn auch meist nur spärlich, Bruchstücke eines Myceliums, dessen Fäden sich selten auf längere Strecken verfolgen lassen. Es sind Schläuche von verhältnissmässig bedeutendem Querdurchmesser, meist zwischen 0,008—0,025 mm. (8—25 Mikrom.), bald cylindrisch (bis zu 50 Mikrom.), bald in einzelnen Strecken blasenförmig erweitert (Tab. V. Fig. 4. 5. 10), entweder einzellig oder durch Scheidewände in lange Glieder (bis zu 125 Mikrom.) getheilt, mit spärlichen, meist rechtwinklig abgehenden Aesten. Die Membran dieser Myceliumfäden ist entweder farblos oder häufiger schwärzlich gefärbt (Fig. 10), ihr Inneres entweder leer oder voll grösserer Oeltropfen. Mitunter sind jedoch auch noch grössere Reste des Mycels in den Mumien der Raupen vorhanden, welche mit öligem Protoplasma so dicht erfüllt sind, dass man sie für Dauermycel halten könnte, das unter Umständen seine Thätigkeit wieder zu beginnen vermag; ob dies wirklich der Fall, ist jedoch durch meine Versuche nicht mit Sicherheit zu ermitteln gewesen. Da das Mycelium in den todten Raupen offenbar in Desorganisation begriffen ist, so gelingt es nur schwierig, den Zusammenhang zwischen Spore und Mycel zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ermitteln; bei genauerer Prüfung findet man jedoch einzelne Sporen auf einem kurzen Stiel sitzend, der an ein Myceliumfadenstück angewachsen ist (Tab. V. Fig. 6. 10). Wälzt man die Sporen, so kann man fast bei allen eine kreisförmige verdünnte Stelle erkennen, welche ihrem ehemaligen Anheftepunkte entspricht (Fig. 11), oder man findet selbst einen Rest des Stiel als kurzes Anhängsel der Spore (Fig. 7. 12). Hieraus wird klar, dass die Sporen auf kurzen Sterigmen an den Fäden des Myceliums entspringen, aber bei der Zerstörung des letzteren isolirt werden.

Um jedoch die Entwicklungsgeschichte der Sporen genauer zu ermitteln, muss man auf frühere Zustände zurückgreifen, wo die Raupen den Beginn ihrer Krankheit durch Trägheit und dunklere Verfärbung der Haut erkennen lassen.

6. Untersuchung des Blutes.

Die Krankheit macht sich, wie ich schon oben bemerkt, im Innern der Raupe zunächst durch Schwarzfärbung des Blutes bemerklich, welches in gesunden Thieren gelblich, klar und von Blutkörperchen reichlich erfüllt ist. Mit dem Fortschritt der Krankheit verschwinden die Blutkörperchen, während im Blute selbst zahllose schwarze Pünktchen auftreten, so dass dasselbe chinesischer Tusche ähnlich wird (Tab. IV. Fig. 4). Beim Anstechen kranker Raupen tritt daher das Blut in grossen schwarzen Tropfen heraus: die im Blut schwimmenden Pünktchen zeigen Molecularbewegung; es könnte zweifelhaft sein, ob dieselben als moleculare Fetttröpfchen aus dem bereits in Auflösung begriffenen Fettkörper stammen, oder ob sie eine Bacteridienform sind, wie sie Pasteur, Davaine und Andere für verschiedene Thierkrankheiten angezeigt haben. Bald darauf treten auch echte Bacterien im Blute auf, welche sich sprungweise oder zickzackartig bewegen und selbst die grösseren Oeltröpfchen in Bewegung versetzen, so dass diese durcheinander zu hüpfen und im Zickzack blitzschnell umherzurollen scheinen; doch folgen sie eben nur dem von den Bacterien gegebenen Anstosse. Auch schlängelnde Vibrionen beleben das in Zersetzung übergehende Blut.

In dem kranken Blute bilden sich auch zahlreiche farblose Krystalle von verschiedener Form, theils Bündel kleiner Rhaphiden (Taf. IV. Fig. 4[a.]), theils grössere, anscheinend klinorhombische Säulen mit ausgebildeten Endflächen (Fig. 4[b.]), oft zu Zwillingen (Fig. 4[c.]), auch wohl drusenartig durcheinander gewachsen. Eine zuverlässige Bestimmung dieser Krystalle war mir nicht möglich; doch beobachtete ich, dass in mehreren mikroskopischen Präparaten des kranken Blutes sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch die bekannten Octaeder des oxalsauren Kalks ausschieden, die ich im frischen Blute nicht bemerkt hatte; die oben erwähnten Krystallformen widersprechen nicht der Vermuthung, dass auch sie oxalsaurem Kalk angehören, bekanntlich einer, bei so vielen Gährungs- und Fäulnissprozessen in Folge der Zersetzung einer organischen Substanz durch in ihr entwickelte Pilzzellen auskrystallisirenden Verbindung. Auf einen Zuckergehalt des Blutes scheint es mir hinzudeuten, dass in mehreren mikroskopischen Präparaten, welche ich von den Pilzen im Blute der Erdraupen anfertigte, sich noch nach dem Verschluss des Deckgläschens echte Hefezellen entwickelten, und durch Sprossung so reichlich vermehrten, dass dadurch die Präparate getrübt wurden.

7. Gonidienbildung.

Gleichzeitig mit der Schwarzfärbung beobachtete ich im Blute die Anfänge des Pilzes in stets wachsender Zahl. Es sind freie kugelige oder ovale Zellen von verschiedener Grösse, mit einer zarten, aber allmählich bei zunehmendem Wachsthum stärker werdenden und dann doppelt conturirten Membran, und von einem trüben feinkörnigen, fast farblosen Protoplasma gleichmässig so dicht erfüllt, dass sie dunkelgrau und wenig durchsichtig erscheinen (Taf. IV. Fig. 7); sie haben einen Querdurchmesser von 0,007—0,015 mm. (7—15 Mikromm.). Wenn gleichzeitig mit dem Auftreten dieser Zellen der Darm, die malpighischen Gefässe und der Fettkörper der Raupe in sichtlicher Desorganisation begriffen sind, so hängt dies sicherlich damit zusammen, dass diese Pilzkugeln in zahllosen Exemplaren chytridienähnlich an die Aussenseite jener Organe geheftet sind, wobei sie oft gruppenweise sich dicht aneinander reihen (Fig. 7 a.). Der grösste Theil der kugeligen Pilzzellen aber schwimmt frei im Blute, das die Eingeweide der Raupe umspült.

Woher diese freien Zellen stammen, ist nicht schwer zu ermitteln. Sie entstehen aus Schläuchen, die sich ebenfalls im Blute finden und grade in die Länge gestreckt cylindrisch, oder sichelförmig gekrümmt (Fig. 5 b. c.), hakenförmig zusammengebogen (Fig. 5 d.), S-förmig geschlängelt (Fig. 5 e.) oder zickzackförmig hin und her gebrochen (Fig. 5 f.) sind; diese Schläuche erreichen zum Theil bedeutende Länge (bis 100 Mikrom.), ehe in ihnen eine Theilung bemerklich wird; bald aber nehmen sie eine septirte Beschaffenheit an, indem sich durch successive Querscheidewände der mehr oder weniger cylindrische Schlauch in einfacher Reihe in eine grössere oder kleinere Zahl von Zellen abtheilt (Tab. IV. Fig. 5 g. i.). Nach der Theilung dehnen sich die einzelnen Zellen in verschiedenem Grade aus, bald mehr cylindrisch sich in die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Länge streckend, bald der Quere nach kugelig anschwellend, und bilden so rosenkranzförmige Ketten mit abwechselnden grösseren oder kleineren, kugeligen, oder mehr oder weniger verlängert walzlischen Gliedern in den verschiedensten Dimensionen (Fig. 6 a—e.). Oft verkümmert ein Glied zwischen zwei stärker ausgedehnten und erscheint dann als seitlicher Anhang (Fig. 6b.*). Einzelne Zellen, welche blasenförmig angeschwollen und durch seitliche Ausbuchtungen eine drei oder mehrstrahlige Form angenommen haben, entwickeln, indem sich die Ecken durch Scheidewände von dem Mittelkörper der Zelle abtrennen, aus jedem ihrer multipolaren Enden besondere Zellreihen. So entstehen die mannigfaltig verästelten Gebilde, von denen ich auf Fig. 5h.k. 6f. 9. Tab. V. eine Darstellung zu geben versuchte.

Die Zellreihen zerfallen leicht in ihre einzelnen Glieder. Ueberall findet man an den rosenkranzförmigen Fäden zahlreiche Zellen, die sich kugelig abgerundet haben und ablösen, andere Fäden zerbrechen zickzackartig in grössere und kleinere Stücke, die dann wieder sich in ihre einzelnen Zellen isoliren (Fig. 6c.d.f.). Alle die kugeligen und ovalen freien Pilzzellen im kranken Blute sind aus zerfallenden Zellreihen hervorgegangen; ich werde diese Gebilde bei unserem Pilz als Gonidien bezeichnen. In einem gewissen Zustande der Erkrankung finden wir im Blute weiter nichts, als zahllose, einreihige oder verzweigte Gonidienketten, deren jedes Glied, abgelöst, den Anfang einer neuen Kette abgiebt.

Wie aus obiger Darstellung erhellt, ist es mir nicht gelungen, den ersten Anfang der Infection bei den Erdraupen wahrzunehmen, da das beschränkte Material, mit dem ich arbeiten musste, mir nur solche Raupen zu Gebote stellte, in welche bereits die Keime des Pilzes eingedrungen waren, eine Ansteckung gesunder Raupen durch die schwarzen Sporen aber niemals Erfolg hatte. Nachdem aber nun einmal der Pilz Eingang in den Körper der Raupe gefunden, stellt sich die weitere Entwicklung so dar, dass die schlauchartig verlängerten Pilzkeime durch wiederholte Quertheilung sich zu vielzelligen Gonidienketten entwickeln, die in ihre einzelnen Glieder zerfallend, schliesslich das ganze Blut als kugelige oder eirunde Zellen der verschiedensten Grösse in zahlloser Menge erfüllen. Das Material zur Bildung dieser Zellen liefert ausser dem allmählich resorbirten Blute selbst hauptsächlich der Fettkörper der Raupe, den wir inzwischen sich in eine schmierige schwärzliche Masse auflösen sehen, dessen Fettkörnchen wir im Inhalt der Pilzgonidien zugleich mit feinkörnigem Protoplasma wieder antreffen, so dass eine directe Einsaugung derselben durch die Parasiten wohl vermuthet werden kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

8. Keimung der Gonidien. Bildung der Dauersporen.

Bringt man einen Tropfen Bluts voll dieser kugeligen Gonidien in die feuchte Kammer, um ihn längere Zeit zu beobachten, so sieht man dieselben innerhalb weniger Stunden keimen, indem sich an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche ihre Zellhaut in einen Schlauch aussackt, der oft sofort am Ursprung rechtwinklig abgehende Aeste bildet; anderwärts entstehen zwei Keimschläuche an verschiedenen Punkten der Gonidie; das Plasma als homogene dichte Flüssigkeit wandert in den Keimschlauch aus der Gonidie heraus, welche selbst entleert wird, bis auf einzelne Körnchen, die in ihr zurückbleiben (Tab. V. Fig. 8).

In der kranken Raupe selbst beginnt dieses Auskeimen der freien Gonidien kurze Zeit vor dem Tode; und so entwickeln sich aus diesen kugeligen Zellen zahllose fadenförmige Pilze von 0,005 — 0,01 mm. im Durchmesser, die sich in lange Schläuche verlängern, durch rechtwinklige Aeste sich mehrfach verzweigen, mit dichtem, feinkörnigen, fettreichen Protoplasma füllen, und entweder gar nicht oder doch erst später durch Querscheidewände septiren (Tab. IV. Fig. 9. 10). Diese schlauchartigen Fadenpilze, die anfänglich isolirt, später dicht verfilzt durcheinander wachsen, bilden in ihrer Vereinigung ein Mycelium, das in steter Vergrösserung die Eingeweide der Raupe verdrängt und die Leibeshöhle mit Ausschluss des Darmes und der Tracheen ausstopft. Die Spitzen der Fadenäste vergrössern sich alsbald keulenförmig, füllen sich mit dichterem Protoplasma und gliedern sich durch Querscheidewände ab, zum Theil um neue Gonidien zu bilden (Tab. V. Fig. 1*); andere, theils terminale, oder noch häufiger seitliche Aestchen, die aus den Fadenschläuchen hervorsprossen, schwellen an ihrer Spitze kugelig auf und bilden sich allmählich zu Sporen aus, die mit einem dünneren Stiele (Sterigma) auf dem Faden sitzen (Tab. V. Fig. 2. 4*). Oft lässt sich noch der Zustand erkennen, wo die Höhle des Zellfadens direct mit der zur Spore sich entwickelnden Ausstülpung communicirt, so dass das Protoplasma des Fadens in die schwellende Spore einströmt, dort sich ölartig umbildet, während gleichzeitig deren Zellhaut eine immer dunkler werdende Färbung annimmt (Fig. 2. 3). Die reife Spore gliedert sich endlich durch eine Scheidewand von der Spitze ihres Stiels ab, und erhält unter ihrer primären Haut, die zum Exosporium wird, noch eine zweite innere Hautschicht.

Wie oben erwähnt, theilen sich diejenigen Fadenäste, welche zu Sporen werden, oft vorher durch Querscheidewände in 2 (oder mehr) Glieder; wo dies der Fall, durchlaufen in der Regel beide Glieder die Metamorphose zur Spore nach einander, so dass z. B. die Endzelle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bereits eine vollständige ausgewachsene Spore mit doppelter und demnach undurchsichtiger Sporenhaut darstellt, während die unter ihr befindliche kleinere Gliederzelle mit hellerer, mehr röthlicher und durchsichtigerer Membran und Plasma reicherem, Oel ärmerem Inhalt noch einen jüngeren Zustand anzeigt (Tab. V. Fig. 5). Die paarweise oder selbst zu dreien verbundenen, mit graden Scheidewänden aneinander gewachsenen Sporen, die wir so häufig in den todten Raupen finden, sind aus solchen Entwickelungszuständen hervorgegangen. (Fig. 9. 11.)

Mitunter gestaltet sich nur die terminale Zelle zur Spore, die unter ihr befindliche wird als Mycelzelle abgegliedert (Fig. 6).

Einzelne Sporen sind von wurmförmig oder hakenartig gekrümmten Mycelästen derartig auf's Engste umschlossen, dass mir der Gedanke entgegentrat, es möchte sich hier vielleicht gar um geschlechtliche, durch Antheridien befruchtete Oosporen handeln (Tab. V. Fig. 4). Es ist mir jedoch nicht möglich gewesen, dieses Auftreten hakenförmiger Aeste zur Seite der Sporen als regelmässige Erscheinung insbesondere in den jugendlichen Entwicklungszuständen zu constatiren, so dass ich die Vermuthung eines geschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses bei diesen Sporen nicht zu erweisen vermag.

Während auf solche Weise im Innern der Raupe das Blut und die assimilirbaren Substanzen des Fettkörpers und der Eingeweide von den Schläuchen des Mycels resorbirt werden, diese letzteren aber das von ihnen aufgenommene Protoplasma und Fett wieder in die Sporen einströmen und daselbst sich verdichten lassen, tritt der Tod des allmählich erschöpften und daher ganz unmerklich verlöschenden Thieres ein. Die Mycelfäden selbst werden nun grösstentheils inhaltsleer; ihre anfangs glashellen Membranen färben sich schwärzlich (Tab. V. Fig. 10) und sind leicht zerreissbar; in einzelnen Theilen der Mycelfäden sammeln sich mitunter dichtere Protoplasmamassen, grenzen sich durch Querscheidewände von den benachbarten Fadenstücken ab, während das übrige Mycel zerstört und die Sporen dadurch isolirt werden; sie stellen jene eigenthümliche Form der Dauermycelzellen dar, wie sie auch bei *Pilobolus*, *Mucor, Achlya, Peronospora* und anderen Phycomyceten auftreten (vgl. Schröter, über Gonidienbildung bei Fadenpilzen, Jahresber. der botanischen Section der Schles. Gesellschaft für 1868 p. 133). Indem schliesslich die Sporen zur Reife gelangen, wird ihr Inhalt immer dichter, ölreicher, ihre beiden Häute dicker und fester, und nachdem das während dieser Reifungsvorgänge ausgeschiedene Wasser durch die Haut der Raupe verdunstet ist, wird diese völlig trocken und hart, und nimmt jene schwarze

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mumienartige Beschaffenheit an, welche mich veranlasst hat, dem hier beschriebenen Pilze den Namen des *Tarichium megaspermum* zu geben (von ταριχος, ταριχιον bei Herodot, kleine Mumie).

9. Keimversuche an Dauersporen.

Mein nächstes Bestreben war nun darauf gerichtet, die Keimung der Sporen zu ermitteln. Ich habe zu diesem Zweck die schwarzen Raupenmumien bald nach dem Tode in Wasser, in feuchte Erde, in eine feuchte Kammer gebracht. Die im Herbst auf solche Weise der Cultur unterworfenen Mumien bedeckten sich mit einem Schimmel, der dieselben schliesslich völlig mit weissem Ueberzug bedeckte, oder stellenweise sich zu dichten Coremiumartigen Massen verflocht. Der Schimmel bestand aus dünnen und langen septirten Penicilliumartigen Pilzfäden von 0,001—0,002 mm. Dicke, welche an der Spitze wie im obersten Knoten des septirten Fadens paarweise gegenständige Wirtel langer farbloser Sporenketten auf pfriemenförmigen, 0,04 mm. langen Sterigmen erzeugten. Diese Ketten zerfallen leicht in die einzelnen Sporen (Conidien) von charakteristischer glockenförmiger Gestalt; dieselben sind nämlich elliptisch mit breiterer abgestutzter Basis, am entgegengesetzten Ende in eine feine Spitze verdünnt, daher die Sporenketten an jedem Gliede scharf eingezogen. Die Sporen sind 0,006 bis 0,007 mm. lang; sie keimen leicht, indem sie nicht an einem der beiden Enden, sondern an der Seite einen dünnen Keimschlauch austreiben, der selbst wieder rechtwinklige Aeste abgiebt. Mit Rücksicht auf die Art der Sporenbildung, welche an den Typus von *Penicillium* erinnert, sowie auf das Vorkommen dieses Schimmels auf todten Raupen, könnte man denselben als eine Art der Insekten tödtenden Isarien betrachten, obwohl die Grösse der Sporen die gewöhnlichen Isariensporen übertrifft. Ich muss jedoch unsern Pilz nach der ganzen Entwicklungsgeschichte als völlig indifferent zu der Krankheit der Raupen, vielmehr als einen nur zufällig angeflogenen Schimmel betrachten; ich möchte ihn deshalb nicht als eine *Isaria,* sondern als eine *Spicaria* bezeichnen.

Während die Spicaria die todten Raupen mit weissem Staube einhüllte, blieben die schwarzen Sporen des Tarichium unverändert. Ebensowenig gelang es mir, eine Portion der schwarzen Sporenmasse durch Einimpfen in den Körper einer gesunden Raupe zur weiteren Entwicklung zu bringen; die auf solche Weise angesteckten Raupen blieben gesund oder starben an der Operation ohne Pilzbildung.

Die ganze Organisation der Sporen weist unzweifelhaft darauf hin, dass dieselben Dauersporen, d. h. Fortpflanzungskörper sind, welche erst durch eine längere Winterruhe ihre Keimfähigkeit erlangen, wie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sie uns von so vielen Algen und Pilzen bekannt sind. Nachdem ich in Folge der vielen während des Winters erfolglos gebliebenen Keimversuche zu dieser Ueberzeugung gelangt war, wartete ich das Frühjahr ab, um die überwinterten Raupen-Mumien in den Keimapparat zu bringen. Aber sei es nun, dass die todten Raupen, welche im warmen Zimmer in einem verschlossenen Glasfläschchen aufbewahrt worden waren, allzustark ausgetrocknet, oder dass sonst die Bedingungen des Keimens nicht richtig gewählt wurden, die Sporen des Tarichium, obwohl sie unter dem Mikroskop anscheinend normale Beschaffenheit zeigten, konnten doch lange Zeit nicht zu weiterer Entwicklung gebracht werden. Während die Tarichiumsporen unverändert blieben, sprossten auf oder um die aufgeweichten Mumien verschiedene Schimmelpilze, meist ästiger *Mucor* und *Penicillium;* auch siedelte sich in einem thönernen Keimkasten (dem Nobbe'schen Keimapparat) auf den schwarzen Flecken, welche sich in der Umgebung der aufgeweichten Mumien sofort bilden, das von Brefeld entdeckte und in so ausgezeichneter Weise erforschte *Dictyostelium mucoroides* an — der dritte Standort neben Kaninchen- und Pferdemist (Brefeld) und Milch (Bail) für diesen merkwürdigen Myxomyceten. Säte ich die zu Pulver zerbröckelte Sporenmasse auf Wasser, so trat bald Fäulniss mit Zoogloeabildung ein, und die Sporen wurden offenbar getödtet. Endlich in den letzten Tagen des Mai, nachdem inzwischen die Lufttemperatur bedeutend gestiegen war, hatten meine Bemühungen Erfolg. Die Sporen in einigen Mumien, die in feines Fliesspapier gewickelt — um sie wiederfinden zu können — in feuchter Erde einige Wochen gelegen hatten, veränderten die Beschaffenheit ihres Inhalts sichtlich. Das Oel, welches beim Reifen sich in grossen Tropfen aus dem Zellinhalt der Sporen ausgeschieden hatte, schien sich wieder gleichmässig in diesem zu vertheilen, und bildete zuletzt nur einen grossen centralen Kern- (Sporoblast-) ähnlichen Tropfen mitten im feinkörnigen, dicken Protoplasma. Der gesammte Sporeninhalt verdichtete sich ein wenig und bildete eine freie Kugel innerhalb der Sporenhäute, die erweicht und durchsichtiger erschienen (Tab. IV. Fig. 20). Endlich verschwand auch der letzte Oeltropfen im Mittelpunkt der Spore, und das Protoplasma nahm nun eine gleichmässige, stark lichtbrechende Beschaffenheit an, zeigte auch Vacuolenbildung, Formveränderung und theilweise Contractionen, welche die erwachende Thätigkeit desselben deutlich anzeigten. Endlich wurden, vielleicht in Folge dieser Contractionen, beide Sporenhäute durch eine mehr oder weniger tiefe Querspalte gesprengt: ging der Riss um die ganze Sporenkugel, so bildete der Inhalt eine kugelige oder eirunde Plasmamasse, die frei in's Wasser trat; war die Spalte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nur partiell, so quoll durch dieselbe das Plasma entweder als eine bisquitförmig eingeschnürte Masse, ähnlich wie die Zoospore von *Vaucheria,* so hervor, dass anfänglich noch die grössere Hälfte in der Spore zurückblieb. Oder es trat der Inhalt in Form eines cylindrischen Schlauchs hervor, der aus dichtem, homogenen, sehr stark lichtbrechendem vacuolenhaltigem Plasma bestand, von unregelmässigem gewundenem Contur, anscheinend von keiner Zellhaut umschlossen (Tab. VI. Fig. 2). Diese Plasmaschläuche verliessen die Sporenschale, die leer zurückblieb, traten in's Wasser, verlängerten sich in unregelmässigen Windungen und schickten kurze rechtwinklich abstehende Aeste aus (Tab. VI. Fig. 22). So fanden sich bei der Cultur auf dem Objectglase, welche ich zuletzt, um die Veränderungen der keimenden Sporen besser controliren zu können, vornahm, neben zahlreichen entleerten Sporen auch eine Menge der ausgetretenen einfachen oder verästelten Plasmaschläuche, zum Theil in sonderbaren Formen. Ob aus diesen Schläuchen die vielzelligen Gonidienketten hervorgehen, welche ich ganz ähnlich den auf pag. 66 beschriebenen in den Mumien zwischen den Sporen mehrfach antraf, konnte ich nicht sicher ermitteln.

10. Arten von Tarichium.

Aus allem oben Geschilderten geht zunächst hervor, dass unser Tarichium mit keiner der bis jetzt untersuchten im Innern von Insekten lebenden Pilzformen übereinstimmt; es unterscheidet sich von diesen einerseits durch die Bildung von Dauersporen, andererseits dadurch, dass diese Sporen sich nicht, wie in allen übrigen Fällen von Pilzkrankheit bei Insekten, an der Aussenseite der durchbohrten Cutis, sondern im Innern der Körperhöhle vollständig ausbilden. Dass jedoch Arten unserer Gattung Tarichium schon früher beobachtet worden sind, ergiebt sich aus den Abbildungen und Beschreibungen des scharfsichtigen Fresenius. In der bot. Zeitung von Mohl u. Schlechtendal v. 5. Dec. 1856, p. 889 (Notiz, Insektenpilze betreffend), sowie in der Abhandlung über die Pilzgattung *Entomophthora* (Abhandl. der Senkenbergisch. Gesellschaft Bd. II. p. 207, Tab. IX. Fig. 59—78) wird *Entomophthora sphaerosperma* Fres. aufgeführt, die Dr. Mettenheimer im Octbr. 1856 „in vielen vor der Verpuppung zu Grunde gegangenen Raupen des Kohlweissling" entdeckt, und als wahrscheinliche Ursache ihres Todes bezeichnet hatte; Fresenius, der diese Raupen untersuchte, fand in ihrem Innern isolirte, mehrzellige engere und weitere Pilzfäden, und dazwischen kugelige Sporen mit bräunlicher mehrschichtiger Haut, $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{37}$ mm. (0,020—0,027 mm), meist $\frac{1}{40}$ mm. (0,025 mm.) im Durchmesser, deren Zusammenhang mit den Fäden anfangs dunkel blieb; im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

folgenden Jahre (1857) ermittelte jedoch Fresenius, dass die Sporen sich an den Enden und seitlich von den Mycelfäden abgliedern.

In einer vorläufigen Anzeige des von mir bei den Erdraupen beobachteten Pilzes in der Sitzung der Botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft vom 18. November 1869 hatte ich für den letzteren wegen seiner grossen Aehnlichkeit mit dem von Fresenius beschriebenen auch dessen Speciesnamen *(sphaerospermum)* beibehalten; es sind jedoch die Sporen des Fresenius'schen Pilzes nach der eigenen Angabe dieses Autors um die Hälfte kleiner, als die unsrigen, welche ich zu 0,036 — 0,055 mm., im Mittel zu 0,050 mm. bestimmt habe. Wie überhaupt bei den Dauersporen der meisten Pilze, finde ich diese Grössenverhältnisse, wenigstens in ihrem mittleren Werthe, nach den von mir an den Sporen aus verschiedenen Erdraupen gemachten sehr zahlreichen Messungen, für constant; und da auf der anderen Seite die Genauigkeit der Messungen eines so gewissenhaften Forschers wie Fresenius umsoweniger angezweifelt werden kann, als er selbst die relative Kleinheit der Sporen bei dem Pilz der Kohlraupen als charakteristisch hervorhebt, so scheint es mir für jetzt nicht zulässig, trotz der unleugbaren, sehr nahen Verwandtschaft die Identität beider Arten anzunehmen; vielmehr ist nach Analogie des bei andern Entophyten und Entozoen üblichen Verfahrens eine specifische Differenz der auf verschiedenen Wirthen lebenden Parasiten so lange festzuhalten, als nicht eben der Mangel jeglicher morphologischer Verschiedenheit, und vor Allem das *Experimentum crucis* der Uebertragbarkeit von einem Nährorganismus zum andern, die Identität ausser Zweifel setzen. Aus diesem Grunde habe ich den Pilz der Erdraupen unter dem Namen *Tarichium megaspermum* als eine zweite Art derselben Gattung aufgestellt, in welche der Pilz der Erdraupen nunmehr als *Tarichium sphaerospermum* Fres. zu versetzen ist. Denn dass diese beiden Arten in ein besonderes Geschlecht gebracht werden müssen, ist zunächst durch die eigenthümliche Art ihrer Sporenbildung geboten und war auch bereits von Fresenius angedeutet worden, indem derselbe auf Absonderung derjenigen Arten von *Entomophthora*, welche in der geschlossenen Leibeshöhle eines Insects ihre Sporen bilden, hinwies (l. c. p. 208).

Eine dritte Species von *Tarichium (Tarich. Aphidis)* wurde von H. Hoffmann in Giessen in Blattläusen auf *Cornus sanguinea* entdeckt und ebenfalls von Fresenius als *Entomophthora Aphidis* beschrieben und abgebildet. Die kugelrunden Sporen dieser Art erfüllen, gemischt mit Mycelresten, meist die Leibeshöhle ungeflügelter Blattläuse, sind aber auch in geflügelten aufgefunden worden; sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

messen 0,033—0,044, meist 0,037—0,040 mm., stimmen also mit denen unseres *T. megaspermum* näher überein, ohne dass sich bei der Verschiedenheit der Wirthe die Identität bis jetzt nachweisen liesse.

So bildet unsere neue Gattung *Tarichium* einen eigenthümlichen, nun bereits aus drei verschiedenen Insecten, anscheinend auch in drei verschiedenen Arten bekannten Pilztypus, der zunächst mit den übrigen insektenbewohnenden Pilzen verglichen werden muss. Bei diesem Vergleich können nur die botanischen Merkmale der Pilze in Betracht kommen; denn die Krankheitserscheinungen, resp. Organverletzungen in den befallenen Insekten scheinen bei allen Pilzkrankheiten, von welcher Art sie auch herrühren mögen, wesentlich die nämlichen zu sein. Ueberall scheint das Blut in analoger Weise desorganisirt zu werden; wenigstens ist nicht nur bei dem Tarichium der Erdraupen, sondern auch bei *Botrytis Bassiana* auf Seidenraupen von Guerin Meneville (nach Robin, *Histoire des vègétaux parasites p. 569 pl. VII.)* und von Vittadini (nach Lebert, Pilzkrankheit der Fliegen, p. 39; Die gegenwärtig herrschende Krankheit des Insektes der Seide, Tab. 6 fig. 29), bei der Muscardine auf *Gastropacha Rubi* von De Bary (Bot. Zeit. 1867 p. 3) das Auftreten von Krystallen oxalsauren Kalks im Blute beobachtet; bei der Muscardine ist eine saure, bei der Gattine eine schwach alkalische Reaction des Blutes direct nachgewiesen. Die Entwicklung von Bacterien und Bacteridien im Blut sterbender Raupen ist bei der Krankheit der Seidenraupen durch *Botrytis Bassiana* von Guerin Meneville, bei der Gattine und den *Morts flats* von Pasteur angezeigt. Ebenso scheint bei allen Pilzkrankheiten die Resorption des Fettkörpers durch die Pilzzellen, die Aussaugung der Eingeweide durch die Hyphen, bei vielen auch die Fleckenbildung durch schwarzes Pigment, und das Austrocknen zur Mumie in völlig gleicher Weise einzutreten.

11. Vergleich mit Botrytis und Isaria.

Der als *Botrytis Bassiana Bals. Montagne* bekannte Schimmel in der Muscardine der Seidenraupen, welcher zwar schon seit 1763 gekannt, in der dritten und vierten Decade dieses Jahrhunderts aber ganz besonders verheerend auftrat, ist seit Mitte der fünfziger Jahre in räthselhafter Weise allmählich so vollständig aus den Seidenculturen verschwunden, dass es mir, wie andern Naturforschern, schon seit langen Jahren trotz vielfältiger Nachforschungen nicht mehr gelungen ist, aus Italien oder Frankreich, den einstigen Heerden der Epidemie, auch nur ein einziges frisches Exemplar der Muscardine auf Seidenraupen zu erlangen. Dieser Mangel an Beobachtungsmaterial ist ergänzt worden durch die von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

De Bary untersuchte spontane Erkrankung der Raupen von *Bombyx Rubi, Quercus, Caja, Sphinx Euphorbiae,* sowie durch eine von ihm constatirte Epidemie der Kieferspinner in den Forsten des nordöstlichen Deutschlands in Folge eines Pilzes, dessen Identität mit der *Botrytis Bassiana* durch die von De Bary (Botanische Zeitung 1867 p. 588) berichtete Uebertragung des Pilzes von *Bombyx Rubi* auf *B. Mori,* wie umgekehrt durch die schon früher Turpin und Anderen geglückte des Pilzes der Seidenraupen auf andere Raupen und Larven, in der That ausser Zweifel gestellt scheint.

De Bary gelang es, die beiden Hauptfragen in der Lehre von den Insekten tödtenden Pilzen zum Abschluss zu bringen, welche von den früheren Beobachtern nur unvollständig gelöst worden waren: 1) Auf welche Weise geschieht die Ansteckung der Insekten durch die Sporen des Pilzes, und 2) wie verhalten sich die Pilze im Innern des angesteckten bis zu ihrer Sporenbildung an der Aussenseite des getödteten Thieres? In Bezug auf die erste Frage stellte De Bary ausser Zweifel, dass die von Aussen angeflogenen Sporen der Botrytis (Kugelconidien) auf der Haut der Raupe keimen, ihre Keimschläuche durch die Haut hindurchbohren und nun im Innern des Insekts strahlig sich verästelnd, zwischen den Läppchen des Fettkörpers ein Mycel bilden, von dessen weiterer Entwicklung die Krankheitserscheinungen ausgehen. Die Verbreitung des Pilzes im Blute geschieht, wie De Bary in Bestätigung und Vervollständigung der Vittadini'schen Untersuchungen nachwies, nicht in Folge einer Durchwucherung des eingedrungenen Mycels, welches vielmehr von der Eintrittsstelle aus sich höchstens einige Millimeter weit ausbreitet, sondern durch köpfchenartige Abschnürung zahlloser Cylinderconidien auf den Spitzen der Hauptäste oder auf kurzen Sterigmen; die Conidien lösen sich ab und erzeugen selbst wieder neue secundäre, diese alsbald tertiäre Cylinderconidien in solcher Anzahl, dass das Blut, in welchem sie sich verbreiten, von ihnen weisslich gefärbt scheint. Endlich hört die Bildung der Cylinderconidien auf; diese wachsen zu ästigen Mycelfäden aus, die zu einem massigen Geflecht verbunden, das Blut und alle Organe aufzehren, den Körper ausstopfen, und so den Tod des Thieres 10—12 Tage nach der Ansteckung herbeiführen, schliesslich die Haut desselben wieder durchbohren und auf der Aussenseite wieder Kugelconidien (Sporenköpfchen) erzeugen.

Nach den durch Tulasne in die Mykologie eingeführten Anschauungen über die Polymorphie der Fruchtbildung bei den Ascomyceten ist der hier dargelegte Entwicklungskreis der *Botrytis Bassiana* insofern kein vollständiger, als neben den Conidienträgern noch ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fruchtstand mit Ascosporen zu erwarten ist; als solcher wird nach der Vermuthung von de Bary und Brefeld (Bot. Zeit. 1869 p. 590 und 768) die von Tulasne auf todten Maikäfern gefundene *Melanospora parasitica*, oder eine dieser ähnliche Form bezeichnet, welche jedoch Bail in der Sitzung der Bot. Sect. der Naturforscherversammlung in Innsbruck vom 31. September 1869 als höhere Fruchtform zu *Isaria farinosa* gezogen hat. Letztere *Isaria*, welche von Hartig (Mittheil. über die Pilzkrankheiten der Insecten im Jahre 1868) und Bail (Ueber Pilzepizooticen der forstverheerenden Raupen 1869), sowie von de Bary (Bot. Zeitung 1869) vorzugsweise in den Raupenepidemieen der norddeutschen Kieferwälder beobachtet ist, überzieht die von ihr getödteten Raupen bald als weisser Schimmel, bald erhebt sie sich auf ihrem Körper in Form blass orangefarbener, 1 Centim. hoher Knäulchen, bald dicker, 1,5—2 Centim. hoher, lebhaft orangerother Körper, welche an der Spitze Conidientragende Zweige garbenähnlich ausbreiten. Die von de Bary gegebene Entwicklungsgeschichte stimmt vollständig überein mit der von *Botrytis Bassiana*, bis auf den Umstand, dass die auf der Haut keimenden Kugelconidien nicht durch diese sich hindurchbohren, sondern durch die Stigmen der Haupttracheenstämme eingeführt werden. Als Perithecien-Form von *Isaria farinosa* wird von Bail, Hartig und de Bary *Cordiceps militaris* vermuthet; doch ist die Zusammengehörigkeit noch zweifelhaft. (Vgl. de Bary, Bot. Zeit. 1869 p. 604; Bail, l. c. p. 12 und 22.)

So mancherlei Analogieen nun auch die durch *Isaria* und *Botrytis*, sowie die durch den echten *Cordyceps militaris*, möge derselbe nun zu diesen „Vorläufern" gehören oder nicht, veranlassten Epidemieen zu der von uns bei den Erdraupen beobachteten Krankheit bieten, so kann doch von einer näheren Verwandtschaft der Pilze offenbar nicht die Rede sein.

12. Entwicklungsgeschichte von Empusa.

Weit innigere Beziehungen zeigt unser *Tarichium* zu *Empusa*. Als ich im Jahre 1854 den ersten Versuch machte, eine längst als epidemisch bekannte Krankheit der Stubenfliegen auf die Entwicklungsgeschichte eines parasitischen Pilzes, meiner *Empusa Muscae*[1]), zurück-

[1]) Fresenius und Lebert glaubten den von mir gewählten Namen *Empusa* in *Entomophthora* resp. *Myophyton* umändern zu müssen, weil jener bereits früher an eine Heuschreckengattung vergeben sei; ich finde jedoch, dass das Verbot homonymer Gattungsnamen in beiden Naturreichen als unausführbar längst aufgegeben worden ist, und glaube daher, an der auch wohl in der Literatur eingebürgerten *Empusa* festhalten zu dürfen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zuführen, waren die bahnbrechenden Arbeiten von Tulasne über Polymorphismus der Brandpilze noch unbekannt. Damals konnte ich den Anfang des Fliegenpilzes nicht über das Auftreten zahlloser, freier kugeliger Zellen im Blute kranker Fliegen zurückführen, während deren weitere Entwicklung bis zu den Conidien, welche auf der Oberfläche der von ihnen getödteten und gesprengten Thiere abgeschnürt und fortgeschleudert werden, sich dann vollständig feststellen liess. Lebert in seinen Untersuchungen über die Pilzkrankheit der Fliegen (Zürich 1856) kam zu den gleichen Ergebnissen. Gebannt an die bis dahin in der Mycologie noch unerschüttert geltenden Anschauungen über Mycel- und Sporenbildung der Hyphomyceten, glaubte ich mich genöthigt, die Entstehung der von Anfang an isolirt auftretenden Empusazellen durch freie Zellbildung im Blute anzunehmen, wie sie damals für die Hefezellen noch durch Schleiden, Mohl und Naegeli gelehrt wurden. Als jedoch noch vor Beendigung des Druckes meiner Empusaabhandlung Tulasne's *Mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées (Ann. d. scienc. nat. 4 sér. t. II. 1854)* mir zur Hand kam und völlig neue Thatsachen über die Entwicklung mikroskopischer Organismen enthüllte, beeilte ich mich, in einer Nachschrift zu meiner Abhandlung *(Nova Acta Acad. Car. Leop. nat. cur. vol. XXV. P. I.)* die Vermuthung auszusprechen „dass im Innern oder auf der Aussenseite einer Fliege wenige, daher leicht zu übersehende Empusa-Sporen zur Entwicklung gelangten, und zwar zuerst, gleich den Brandpilzen, kurze Keimschläuche treiben, dass dann diese auf irgend eine Weise eine grosse Anzahl kleiner, aber ganz verschieden gebauter Zellchen (Sporidien) hervorbrächten, die später zu vollständigen Empusen auswüchsen; alsdann liesse sich allerdings auch das massenhafte Auftreten von freien kleineren Empusazellen erklären, ohne dass der Eintritt eben so vieler Empusa-Sporen oder eines ausgebreiteten Mycelium dazu erforderlich ist“ (l. c. p. 356, Carton a—c.).

Bei der grossen Schwierigkeit, den ersten Beginn der Krankheit bei den Stubenfliegen zu erkennen, und der Unmöglichkeit, durch künstliche Bestäubung oder Fütterung mit Empusasporen die Krankheit erfolgreich hervorzurufen, war es mir nicht gelungen, diese Vermuthung durch directe Beobachtung zu erproben.

Nur die früh erlöschende Keimfähigkeit der Empusaconidien, welche ich nur bis zu einem Anfangszustande (der sogenannten Häutung der Spore oder Bildung einer secundären Spore (vgl. meine Empusaabhandlung Tab. XI. fig. 17; Lebert, Pilzkrankheit der Fliegen, Tab. III. fig. 31) hatte verfolgen können, und das Auftreten der Empusakrankheit an anderen *Dipteren* auch in den Sommermonaten wurde von mir

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

noch nachträglich ermittelt. Als sich im Mai 1869 eine Zwergcicade, *Jassus sexnotatus* in den Getreidefeldern Schlesiens so ausserordentlich vermehrt hatte, dass diese Thierchen die Halme wie ein schwarzer Staub bedeckten und unter den Landwirthen allgemeinen Schrecken erregten, fand ich von Mitte bis Ende Juni zahlreiche Exemplare von einer kleinen Empusa hinweggerafft. Die vom Pilz getödteten Cicaden liessen sich dadurch erkennen, dass sie an den Blättern der Getreidepflanzen festhafteten, ihre vier Flügel wie zum Fluge ausgebreitet. In feuchter Luft brachen bald nach dem Tode die schlanken Empusaschläuche durch die Haut des todten *Jassus,* hüllten den aufgeschwollenen Körper in einen sammetartigen weissen Schimmelüberzug und streuten zahllose, von einer Hülle umgebene, nur 0,02 mm. grosse kugelige Conidien aus, welche sofort Keimschläuche trieben.

Inzwischen war von Fresenius *Empusa* auch auf Heuschrecken, Tenthredolarven und Mücken entdeckt worden; Bail hatte diesen Pilz 1867 und 68 als „einen Retter der Forstculturen nachgewiesen, indem in der Tuchler Heide auf Tausenden von Morgen die gefrässige Forleule *Noctua piniperda* durch eine Empusa so gut wie vernichtet wurde.“ Die erste Beobachtung epidemischer Empusa in Raupen wurde nach Bail's Nachweisung (Ueber Pilzepizootieen p. 1) von Frauenfeld bei *Euprepia aulica* im Frühjahr 1835 gemacht, aber von diesem erst 1849 publicirt und 1858 von Reichardt auf eine Empusa *(E. Aulicae)* zurückgeführt. Noch älter ist die Veröffentlichung unseres ausgezeichneten Entomologen und Künstler Assmann im fünften Bericht des Schlesischen Tauschvereins für Schmetterlinge 1844, über das Absterben und Schimmeln der Raupen von *Euprepia aulica:* „die Raupen schwellen erst zu ungewöhnlicher Dicke, dann zeigt sich der Schimmel in Gestalt eines weissen feinen Staubes auf der Haut, wächst dann innerhalb weniger Stunden über die Borsten hinweg oder doch wenigstens diesen gleich. Bricht man die Raupe auseinander — sie werden nämlich durch den Schimmel ganz steif und hart, — so findet man sie inwendig ganz mit derselben Substanz ausgefüllt. Selbst Puppen sind von diesem Schimmel nicht befreit.“

Als ich die Assmann'schen Beobachtungen 1855 in meiner Empusaarbeit (l. c. p. 350) wieder abdruckte, bezog ich dieselben irrthümlich auf die echte Muscardine. Erst in diesem Jahre (30. April 1870) erhielt ich durch Herrn Assmann eine Anzahl todter Raupen der *Euprepia aulica,* welche in seiner Kultur vor, einige selbst nach der Verpuppung sämmtlich zu Grunde gegangen und in der oben beschriebenen Weise verschimmelt waren, wobei ich mich leicht überzeugte, dass wir es hier mit Reichardt's *Empusa Aulicae* zu thun haben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die mir übergebenen Raupen hingen ziemlich fest aneinander, wie zusammengebacken, und waren, wie sie Assmann geschildert, mit weissem sammtartigem Ueberzug bedeckt, aus dem die rothen und schwarzen Haare nur mit den Spitzen hindurchragten; Mycel und Conidien hatten bereits ihre Keimfähigkeit verloren, in Wasser oder in feuchter Luft faulten die Raupen sofort. Nur eine Puppe erhielt ich in frischem Zustande, deren Inneres mit freien kugeligen Pilzzellen vollgestopft war; Tags darauf wurde die schwarze Puppenhaut in unregelmässig gewundenen, erst vereinzelt, dann über die ganze Oberfläche sich hinziehenden Querrissen gesprengt; durch diese traten die fructificirenden Schläuche in gewundenen, allmählich zusammenfliessenden weissen Linien, ca. 1 mm. hoch, heraus und schleuderten eiförmige, mit stumpfer Papille versehene Conidien von 0,03 mm. (0,027—0,038 mm.) im längeren und 0,024 mm. (0,02—0,027 mm.) im kürzeren Durchmesser im Umkreis von mehreren Zoll umher. Auf bethautem Glase bildeten die Conidien nach wenigen Stunden von einem oder mehreren Punkten ihrer Oberfläche ausgehende grosse, 0,005 mm. dicke Keimschläuche, die jedoch nach kurzer Entwicklung abstarben. Zu Ansteckungsversuchen fehlte es mir an geeignetem Material.

Die Entwicklungsgeschichte von *Empusa* ist in neuester Zeit durch die bis jetzt nur in einer vorläufigen Mittheilung bekannt gewordene Untersuchung von Oscar Brefeld an den Raupen des Kohlweisslings *(Pieris Brassicae)* in den wichtigsten Punkten ergänzt worden. (Ueber *Empusa muscae* und *E. radicans,* Botan. Ztg. 1870 No. 11. 12.) Brefeld inficirte gesunde Kohlraupen, indem er dieselben in Wasser brachte, das frische Empusasporen in Masse enthielt; er verfolgte die Keimung dieser Sporen auf der durchsichtigen Haut der Raupe; er sah diese von dem Keimschlauch durchbohrt, welcher in Schlangenwindungen am dritten Tage bis zum Fettkörper vordringt und sich dann in einen Zellfaden theilt, während das Protoplasma aus der Spore in die Endzelle des Fadens einwandert. Letztere schickt zahlreiche dicke Aeste aus, welche in einem Tage den ganzen Fettkörper mit dem dichtesten Hyphengeflecht ausfüllen. Die fortwachsenden Enden gehen in das den Fettkörper frei umspülende Blut; kleine, zufällig vom Hauptmycel getrennte Seitenäste werden vom Blutstrom fortgerissen und durch den Körper verbreitet; sie entwickeln sich einzeln im Blut der lebenden Raupe zu einem normalen Mycel und füllen, Darm und Tracheen ausgenommen, den Körper derselben aus, so dass „die Raupe in der Masse des Pilzes erstarrt.“ Auf der Unterseite der todten Raupe brechen Bündel septirter Heftfasern, auf der Oberseite die Sporen bildenden Schläuche hervor. Die spindelförmigen Conidien haben ganz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

andere Form und Dimensionen, als die der *Emp. Aulicae*; jene nach Brefeld 17,6 Mikromm. Länge, 5,4 Breite. diese 30 Mikromm. Länge, 24 Mikromm. Breite; die Conidie von *E. Muscae* ist 22—33, im Mittel 25 Mikromm., die von *Jassus* 20 Mikromm. lang und breit.

Brefeld übertrug die Krankheit der Kohlraupen auch auf Fliegen, giebt aber keine nähere Beschreibung ihres Verhaltens. Dagegen gelang es ihm, die Stubenfliegen auch durch Zusammenbringen mit Exemplaren, die an *Empusa Muscae* gestorben, anzustecken[1]), und das Eindringen des Keimschlauches der Empusaspore durch die Haut in die Leibeshöhle hinein zu beobachten. Das eingedrungene Ende des Keimschlauchs stellt eine grosse Zelle dar, die sich durch hefenartige Sprossung vermehrt; die Tochterzellen trennen sich von der Mutterzelle und siedeln sich im Fettkörper an; jede wird wiederum zur Mutterzelle, und indem die Vermehrung durch eine Reihe von Generationen fortdauert, wird die Zahl der Pilzindividuen eine sehr bedeutende. Endlich hört die Vermehrung der Pilzindividuen auf; ein jedes derselben wächst in bekannter Weise schlauchartig aus und wird zu einem Sporen tragenden Faden. Gewissermassen das Ideal einer Kugelspritze, schleudert nach diesen Untersuchungen eine mit fructificirenden Empusen bedeckte Fliege oder Raupe in ununterbrochenem, Stunden lang anhaltendem Feuer in weitem Umkreise, nach allen Richtungen hin gleichzeitig, einen Kugelregen von Sprenggeschossen, welche in den Leib jeden Opfers, das sie erreichen, die tödtliche Ladung hineintreiben.

13. Verhältniss von Empusa zu Tarichium.

Als ich zuerst das Zerfallen der Gonidienketten bei den jungen Tarichien ermittelt, drängte sich mir sofort die Vermuthung auf, es möchten die freien Empusazellen im Blute frisch erkrankter Stubenfliegen eine ähnliche Entstehung haben. Indess stimmt die Art und Weise, wie sich die Keimschläuche der Empusa im Innern der Kohlraupen und der Fliegen nach Brefeld vermehren sollen, weder untereinander, noch mit den Vorgängen bei den Erdraupen überein. Ich habe bei letzteren weder zufällige Loslösung von Mycelästen, wie sie bei *Empusa radicans,* noch hefenartige Sprossung, wie sie bei *Empusa Muscae* stattfinden soll, gefunden, sondern das Zerbrechen einer aus wiederholter Quertheilung hervorgegangenen einfachen oder verzweig-

---

[1]) Meine eigenen gleichartigen Versuche missglückten, weil ich den Versuch aufschob, bis die Empusaepidemie unter den Stubenfliegen erloschen schien, um die Möglichkeit spontan erkrankter Subjecte auszuschliessen (l. c. p. 342). Ich übersah dabei, dass nur frische Sporen keimen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ten Zellenreihe in ihre einzelnen Glieder; ich habe diesen Vorgang schon oben als Gonidienbildung bezeichnet.

Das Charakteristische der von Schroeter bei zahlreichen Fadenpilzen verfolgten Vermehrung durch Gonidien besteht eben darin, dass ein Mycelfaden ganz oder theilweise in eine Reihe von Zellen zerfällt, welche aus ihm durch Theilung entstanden sind, im Gegensatz zur Bildung der Conidien, welche auf Sprossung beruht. H. Hoffmann und Bail haben zuerst die Gonidienbildung bei *Mucor* nachgewiesen, ersterer bei *Mucor ? melittophthorus* in kranken Bienenmagen (Hedwigia 1857 No. 19), letzterer an einem *Mucor*, der in einem flüssigen Medium (Bierwürze) gekeimt und ein sogenanntes Wasser- oder Schizomycelium entwickelt hatte (Flora 1857 No. 27. 28); er sah auch die Ketten der Mucorgonidien in kugelige Glieder zerfallen (daher Gliederhefe), leitete jedoch ihre Vermehrung von Sprossung nach Art der echten Bierhefe ab. Bekanntlich haben die in der Cultur von Fäkalstoffen gezüchteten Mucorgonidien in der jüngsten Geschichte der Mykologie und Nosologie ein gewisses Aufsehen gemacht, indem sie als Oidiumform eines Cholerapilzes bezeichnet wurden (vgl. meinen Aufsatz über Choleradejectionen, Jahresbericht der Schles. Gesellschaft Bot. Section für 1867 p. 124; Schroeter über Gonidienbildung bei Fadenpilzen, Jahresbericht der Bot. Section für 1868 p. 135; sowie insbesondere den Bericht von De Bary über Cholerapilze in der Botan. Zeitung 1868 p. 738 seq.). Vermehrung durch Gonidien entdeckte Caspary an einem in Wasser gewachsenen Fusisporium und bezeichnete sie als Arthrosporen (Monatsb. der Berl. Akad., Mai 1855); auch die Oidien der Erysipheen gehören in die Klasse der echten durch Theilung der Hyphen entstandenen Gonidien, wie zuerst Mohl für den Traubenpilz nachgewiesen (Botan. Zeit. 1853 p. 591, Tab. XI.); vergl. Tulasne *(Select. Fung. carpol. I. Icones)*; De Bary über *Oidium lactis* (Bot. Zeit. 1868 p. 741). Die Vermehrung der Tarichiumzellen im Innern der Raupen stimmt ganz mit der Entwickelung der Mucorgonidien im Innern von Flüssigkeiten, sowie der in der Luft gebildeten Oidien überein [1]).

---

[1]) Nur als zweifelhaft ziehe ich in den Kreis der Gonidienbildung eine Beobachtung, deren Kenntniss ich meinem verehrten Gönner und Freunde Prof. v. Siebold verdanke. Derselbe sandte mir im August 1868 aus Berchtesgaden ein Objectglas, auf welchem das Blut einer kranken Wespe *(Polistes gallica)* eingetrocknet war; die Substanz war undurchsichtig weisslich; im Wasser vollkommen aufquellend, zeigte sie unter dem Mikroskop zahllose cylindrische oder stäbchenförmige, nach beiden Enden abgerundete farblose Pilzzellen von verschiedener Länge, 0,015—0,03 mm., im Mittel 0,021 mm., in Breite 0,005—0,006 mm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ich bin augenblicklich noch nicht im Stande festzustellen, in wie weit die freien Empusazellen, welche sich beim Beginn der Pilzkrankheit in den Fliegen und auch in den Raupen von *Euprepia aulica* finden und dem Blut derselben in diesem Stadium eine mehlartige Beschaffenheit verleihen, sich ihrer Entwicklung nach den zerfallenden Gonidienketten von Tarichium vergleichen lassen. Eine Analogie beider Gebilde ist mir aber wahrscheinlich, und macht es begreiflich, dass von mehreren unserer bedeutendsten Mycologen die Identität von *Empusa* und *Mucor,* sowie von der auch zur Gonidienbildung befähigten *Achlya* angenommen worden ist. (Vergl. Hoffmann, Ueber *Saprolegnia* und *Mucor*, Bot. Zeit. 1867 p. 345; Bail, Hedwigia 1867 No. 12; De Bary, Beiträge 1866, II. p. 21.) Bail hat auch die Sporen von *Tarichium* für Mucorgonidien erklärt, was sicher nicht geschehen wäre, wenn er erstere nicht blos aus der Darstellung von Fresenius gekannt hätte. Ich selbst halte diese Ansichten für irrig und freue mich mit Brefeld in der Ueberzeugung übereinzustimmen, dass *Empusa, Mucor* und *Saprolegnia* zwar verwandte, aber generisch durchaus verschiedene Pilzgattungen sind, die unter einander in keinem entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhange stehen (Brefeld, Ueber *Empusa,* Bot. Zeit. 1870 p. 184).

Dagegen hat sich mir im Verlauf dieser Untersuchung die Vermuthung entgegengedrängt, ob nicht *Empusa* und *Tarichium* in der That in den Entwicklungskreis eines und desselben Pilzgeschlechts gehören, wie dies bereits Fresenius — wenn auch seinerseits ohne hinreichenden Grund — dadurch ausgesprochen hatte, dass er beide Formen in seiner *Entomophthora* provisorisch vereinigt hatte.

Ich lege hierbei weniger Gewicht auf das schlauchartige Mycel dieser Pilze, das sich ebenso auch bei den Mucorineen und Peronosporeen findet, oder auf die Analogie, welche die freien wie die auskeimenden Gonidien im Vorbereitungsstadium der Erkrankung bei *Tarichium* und *Empusa* zeigen. Ich halte mich vielmehr hauptsächlich an die That-

---

Viele dieser Stäbchenzellen waren durch Scheidewände quer getheilt, bald in zwei gleiche, bald in ungleiche Hälften; die meisten Exemplare zeigten auch Beginn von Keimung, indem bald an einem, bald aber auch an beiden Enden gleichzeitig kurze, dünne, gewundene Keimschläuche (0,015 mm. lang) hervorsprossten (vgl. Tab. IV. Fig. 1—3). Einen höheren Entwicklungszustand bot das Präparat nicht, und muss ich dahingestellt sein lassen, ob wir es hier mit jungen, in Theilung und Auskeimung begriffenen Gonidien einer Empusa, oder mit Entwicklungszuständen eines noch nicht genauer untersuchten besonderen Pilztypus zu thun haben. Vielleicht dient obige Mittheilung dazu, Bienenzüchter oder andere Entomologen auf diese Pilzbildung im Blute der *Hymenopteren* aufmerksam zu machen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sache, dass nach unserer bisherigen Kenntniss offenbar die Entwicklungsgeschichte von *Empusa* und *Tarichium*, jede für sich, unvollständig ist. Die sogenannten Sporen von *Empusa* sind Conidien, welche nur im frischen Zustande keimen und durch Austrocknen oder durch die Winterruhe ihre Entwicklungsfähigkeit verlieren. Andererseits sind die Sporen von *Tarichium* Dauer- oder Teleutosporen (vielleicht Oosporen?). Der Gedanke liegt nahe, dass beide Fructificationen sich ergänzen; dass mit anderen Worten *Empusa* die Conidienform eines Pilzes sei, dessen Teleutosporenform unser *Tarichium* darstellt. Ist diese Vermuthung richtig, so verhalten sich *Empusa* und *Tarichium* gewissermassen wie *Oidium* zu *Erysiphe,* wie *Uredo* zu *Puccinia* etc., vielleicht wie die epiphytischen Conidienstiele von *Peronospora* zu deren endophytischen Oosporen.

Allerdings sind bis jetzt die Arten von *Empusa* und *Tarichium* grösstentheils in verschiedenen Insecten gefunden worden; wir kennen noch keine Fliege mit *Tarichium,* keine Blattlaus und Erdraupe mit *Empusa.* Aber die Kohlraupe, an welcher Fresenius 1856 sein *Tarichium (Entomophthora) sphaerospermum* beschrieben, ist das nämliche Thier, an dem Brefeld 1869 seine *Empusa radicans* entdeckte; auffallend ist dabei, dass beide Beobachtungen in derselben Jahreszeit (Herbst) gemacht sind.

So viel Wahrscheinlichkeit unsere Vermuthung für sich zu haben scheint, so muss ich doch daran erinnern, dass bis jetzt der Beweis noch nicht geführt ist, so lange es noch nicht gelang, durch die Aussaat von Empusasporen Tarichium hervorzurufen oder umgekehrt. Die eigenthümliche Keimung der Tarichiumsporen steht unter den wenigen bis jetzt bekannten Entwicklungsgeschichten von Dauersporen noch sehr isolirt; ich weiss für dieselbe kein Analogon, als De Bary's Beobachtung bei *Peronospora densa* und den als *Plasmatoparae* bezeichneten Arten, bei denen das Plasma aus der keimenden Conidie nackt austritt, und erst nachträglich sich mit einer Zellhaut umkleidet. In der freien Natur müssen offenbar die mehrere Zoll unter der Erde begrabenen, von *Tarichium* mumificirten Erdraupen im Laufe des Winters vermodert, die Sporen dadurch in Staubform freigemacht sein, ehe dieselben bei Beginn der wärmeren Jahreszeit keimfähig werden. Es lässt sich vermuthen, dass die im Anfang des Frühlings aus dem Winterlager heraufkommenden Erdraupen mit dem Sporenstaube in Berührung kommen. Wandern die von uns beobachteten Keimschläuche durch die Haut in die Leibeshöhle der Raupen, so brauchen sie sich nur zur Theilung anzuschicken, um sich in Gonidienketten aufzulösen. Ob aus diesen wieder eine Tarichiumgeneration oder zunächst eine Generation

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Empusaconidien hervorgeht, wird hoffentlich sich ermitteln lassen, sobald die Aufmerksamkeit allgemeiner auf diese merkwürdigen Parasiten gelenkt sein wird. Sollte die Zusammengehörigkeit von *Empusa* und *Tarichium* sich später herausstellen, so würde natürlich die letzte ihr Gattungsrecht aufgeben, und eben nur zur Bezeichnung einer besonderen Fruchtform, die vielleicht in verschiedenen Species, sicherlich in verschiedenen Generationen der Insecten auftrit, als ein Formgenus (De Bary, Handbuch p. 173) nach Analogie von *Oidium, Isaria, Uredo, Aecidium* etc. beizubehalten sein. Für jetzt muss jedoch die Selbstständigkeit der Gattung *Tarichium* noch festgehalten werden. Aus der Schilderung der Verwüstungen, welche nach den im Eingange dieses Aufsatzes gegebenen Mittheilungen die Erdraupe in unseren Feldern anrichtet, ist *Tarichium,* insofern es deren Vermehrung in Schranken hält, unter die culturfördernden Pilze zu zählen.

Die Stellung im Pilzsystem, welche *Empusa* und *Tarichium* anzuweisen ist, lässt sich endgültig nicht bestimmen, so lange deren Zusammengehörigkeit nicht ausser allem Zweifel steht. Nur soviel steht fest, dass diese Pilze zu den Phycomyceten gehören, also in eine Klasse mit den Chytridiaceen, Saprolegniaceen, Peronosporeen, Mucorineen. Welcher dieser Abtheilungen unsere Insectenpilze am nächsten stehen, darüber lassen sich gegenwärtig nur Vermuthungen aufstellen, die den Mangel einer vollständigen Kenntniss nur ungenügend ersetzen. Die Aehnlichkeit, welche *Tarichium* in der Bildung seiner Sporen mit *Protomyces,* sowie mit der merkwürdigen *Endogone* (Tulasne, *Fungi hypogaei, Tab. XX.)* zeigt, entspricht sicher keiner näheren Verwandtschaft.

14. Diagnose von Tarichium.

Mycelii entozoi tubi liberi ampli torulosi simplices vel septati achroi ramosi ramis sparsis patentibus protoplasmate oleoso, in insecti cujusdam sanguine evoluti, quo absorbto omnibusque organis exhaustis, cavum corporis — alvo et tracheis exceptis — prorsus explent, morbum denique mortem efficiunt, post fructificationem nigrescunt, maxima ex parte evanescunt.

Propagationis Organa:

1. hypno- vel teleutosporae (oosporae?) numerosissimae in insecti interiore corpore evolutae nunquam libere erumpentes in tubis mycelii terminales vel laterales globosi breviter stipitatae, maturae protoplasma oleosum continentes, endosporio achroo episporio nigro-brunneo valido plicato-incrassato munitae, per hiemem quiescentes, germinando tubum simplicem mox ramosum protoplasmaticum protrudentes, qui insecti cujusdam cutim penetrare videtur.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2. *gonidia, tuborum primordialium in seriem cellularum moniliformem simplicem vel ramosam divisarum et in articulos globosos vel ovales secedentium partitione succedanea orta, sanguinem morbi initio creberrime replentia, ante mortem singula in mycelium sporiferum excrescentia.*

Status Conidiophorus an Empusa?

Tarichium megaspermum Cohn in Agrotidis segetum erucis hieme, sporae diameter 0,05 mm. (0,036—0,055 mm.).

Tarichium (Entomophthora) sphaerospermum Fresen., sporae diameter 0,025 mm. (0,02—0,027 mm.) in Pieridis Brassicae erucis hieme Mettenheimer.

Tarichium (Entomophthora) Aphidis Fresen. Sporae diameter 0,04 mm. (0,033—43 mm.) in Aphidis Corni larvis Hoffmann.

Breslau, 1. Juni 1870.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Tabula IV.

Fig. 1—3. Pilz aus dem Blute einer Wespe (Polistes gallica).

Fig. 1. Cylindrische Pilzzellen verschiedener Grösse.

Fig. 2. Theilung der Zellen.

Fig. 3. Bildung von Keimschläuchen: a. an einer ungetheilten Pilzzelle an beiden Enden; b. an einer getheilten ebenfalls an beiden Enden; Fig. c. d. an ungetheilten Pilzzellen nur an einem Ende.

Fig. 4—10. Tarichium megaspermum.

Fig. 4a. Blut einer kranken Erdraupe *(Agrotis segetum)* mit schwärzlichen Pigmentkörperchen und Rhaphidenbüscheln; 4b. einfacher, c. Zwillingskrystall aus dem Blute.

Fig. 5. Pilzzellen im Blute (von eingedrungenen Keimschläuchen herstammend?) a. kugelig; b. c. d. cylindrisch, zum Theil gekrümmt; e. S-förmig; f. zickzackartig gebogen; g. mit beginnender Quertheilung; h. dreigablig, die Enden durch Querscheidewände abgegliedert; i. in Gonidien sich auflösend.

Fig. 6. Bildung der Gonidienketten; a. zweigliedrig; b. Oidiumartige Reihen von Zellen bildend, die sich kugelig abrunden; bei * ein zur Seite gedrängtes Gonidium; c. d. e. f. Gonidienketten, einfach oder sich verästelnd, in die einzelnen, bald kugeligen, bald cylindrischen, bald grösseren, bald kleineren, durch Quertheilung sich beständig vermehrenden Glieder zerfallend.

Fig. 7. Aeussere Darmwand der Raupe mit kugeligen Gonidien dicht bedeckt; b. c. isolirte Gonidien.

Fig. 8. Keimung der Gonidien kurz vor dem Tode der Raupe; a. Keimschlauch an einem, b. an beiden Enden der Gonidie; c. d. e. Keimschläuche an der Ursprungsstelle rechtwinklig verästelt.

Fig. 9. Ausgewachsenes Gonidium, dessen mehrfache Enden durch Quertheilung wieder Gonidien erzeugten.

Fig. 10. Mycelbildung aus gekeimten Gonidien: dichotom verzweigte Schläuche, deren Aeste theils wurzelähnlich, theils durch Quertheilung in Gonidienketten gebildet, theils durch Anschwellung zur Sporenbilduug sich vorbereitend.

Sämmtliche Figuren sind 400mal vergrössert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tabula V.

Tarichium megaspermum.

Fig. 1. Mycel in der absterbenden Raupe; einzelne Enden der Schläuche sind kugelig aufgeschwollen, im Begriff sich zu Dauersporen umzubilden; bei * bildet sich eine Doppelspore. 250.

Fig. 2. Ende eines Mycelastes, zur Spore sich umbildend. 400.

Fig. 3. Desgl.; die in Entwicklung begriffene Spore communicirt noch mit der Höhle des Mycelfadens. 400.

Fig. 4. Mycel aus einer todten Raupe, quergetheilt, mit Plasma und Oel gefüllt; bei * eine Spore in der Entwicklung, noch mit dem Schlauch communicirend; die grössere Spore ist von einem Mycelaste hakenförmig nach Art einer Antheridie (?) umgeben. 400.

Fig. 5. Doppelsporen an einem Mycelfaden, die obere Spore ist bereits ausgebildet, die untere erst in der Entwicklung begriffen. 400.

Fig. 6. Dauerspore mit kurzem Sterigma an einem abgerissenen Mycelast sitzend. 400.

Fig. 7. Sehr kleine Spore mit kurzer Papille. 400.

Fig 8. Eine etwas grössere mit stärker entwickelter Papille. 400.

Fig. 9. Doppelspore, unregelmässig ausgebildet. 250.

Fig. 10. Spore mit Papille an einem Mycelast hängend, dessen Haut sich bereits dunkel gefärbt hat. 400.

Fig. 11. Doppelspore; die Spore links zeigt im Centrum eine verdünnte Stelle, dem Anheftepunkte entsprechend; die Spore rechts ist durchsichtig gemacht, um die Beschaffenheit des ölreichen Inhalts zu zeigen. 400.

Fig. 12. Spore mit gewundenem Episporium und abgerissenem Sterigma. 400.

Fig. 13. Spore zerquetscht; das braune Episporium ist unregelmässig gesprengt und lässt das darunter befindliche farblose Endosporium unterscheiden. 250.

Fig. 14. Eine Spore nach der Winterruhe in Kali durchsichtig geworden, um das Episporium und das darunter befindliche, verdickte Endosporium, sowie den Inhalt zu zeigen. 250.

Fig. 15. 16. Das Episporium ist durch vorsichtiges Wälzen der Spore abgestreift und lässt den ölreichen Sporeninhalt nur von dem Endosporium bedeckt erkennen, das in Folge der Rollung elliptische Form angenommen hat. 250.

Fig. 17—19. Raupen von *Agrotis segetum* durch *Tarichium* getödtet; Fig. 17. eine halbtodte Raupe, vorn schwarz, hinten grau; Fig. 18. ganz schwarz, bald nach dem Tode; Fig. 19. Dieselbe zur schwarzen Mumie eingeschrumpft; natürl. Grösse.

Fig. 20. Spore mit Vorbereitung zur Keimung. Der Sporeninhalt hat sich zu einer Plasmakugel verdichtet, mit einem centralen Oeltropfen. 250.

Fig. 21. (Auf Tab. VI.) Der Sporeninhalt tritt als Plasmaschlauch aus der gesprengten Sporenhaut. 250.

Fig. 22. (Auf Tab. VI.) Verlängerter und verästelter Keimschlauch, anscheinend nur aus Plasma bestehend, aus der entleerten Spore ausgetreten. 250.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Taf: IV.

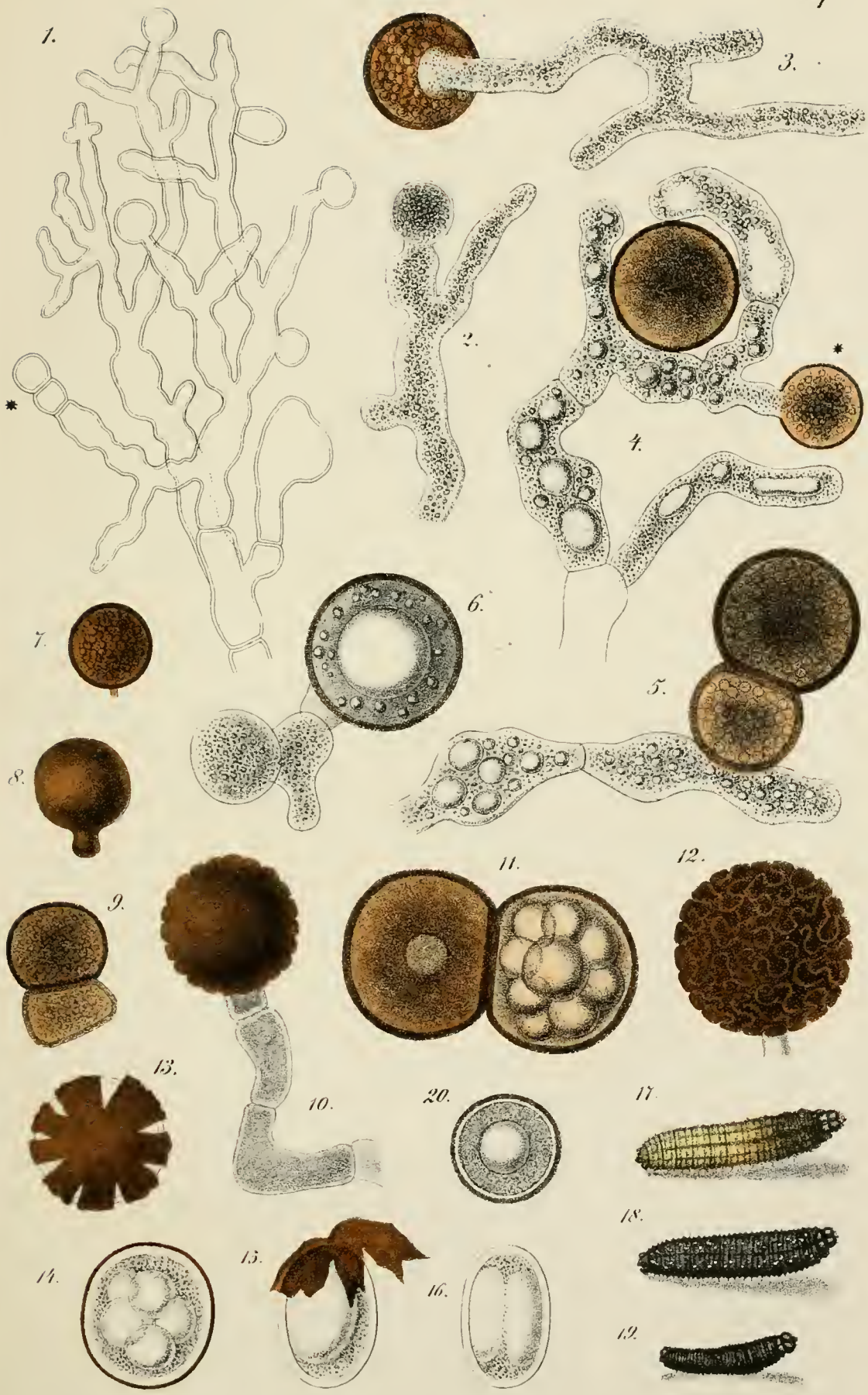
F. Cohn ad nat. del.

A. Assmann lith.

Tarichium megaspermum C.

Druck v. Mitschild Breslau

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



F. Cohn ad nat del.

A. Rissmann lith.

Tarichium megaspermum C.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Biologie der Pflanzen

Jahr/Year: 1870

Band/Volume: 1_1

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: Ueber eine neue Pilzkrankheit der Erdraupen 58-86