

Insectenepidemien, welche durch Pilze hervorgerufen werden.

Von

Georg Lohde.

(Hierzu Tafel I—III.)

Als ich am 22. December 1870 im entomologischen Vereine zu Berlin einen Vortrag über „Insektenpilze“ hielt, erregte dieser Gegenstand ein so allgemeines Interesse, daß mich mehrere Mitglieder aufforderten, doch meinen Vortrag in der Vereinsschrift abdrucken zu lassen. Ich komme diesem Wunsche mit so größerer Bereitwilligkeit nach, als es mich sehr freudig überraschte, bei Entomologen ein so großes Interesse für einen Gegenstand zu finden, der fast mehr auf botanischem als auf entomologischem Gebiete liegt. Es ist nun seitdem in dieser angegebenen Richtung wieder so viel Neues und Wichtiges geliefert worden — ich will nur auf Brefeld's vortreffliche Schrift über *Empusa muscae* und *Empusa radicans* ¹⁾ hinweisen — daß ich meinen Vortrag nicht nur theilweise völlig umarbeiten, sondern auch um ein Bedeutendes erweitern mußte. Hoffentlich findet er in dieser neuen Form eine ebenso freundliche Aufnahme wie in seiner ersten.

¹⁾ Untersuchungen über die Entwicklung der *Empusa muscae* und *Empusa radicans* und die durch sie verursachten Epidemien der Fliegen und Raupen von Dr. O. Brefeld. Halle 1871.

Sowohl unsere Berliner entomologische Zeitschrift ¹⁾ als auch die Stettiner entomol. Zeitung ²⁾ lenkte schon vor einigen Jahren die Aufmerksamkeit ihrer Leser auf die verheerende Epidemie unter den Insecten hin, welche durch Pilze hervorgerufen werden. Der Zweck dieser Abhandlungen war hauptsächlich der, in den Entomologen ein dauerndes Interesse für die ihnen so feindlichen Parasiten wachzurufen, damit sie im Bunde mit den Mycologen sowohl den Verlauf der Epidemien als auch die äußeren Bedingungen, denen dieselben unterworfen sind, eingehender beobachteten und erforschten. Dies muß natürlich dem Entomologen viel leichter werden als dem Botaniker, der weder die Lebensweise der von den Pilzen befallenen Insecten kennt, noch die Localitäten, in denen dieselben sich vorzugsweise aufhalten. Desgleichen giebt die Zucht der Insecten dem Entomologen öftere gute Gelegenheit, die Epidemie zu beobachten und ihren äußeren Verlauf zu verfolgen. Wichtig wäre auch eine Zusammenstellung derjenigen Insecten, welche besonders unter der Epidemie zu leiden haben. Man könnte dann vielleicht, indem man die Lebensweise derselben unter einander vergliche, diejenigen Umstände ausfindig machen, welche eine Pilzepidemie begünstigen. Während z. B. die haarigen Raupen der Euprepiden und Gastropachen, die nackten der Noctuen und Geometren besonders häufig von Pilzen befallen werden, scheinen die Dornenraupen der *Vanessa*- und *Limnitis*-Arten völlig von einer derartigen Epidemie verschont zu bleiben. Ebenso ist bis jetzt keine Gattung aus der ganzen Klasse der Neuropteren bekannt, welche den Pilzen zum Opfer fielen. Mit Hülfe der Entomologen ließe sich vielleicht doch eine Epidemie unter ihnen constatiren, welche möglicherweise durch einen noch unbekanntem Pilz hervorgerufen würde.

Die Botaniker haben besonders in den letzten Jahren den Insectenpilzen ihr Interesse zugewandt, und sowohl die schwierig zu verfolgende Entwicklungsgeschichte derselben als auch ihren zerstörenden Einfluß auf den Organismus der befallenen Insecten völlig aufgeklärt. Dafs sie so wenig von den Entomologen unterstützt wurden, lag wohl hauptsächlich daran, dafs Letztere kranke oder gestorbene Thiere aus der Zucht entfernen, ohne sich weiter um die Ursache der Erkrankung zu kümmern. Und doch sollten sie als wahre Forscher ein gleiches Interesse für ihre kranken, wie für

¹⁾ Bd. II.: Ueber die gegenwärtig herrschende Krankheit des Insects der Seide von Prof. Dr. Lebert.

²⁾ Z. p. 455. Ueber Epidemien der Insekten durch Pilze von Dr. Bail.

ihre gesunden Lieblinge hegen, schon deshalb, um in der Folgezeit Alles, was eine Epidemie begünstigen könnte, zu vermeiden. Wenn wir jetzt in der vegetativen Entwicklung der Hauptformen der Insektenpilze die Krankheit des befallenen Insekts selbst zu schildern versuchen, so werden wir nicht unterlassen, die Momente hervorzuheben, welche der Epidemie besonders günstig und förderlich sind.

Man hat bis jetzt stets vermieden, den Entomologen die Art und Weise zu veranschaulichen, mit der der Pilz sich allmählig zum Herrn seines Opfers macht, indem man von der Ansicht ausging, daß dies in das Fach der Botaniker, aber nicht in das der Entomologen schlage. Wir sind jedoch der Meinung, daß gerade die genaue Beschreibung des Verlaufs der Krankheit, sowohl wie sie sich innerlich als auch äußerlich an dem Thiere vollzieht, wohl Anspruch auf das Interesse eines jeden wahren Entomologen machen darf. Ein solcher wird sich nicht mit dem Namen und der Ursache der Krankheit begnügen, sondern wird vielmehr bemüht sein, die Krankheit selbst gründlich kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke muß er jedoch sich mit dem Bau und der Entwicklungsgeschichte der einfachsten Pilzformen bekannt machen. Sowohl um das Verständniß des Folgenden wesentlich zu erleichtern, als auch um uns wiederholte Erklärungen zu ersparen, wollen wir die Geschichte der einfachsten Pilzformen jetzt in aller Kürze folgen lassen.

Die einfachste Form des Pilzes ist ein einfacher oder verzweigter Zellfaden, der aus einer oder mehreren Zellen bestehen kann, die Hyphe. Vereinigen sich mehrere solcher Hyphen zu einem Filze oder zu locker oder fester verbundenen Strängen, so entsteht ein Mycelium. Die Fortpflanzung der Pilze geschieht entweder durch ein Zerfallen der Hyphe, indem dann jeder Theil ein selbstständiges Individuum bildet, oder durch Sporen, d. h. durch Zellen, die sich aus dem Mycelium in verschiedener Weise entwickeln. Sie können sich nämlich an dem Ende eines Hyphenfadens einfach abgliedern und so bei wiederholter Abgliederung eine Sporen- oder Conidienkette aus ihm machen, oder sie sprossen aus dem Faden hervor, lassen ihn unverändert und werden bei vollendeter Entwicklung von ihm abgeschnürt. Von ihnen sind wesentlich verschieden die Ascosporen. Diese werden nämlich im Innern einer schlauchartig angeschwollenen Endzelle eines Hyphenzweiges (einem Ascus) durch Entstehung freier Tochterzellen im Zellinhalte (dem Protoplasma) gebildet. Perithecium nennt man einen runden Behälter, der von dicht verschlungenen Pilzfäden gebildet wird, und

in dem eine Anzahl Ascii eingebettet sind. Oft geht aus dem Mycelium ein fester, fleischiger Fruchträger hervor, welcher von vielen fest mit einander verwachsenen Hyphen gebildet wird, und auf oder in dem dann die Fructification erfolgt. — Die Sporen sind ein- oder mehrzellig und von sehr verschiedener Form, gewöhnlich rund, oval oder cylindrisch. Aus ihnen entwickeln sich bei der Keimung eine, mehrere oder sehr viele Hyphen zum neuen Pilze, der dann denselben Kreislauf wieder vollendet.

Die bekannteste von allen Pilzkrankheiten der Insekten ist wohl die Muskardine der Seidenraupen, welche in der Mitte dieses Jahrhunderts zuerst im südlichen Frankreich in größerem Maasstabe auftrat und dort in den Zuchten fürchterliche Verheerungen anrichtete. Sie nahm von Jahr zu Jahr an Umfang und Stärke zu, verbreitete sich über das ganze südliche Europa und lähmte einen Industriezweig, welcher Tausende von Menschen ernährte. Diese Krankheit wird durch den Pilz *Botrytis Bassiana* hervorgerufen; ein Pilz, der nicht nur den Seidenraupen allein, sondern auch den verschiedensten Raupen und Larven unserer einheimischen Fauna gefährlich wird. So hat man in der Natur häufig die Raupen von *Gastropacha Pini*, *G. Rubi*, *Sphinx Pinastri*, *Panolis Piniperda* und *Fidonia Pinaria* von diesem Pilze heimgesucht gefunden. Dergleichen wurden Hymenopteren, Hemipteren und Coleopteren von ihnen befallen, unter den letzteren besonders die Maikäfer ¹⁾, deren Engerlinge nach Bail ²⁾ einer Pilzepizootie ebenso unterliegen, wie das vollkommene Insekt. Prof. de Bary ³⁾ in Halle hat durch Aussäen der Sporen auf lebende Insekten constatirt, daß die *Botrytis* auch in den Raupen von *Gastropacha Quercus*, *Euprepia Caia*, *Sphinx Euphorbiae* und in den Larven des *Tenebrio molitor*, den Mehlwürmern, sich frisch entwickelt. Zugleich bewies er, indem er die Sporen dieses Pilzes auf todtten Raupen nicht zur Keimung bringen konnte, daß der Pilz die Ursache, nicht aber die Folge einer tödtlichen Krankheit der Insekten sein müsse; eine Behauptung, deren Richtigkeit erst er durch viele glückliche Experi-

¹⁾ Prof. de Bary: Zur Kenntnifs insektentödtender Pilze. Bot. Zeitung S. 604. Leipzig 1869.

²⁾ Dr. Bail: Auszug aus seiner Rede: Ueber Pilzkrankheiten der Insekten, gehalten in der 43. Versammlung deutscher Naturforscher zu Insbruck am 21. Sept. 1869. Botan. Zeitung 1869. S. 711.

³⁾ Prof. de Bary: Zur Kenntnifs insektentödtender Pilze. Bot. Zeitung 1867.

mente evident bewies. Derselbe scharfsinnige Forscher hat auch die Keimung und Entwicklung des Pilzes im Innern der lebenden Raupen beobachtet und zugleich die vernichtende Wirkung, welche der Pilz auf die Organe des Thieres ausübt, festgestellt. Zu diesem Zwecke mußte er sich natürlich einer Raupe bedienen, die eine möglichst durchsichtige Haut besitzt, damit er den Weg, den die Keimschläuche der Sporen in die Haut nehmen, deutlich verfolgen konnte. Die Raupe der *Sphinx Euphorbiae* genügt dieser Anforderung. Die großen, gelben Flecke nämlich, welche dieses schöne Thier zu beiden Seiten zieren, sind nicht etwa gefärbte Stellen der Haut, sondern es sind Stellen der Haut, die, an sich völlig durchsichtig, ein gelbes Pigment, das die Hypodermis an dieser Stelle enthält, durchscheinen läßt. Die Haut selbst besteht aus einer Hauptmasse und einer $\frac{1}{10}$ Mm. dicken Chitmembran, welche wiederum mit einem festen, dünnen Ueberzug bekleidet ist. De Bary beobachtete nun, wie die Keimschläuche der Conidien zuerst horizontal auf den glashellen Hautstellen sich ausbreiteten, dann senkrecht in dieselbe eindringen und, während sie außen abstarben, von ihrem Eintrittspunkte aus sich strahlig nach allen Richtungen in der Haut verbreiteten. Die Spitzen der Aeste traten dann allmählig in die Theile ein, welche sich unter der Haut befinden, also in die Hypodermis und zwischen die Muskelbündel und die Läppchen des Fettkörpers. Diese Theile zerfielen vollkommen unter der Einwirkung des Pilzes, während die Haut zuerst eigenthümlich blasse, dann braune Flecken zeigte, die dadurch entstanden waren, daß die Haut sich um die Hyphen des Pilzes braun färbte, so daß diese wie helle, durchsichtige Röhrchen in einer dunklen Scheide verliefen. Diese Flecken waren anfänglich nur mit der Lupe zu erkennen, später aber schon mit bloßem Auge sichtbar. Sobald nun die Pilzfäden die Theile unter der Haut durchwucherten, begannen sie Conidien von cylindrischer Gestalt abzuschnüren (Taf. I. Fig. 1.), die sofort in die Blutflüssigkeit gelangten, welche den ganzen Körper der Raupe durchspühlt. Hier schnürten diese Conidien neue Conidien ab, diese wieder neue, und so ging es mehrere Generationen hindurch fort, bis die Blutmasse von ihnen ganz erfüllt und getrübt erschien. Schliesslich hörte die Conidienbildung auf, und aus den Conidien entwickelten sich nun Myceliumfäden, die den ganzen Körper der Raupe durchwucherten und zuletzt seinen einzigen Inhalt ausmachten.

Während nun Prof. de Bary die Vorgänge, die sich im Innern der Raupe vollzogen, beobachtete, vergaß er nicht auch die Erschei-

nungen, welche sich an den Raupen bemerkbar machten, aufzuzeichnen. Er hielt die Raupen in vollkommener trockener Umgebung, sorgte hauptsächlich auch dafür, daß sie das Futter stets trocken erhielten.

Während nun die Pilzsporen im Wasser verhältnißmäßig rasch keimten, zeigte es sich, daß sie auf der Raupe nicht vor dem dritten Tage ihre Keimschläuche trieben. Die Feuchtigkeit übt überhaupt einen großen Einfluß auf die Entwicklung des Pilzes aus. So beobachtete de Bary bei feuchter Umgebung das Erscheinen der braunen Flecke schon am vierten Tage nach der Infection, während sie bei trockener Umgebung erst am achten oder neunten Tage aufzutreten pflegten. Es ist dies ein Wink für die Entomologen durch Trockenheit im Raupenkasten der Verbreitung des Pilzes möglichst Eintrag zu thun.

Die ersten braunen Flecke wurden von keinerlei Veränderung im Appetite oder im Wachsthum der Raupen begleitet. Erst mit der Vergrößerung der Flecke vom 8ten bis 11ten Tage nach der Aussaat der Sporen wurden die Thiere träge und hörten auf zu fressen, bis sie endlich regungslos am Boden lagen, nur bei der Berührung zuckende Bewegung zeigten und statt der normalen Excremente eine schmierige, milchfarbene Materie durch den After aussonderten. Der Tod trat am 12ten, spätestens 14ten Tage ein. De Bary fand, indem er in den verschiedenen Stadien den kranken Thieren Blut entzog und dasselbe mikroskopisch untersuchte, daß die Conidienbildung an den eingedrungenen Fadenenden begann, sobald die braunen Flecke auf der Haut mit bloßem Auge zu erkennen waren. 1 bis 2 Tage vor dem Tode der Raupe war das Blut ganz mit Conidien erfüllt; ihr Auswachsen zum Mycelium begann kurz vor dem Tode der Raupe.

Aus dem Umstande, daß der Körper der Raupe nach dem Erscheinen der braunen Flecke immer schlaffer und weicher wurde, muß geschlossen werden, daß die Conidienvermehrung auf Kosten des Blutes geschah. Unmittelbar nach dem Tode war der Körper am schlaffsten, aber 24 Stunden darauf besaß er schon wieder seine völlige Rundung, indem nämlich das Pilzmycelium sich zu entwickeln begonnen und in dieser kurzen Zeit das ganze Innere der Raupe mit Ausschluß des Darmkanals erfüllt hatte. Interessant ist es, daß der Darmkanal allein von dem Mycelium frei blieb, wozu noch die Erfahrung tritt, daß Raupen ohne Schaden Blätter, die mit Pilzsporen bestreut sind, fressen können. Nur auf der äußeren Haut keimen die Sporen. Daß jedoch nicht immer der Darmkanal

von den Pilzen verschont bleibt, beweist eine Stelle in dem Aufsatz des Professor Lebert: „Ueber die gegenwärtig herrschende Krankheit des Insekts der Seide“¹⁾, in dem er von 10 verschiedenen niederen Pflanzen spricht, welche ein Naturforscher zu Philadelphia, Leidy, im Darmkanal amerikanischer *Julus*-Arten und eines Käfers, *Passalus cornutus*, häufig beobachtet habe.²⁾ Auch Lebert selbst fand ähnliche Parasiten in dem Darmkanal eines *Julus* vor, eine Entdeckung, die später Robin und Monlinié durch neue Arten aus den Darmkanälen der verschiedensten Käfer erweiterte.

Am Massenhaftesten entwickelten sich die Pilzzweige in dem Fettkörper, der völlig durch ein Gewirr von Pilzfäden ersetzt wurde. Seine Bestandtheile schienen direct von dem Mycelium aufgenommen worden zu sein, denn de Bary beobachtete in den Fäden glänzende, zusammenhängende Fettmassen. Die wässrige Flüssigkeit, die im Innern der Raupe enthalten ist, wurde von dem Pilze aufgesogen. Zerbricht man den Leichnam, der nach der Entwicklung des Pilzmyceliums hart und fest wird, so bemerkt man in seinem Innern eine schmutzig-weiße oder schmutzig-röthliche oder auch grünliche, bröckliche Masse, das Pilzmycelium, das, wenn man den Leichnam feucht hält, die Haut desselben durchbricht und Fruchtträger entwickelt, die dann Conidien zu neuen Raupenepidemien in die Welt senden. Hält man dagegen den Leichnam trocken, so schrumpft er zu einer Mumie zusammen, ohne dafs aber das Leben des Pilzes gestört würde; denn noch nach Monaten vermag derselbe bei Wiederbefeuchtung Conidienträger zu entwickeln.

Was nun die Entwicklung des Pilzes auf den todtten Raupen anlangt, so bilden dieselben auf den verschiedenen Wirthen verschiedene Formen und haben auch meistentheils verschiedene Färbung. Auf den Seidenraupen zeigen sie sich z. B. als ein dichtes, kurzfilziges, graues Hyphengeflecht, dessen einzelne Fäden Conidien bilden (Taf. I. Fig. 2 und 3.), während sie auf *Gastropacha Rubi* und *G. Quercus* gewöhnlich als große, keulenförmige, ästige Träger (Taf. I. Fig. 4.) auftreten, die von orangenrother Färbung sind und an der Spitze conidientragende Zweige ausbreiten. Man hat erstere Form *Botrytis Bassiana*, letztere *Isaria farinosa* genannt. Ein dritter Pilz ist *Cordyceps militaris*, ein Pilz, der sich von den beiden eben genannten durch orangenrothe, fleischige Peritheci-

¹⁾ S. Seite 18. Anm.

²⁾ Smithsonians contributions to knowledge Vol. II.

träger (Taf. I. Fig. 5 und 6.) unterscheidet, aber in seiner ganzen Entwicklungsgeschichte sehr viel Aehnlichkeit mit ihnen hat. De Bary glaubt sie deshalb auf einen Pilz zurückführen zu können, der je nach der Verschiedenheit des Substrats verschiedene Fructificationsformen anzunehmen vermag. Die *Cordyceps* ist nur die vollkommenste Fruchtform der *Torrubia*, einer Pilzgattung, deren weniger hoch entwickelte Fruchtform die *Isaria* ist. — Was jedoch die *Botrytis* viel gefährlicher macht als die *Isaria*, ist der Umstand, daß die Sporen des ersten Pilzes in jede Stelle der Haut des Thieres seine Keimschläuche senden kann, während die Sporen des letzten nur dann keimen und dem befallenen Thiere gefährlich werden, wenn sie in die Tracheenöffnungen desselben gelangen¹⁾, was auf eine Verschiedenheit beider Pilze hinzudeuten scheint.

Erwähnen will ich noch, daß die genannten Pilze in und auf der Puppe, ja selbst in und auf dem vollkommenen Insekt ebenfalls zur Entwicklung kommen können, sollten sie Raupen befallen haben, welche der Verpuppung schon nahe sind.

Daß man in der Natur fast nur solche Raupen von Pilzen heimgesucht findet, welche überwintern, erklärt sich dadurch, daß der feuchte Boden, auf dem sie unter Laub und Moos ruhen, unter diesen Raupen eine Pilzepidemie besonders begünstigt. Wie wir schon oben sahen, keimen die Pilzsporen viel eher und leichter in feuchter als in trockener Luft. Außerdem setzen sich die am Boden lebenden Raupen ungleich mehr der Infection durch Sporen aus, weil sie mehr mit den Pilzen, welche auf den durch sie getödteten Insekten fructificiren, in Berührung kommen, als die Raupen, welche Bäume oder höhere Sträucher bewohnen. So können wir uns auch erklären, weshalb die Raupen der Tagfalter von den bisher genannten Pilzen fast ganz verschont bleiben. Erstens leben dieselben zum größten Theil in einer Jahreszeit, wo die Temperatur eine anhaltende Feuchtigkeit nicht aufkommen läßt, und zweitens meistentheils auf höheren Gewächsen, auf denen die Pilzsporen sie nicht in der Anzahl und mit der Sicherheit erreichen, wie dies bei den in ihrer Nähe lebenden Insekten der Fall ist. Wenn die Lepidopterologen so wenig überwinternde Raupen in der Zucht durchbringen, so sind hauptsächlich die Isarienpilze daran Schuld. So starben de Bary von vier *Gastropacha Rubi* zwei an diesen Parasiten. Wenn auch die Raupen, besonders wenn sie im Frühjahr eingesammelt werden, wie dies bei *Gastr. Rubi* zu geschehen

¹⁾ Botan. Zeitung 1869, S. 593 u. 604.

pfl egt, zum Theil schon die Keime zu der tödtlichen Krankheit an und in sich tragen, so kann man doch durch möglichst trockene Umgebung der Raupen in der Zucht dem Umsichgreifen einer Pilz-epidemie vorbeugen. Das beste und sicherste Mittel ist jedenfalls, sobald man die Erkrankung einer Raupe in der Zucht bemerkt hat, sofort die noch gesunden übrigen in einen neuen Raupenkasten zu bringen. Das Entfernen der Erkrankten allein giebt nicht genügende Sicherheit. Leunis giebt in seiner Synopsis (Zoologie §. 407. S. 538) als Mittel eine Räucherung mit Schwefelsäure und Chlor an, welche die Sporen der Botrytis zerstört, ohne den Raupen zu schaden. Dies Mittel wäre nur da anzurathen, wo grössere Zuchten eine Dislocation der gesunden Raupen unmöglich machen.

Ein kaltes, nasses Frühjahr, das die Raupen lange in ihren Winterquartieren zurückhält, befördert die Verbreitung des Pilzes ungemein, der überhaupt in dem Haushalt der Natur eine grössere Rolle spielt, als man denkt. Von den Verheerungen, welche die Pilze unter den Insekten anrichten können, kann man sich einen Begriff machen, wenn man erfährt ¹⁾, dafs im Jahre 1869 in dem Revier der Oberförsterei Balster, Regierungs-Bezirk Köslin, 68 pCt. Raupen der *Gastropacha Pini* durch die *Cordyceps militaris* ihren Tod fanden. In demselben Jahre starben bei Neustadt-Eberswalde 59 pCt. derselben Raupen an derselben Krankheit. Doch hat man nach Bail durch statistische Zahlen ermittelt, dafs dieses Verhältnifs unter gleichen Umständen nicht immer dasselbe ist, dafs trotz der Menge der Raupen, trotz eines nassen Frühjahrs nur sehr wenige Thiere an den Schmarotzern sterben können. So wütheten in dem letzten, gewifs doch recht kalten und nassen Frühjahr die *Gastropacha Pini*- und *Panolis Piniperda*-Raupen in den Theilen des Cöpnicker Forstes, welche den Müggelsee bekränzen, so ungeheuer, dafs dieser Lieblingsort der Berliner völlig abgeholzt werden mufs. Die Forstverwaltung kann also nicht die Ausrottung der forstschädlichen Insekten allein den Pilzen überlassen, wie man zuerst wohl hoffen konnte.

¹⁾ Dr. Bail: Ueber Pilzepizootien der forstverheerenden Raupen. Danzig 1869. Von demselben: Ueber Krankheiten der Insekten durch Pilze. Posen.

Wir gehen jetzt zu einer neuen Pilzform über, die erst im vergangenen Jahre von Professor Cohn in Breslau genauer beschrieben worden ist. ¹⁾ Er entdeckte sie in den Raupen der *Agrotis segetum*, welche im September 1869 in Schlesien so massenhaft auftraten, daß sie auf den jungen Roggenfeldern schwarze Flecke von 3 bis 4 Quadratruthen bildeten. Aehnlich wütheten sie unter dem jungen Raps. Mitte Oktober gingen die Raupen, um zu überwintern, in die Erde. An mehreren der ihm übersandten Raupen bemerkte nun Professor Cohn Krankheitserscheinungen, die er auf eine neue Pilzepidemie zurückführte. Er bemerkte nämlich, wie die von Natur grauen Raupen vom Kopfe aus allmählig schwarz zu werden anfangen, wie der Kopf und die Beine eine glänzende Ebenholzfarbe annahmen, und der Körper immer mehr zusammenfiel, bis er zuletzt zu einer völlig schwarzen Mumie eingetrocknet war, die gewöhnlich eine sichelförmige Gestalt annahm. Als er darauf den Körper zerbrach, fand er in ihm eine kohlschwarze, zunderartige, trockene Masse, die außer dem Darmkanal und den Tracheensträngen das ganze Innere der Raupe anfüllte. Unter dem Mikroskop zeigte sich ihm dieselbe als eine Unmasse großer dunkelbrauner Pilzsporen, deren oberste Haut faltig gewellt und sehr dick war. Sie lagen besonders dicht um den zusammengeschrumpften Fettkörper gelagert, dessen Bestandtheile sie in Form von Fetttröpfchen aufgenommen hatten. Das Pilzmycelium selbst fand sich nur noch in kleinen Theilchen vor. Er nannte diese Epidemie im Gegensatz zu der Epidemie der Seidenraupen die schwarze Muskardine, während der Pilz von ihm den Namen *Tarrichium megaspermum* erhielt. Die Entwicklung des Pilzes geschah so, daß sich aus den Keimschläuchen der Sporen, die durch die Haut in den Körper eingedrungen waren, durch Theilung runde Zellen bildeten, die als Conidien frei im Blute herumschwammen und, während sie dasselbe zersetzten, neue Keimschläuche trieben, welche sich verästelten und zu einem Mycelium in einander verwirrten. Das Mycelium entwickelte sich gleich nach dem Tode des Wirthes. Die Fadenenden füllten sich darauf dicht mit Protoplasma und schnürten dann an einem dünneren Stielchen die eigentlichen Dauersporen ab, die eine zweite innere Haut und eine dunkelbraune Farbe erhielten.

Interessant für den Entomologen sind die Veränderungen, welche dieser Pilz im Blute der kranken Raupe hervorruft. Die Krankheit macht sich, wie schon oben gesagt wurde, zunächst durch die

¹⁾ Prof. Cohn: Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Breslau 1870.

Schwarzfärbung des Blutes bemerkbar, indem nämlich an die Stelle der Blutkörperchen schwarze Pünktchen auftreten, die dem ursprünglich geblichenen Blute der Raupe die Farbe der chinesischen Tusche geben. Später zeigt sich im Verlauf der Krankheit ein schwarzes Pigment im Blute. Zugleich treten verschiedene Krystalle auf, theils Raphidenbündel, theils klinorhombische Säulen mit ausgebildeten Endflächen. Außerdem scheiden sich noch Octaeder von oxalsau-rem Kalke aus.

Aufser diesem Pilze, der sich sowohl in seiner Entwicklung und Form der Sporen, als auch in den Krankheitserscheinungen, welche er an und in dem befallenen Insekt hervorruft, sehr auffallend von den früher beschriebenen unterscheidet, giebt es noch zwei andere Tarrichium-Species, von denen die eine schon im Jahre 1856 als die Feindin der Raupe der *Pieris Brassicae*, des Kohlweifslings, entdeckt worden ist und die sich von der eben beschriebenen durch bedeutend kleinere Sporen unterscheidet. Sie wurde von Fresenius als Entomophtora sphaerospermum beschrieben, während die dritte nach ihrem Wirtbe Entomophtora aphidis von Demselben benannt wurde. Letztere vegetirt nämlich in der Blattlaus des Strauches *Cornus sanguinea*. Cohn änderte den Gattungsnamen der beiden Pilze, Entomophtora in Tarrichium um, weil schon Fresenius in seiner Monographie der Entomophtoren ¹⁾ zugiebt, daß diese beiden Pilze auffällig sich von den anderen, von ihm beschriebenen Entomophtoren dadurch unterscheiden, daß sie in der geschlossenen Leibeshöhle des befallenen Insekts zur Sporenentwicklung gelangen, während die anderen Entomophtoren mit der Spitze ihrer fructificirenden Zellen an die Oberfläche traten und daselbst die Sporen abschnüren. Er hält es deshalb für billig, wenn sie später einer anderen Pilzgattung zugeordnet würden.

Wir kommen nun auf eine dritte Pilzgattung zu sprechen, welche wohl deshalb das Interesse Aller im höchsten Grade verdient, weil sie das Ueberhandnehmen von Insekten verhindert, welche zu den widerwärtigsten Stubenbewohnern gehören. Einem jeden meiner Leser wird wohl schon die in den Herbstmonaten stets wiederkehrende Krankheit an der Stubenfliege (*Musca domestica*)

¹⁾ Dr. G. Fresenius: Ueber die Pilzgattung Entomophtora. Abhandlungen der Senkenberg'schen naturforschenden Gesellschaft Band II. 2te Abtheilung S. 201.

aufgefallen sein, wie dieses Thier mit krampfhaft ausgesperrten Beinen an den Wänden und an den Gardinen des Zimmers sich anklammert, während die Flügel weit ausgebreitet sind, und der dick aufgeschwollene Hinterleib eine weißliche Farbe zeigt. Die Segmente desselben erscheinen wie drei weißse Gürtel. — Einige Zeit nach dem Tode findet man das Thier mit einem Staubhufe umgeben. Schon Goethe ¹⁾ hat „dieses Naturereigniß“ beschrieben, aber seinen Grund noch nicht gekannt. Er schreibt die Krankheit einer Verstäubung des Insekts zu, die aus den Seitenporen des Hinterleibes vor sich gehe. Erst Professor Cohn gab eine genauere Erklärung und Beschreibung davon. ²⁾ Er nannte den Pilz, der diese Krankheitserscheinung hervorruft, *Empusa muscae*. Da er aber die Sporen dieses Pilzes auf lebenden Fliegen nicht zur Keimung bringen, also seine Geschichte nicht von Anfang an verfolgen konnte, so enthält seine Schrift einige Irrthümer, die erst kürzlich Dr. O. Brefeld ³⁾ ausführlich berichtigt hat. Derselbe säte die Pilzsporen (Taf. II. Fig. 1.) auf der weißlichen Unterseite des Fliegenleibes aus (auf der bepanzerten Oberseite konnte auch er die Infection nicht mit Erfolg durchführen) und hatte die Befriedigung, die Pilzsporen keimen zu sehen. Er beobachtete, wie der kurze, runde Keimschlauch (Taf. II. Fig. 3.) gleich senkrecht in den Fliegenleib eindrang und wie dann derselbe die Mutterzelle von vielen kleinen Tochterzellen wurde (Taf. II. Fig. 3.), die nach allen Seiten aus ihm herausprofteten, zuletzt abgeschnürt wurden und nun als selbstständige Individuen sich auf dem nahegelegenen Fettkörper ansiedelten. Cohn, der die Entstehung dieser kleinen Zellen im Körper der Fliege nicht hatte beobachten können, läßt sie durch freie Zellbildung entstehen, spricht aber zugleich die Vermuthung aus, daß sie auch möglicherweise durch Theilung aus den Keimschläuchen hervorgegangen sein könnten, eine Ansicht, die dem wahren Sachverhalt sehr nahe kommt. — Die Tochterzellen werden nun im Fettkörper die Mutterzellen von unzählig vielen neuen Zellen (Taf. II. Fig. 4.), welche ebenfalls durch Sprossung aus ihnen hervorgehen, so daß der Fettkörper schließlich von unzähligen Colonien dieser Pilzzellen durchsetzt ist. Nach einem bestimmten Zeitpunkt beginnt

¹⁾ Hefte zur Morphologie I. Goethe's Werke vollständige Ausgabe letzter Hand 1842. Bd. 58. S. 175.

²⁾ Prof. Cohn: *Empusa Muscae* und die Krankheit der Stubenfliege. Breslau 1865.

³⁾ S. Seite 17. Anm.

nun eine jede von diesen Zellen schlauchartig auszuwachsen, und zwar kann dies sowohl nach einer Seite hin wie nach beiden Seiten zugleich erfolgen. Auf diese Weise wird allmählig der ganze Fliegenleib von einem verworrenen Pilzmycelium durchwuchert. Die einzelligen Fäden desselben besitzen Aussackungen, kurze, dicke Fortsätze, sind überhaupt selten regelmäfsig. Das enorme Wachstum des Myceliums spannt die Segmente des Hinterleibs bis zum Platzen aus. Indem nun die Enden der einzelnen Fäden keulenförmig anschwellen, durchbrechen sie die Segmente und beginnen jetzt auf der Fliege ihre Fructification (Taf. II. Fig. 5.). Dieselbe geschieht so, dafs die äufsersten Enden der dicht und gerade an einander gereihten Pilzschläuche, während sie sich mit feinkörnigem Protoplasma und Fetttröpfchen anfüllen, zu einer mit einer Spitze gezierten Kugel anschwellen (Taf. II. Fig. 6). Diese trennt sich durch eine einfache Wand vom Schlauche und wird zur Spore (Taf. II. Fig. 7.) Cohn vergleicht einen solchen mit einer Spore gekrönten Schlauch sehr anschaulich mit einem Spielkegel.

Sehr interessant ist nun die Art und Weise, wie eine solche Spore in die Welt gesandt wird. Gleich nach der Ausstülpung der Sporen treten nämlich Wassertheile in dem unteren Theile des Schlauches auf, die sich vergrößern und in Form einer grofsen Wasserblase das Protoplasma des Schlauches gegen die Scheidewand der Spore drängen. Die Macht dieses Druckes wird endlich so grofs, dafs der Protoplasmaklumpen aus dem Schlauche oben herausgeschneilt wird und die Spore mit sich reifst. Der entleerte Schlauch sinkt zusammen und wird sogleich durch einen neuen ersetzt, der in derselben Weise eine Spore von sich schleudert. Dieses Bombardement mit Pilzsporen dauert ununterbrochen fast drei Tage lang. Von der Kraft, mit der die Spore fortgeschleudert wird, kann man sich einen Begriff machen, wenn man den Staubhof, der die Fliege umgiebt und der nichts anderes als die von den Sporen bedeckte Fläche ist, misst. Derselbe hat gewöhnlich einen Durchmesser von einem Zoll, während die fortgeschleuderte Spore selbst höchstens nur 0,0231 Mm. lang und 0,0107 Mm. breit ist. Die Blase, welche nach Cohn noch die Spore umgeben soll, ist nichts weiter als das geronnene Protoplasma, welches aus dem Schlauche herausgetrieben wurde und die Spore mit sich rifs. Sie dient dazu, die Spore leichter haften zu lassen. Hiermit wären wir zugleich bei der Frage angelangt: wie pflanzt sich diese Epidemie unter den Fliegen fort? — Da die Sporen nur an dem Unterleibe einer Fliege keimen können, so mufs dieselbe gerade in

dem Augenblicke über die verendete Schwester hinwegschreiten, wo auf derselben das Sporenbombardement vor sich geht. Da Letzteres aber nur von verhältnißmäfsig kurzer Dauer ist, so würde die Verbreitung der Krankheit nur in sehr geringem Maafse stattfinden; aber auch dafür ist gesorgt: jede Pilzspore treibt nämlich bei genügend feuchter Luft einen Keimschlauch, der in seinem oberen Ende zu einer neuen Spore (Taf. II. Fig. 2.) anschwillt, die auf die bekannte Weise fortgeschleudert wird. Dadurch wird natürlich die Möglichkeit der Verbreitung der Epidemie bedeutend vergrößert. Bedenkt man ferner, daß die todten Thiere durch die scheinbar lebende Haltung ihres Körpers andere Fliegen täuschen, zur Begattung herbeiziehen und sie so in den Bereich der feindlichen Sporen bringen, so wird man sich die weite Verbreitung einer Epidemie erklären können. Daß man die Weibchen hauptsächlich an dem Pilze gestorben findet, erklärt sich dadurch, daß bei ihnen die Fläche des Unterleibs bedeutend größer ist als bei den Männchen, sie also dem Pilzsporen eine weit größere Ziel-scheibe bieten als diese. Außerdem findet der Pilz, wie wir gesehen haben, seine Nahrung hauptsächlich im Fettkörper, der bei den Männchen zu wenig entwickelt ist, um den Pilz zur Fructification gelangen zu lassen. Die Männchen sterben wohl auch an der Epidemie, die Todesursache ist aber an ihnen weniger auffallend und ersichtlich als an den Weibchen. — Da die Sporen schon nach vierzehn Tagen ihre Keimfähigkeit verlieren, so entsteht eine zweite Frage: wie kann die Epidemie im Herbste des folgenden Jahres wieder auftreten, wenn ihre Erzeuger, die Sporen, fehlen? — Da die Sporen ihre Keimfähigkeit in so verhältnißmäfsig kurzer Zeit verlieren, so muß die Krankheit das ganze Jahr unter den Fliegen grassiren. Wenn wir sie im Winter und Frühjahr nicht bemerken, so liegt dies daran, daß die überwinternden Fliegen sowohl durch ihre geringe Anzahl, als auch durch ihren Aufenthalt sich unserer Beobachtung entziehen.

Mit dieser Erklärung Brefeld's stimmt völlig ein Fall, den ich Anfang Juni d. J. zu beobachten Gelegenheit hatte. In der dunkeln Ecke eines Zimmers fand ich eine Fliege, auf der so eben die Entwicklung der Sporen begann. Im Sommer bemerken wir die Epidemie deshalb so wenig, weil die Dürre desselben sie nicht so um sich greifen läßt, wie ihr dies der kalte und feuchte Herbst gestattet. Die Vermuthung, daß der Pilz vielleicht in den Maden und Puppen fortlebt und in den Fliegen zur völligen Entwicklung gelangt, muß deshalb von der Hand gewiesen werden, weil Brefeld

die Sporen auf Fliegenlarven trotz der verschiedensten Versuche nicht zur Keimung bringen konnte.

Nahe verwandt mit der *Empusa muscae*, sehr verschieden von den anderen schon genannten Insektenpilzen ist die *Empusa radicans*, ein Pilz, welchen Dr. O. Brefeld in Halle als ein Hauptfeind des Kohlweisslings, der *Pieris Brassicae*, entdeckte und dessen Entwicklungsgeschichte er eingehend beschrieb.¹⁾ Die Symptome der Krankheit werden von ihm so klar und anschaulich geschildert, daß ich im Interesse meiner Leser zu handeln glaube, wenn ich die betreffende Stelle²⁾ hier wörtlich wiedergebe: „Kaum durch irgend ein äußerliches Zeichen verräth die vom Pilze befallene Raupe den Keim der tödtlichen Krankheit, den sie an sich trägt. Regungslos, als ob sie nach vollendeter Mahlzeit ausrube, sitzt sie langgestreckt an den Nerven eines Kohlblattes, und die trägen Bewegungen, welche äußere Berührung hervorruft, können ebenso gut als Ausdruck des Unbehagens über die Ruhestörung wie als Zeichen sinkender Lebenskraft gedeutet werden. In dieser Haltung ereilt der Tod sie bald nachher, anscheinend plötzlich. Erst die eingetretene Starre überzeugt uns, daß sie nicht mehr lebt, so natürlich wie im Leben ist ihre Stellung. Auch der Körper hat sein volles Volumen (Taf. III. Fig. 1a.), sogar ein straffes, gesundes Aussehen. Doch noch innerhalb des Todestages bricht wie mit einem Zauberschlage der Pilz aus allen Theilen des Körpers der Raupe hervor. Bald ist sie wie von einem grünlich weissen Schimmel eingehüllt (Taf. III. Fig. 1b.), der schon in wenigen Stunden abblüht und sie völlig unkenntlich in Form einer braunen verschrumpften Haut zurückläßt, in unmittelbarer Nähe umgeben von ganzen Haufen weißer Sporen, den abgeworfenen Samen des verblühten und wieder verschwundenen Pilzes.“ (Taf. III. Fig. 1c.) — Diese Sporen benutzte nun Brefeld zur künstlichen Infection gesunder Raupen. Er tauchte letztere ganz in Wasser, welches zahlreiche frische Pilzsporen enthielt, so daß er eine gründliche Infection aller Theile der Raupe erwarten konnte. Schon nach zwei Tagen bemerkte er eine auffallende Veränderung im Wesen der Raupen. Während sie vorher munter und freudig gewesen waren, begannen sie jetzt unruhig an den Wänden des Glascylinders, in dem sie aufbewahrt wurden, hinauf und hinunter zu laufen. Als Brefeld sie öffnete und die Haut mikroskopisch untersuchte, fand er an allen Stellen derselben gekeimte Sporen, welche in gerader oder

¹⁾ S. Seite 17. Anm.

²⁾ l. c. p. 24.

schräger Richtung dicke Keimschläuche in die Haut getrieben hatten. Der Weg, den der Schlauch genommen hatte, war um so leichter zu erkennen, als sich unter seinem zersetzenden Einfluss die Haut in seiner Nähe gebräunt hatte. Die Untersuchung ergab ferner, dass am dritten Tage nach der Infection die allein mit Protoplasma gefüllte Endzelle des zwei- oder mehrzelligen Schlauches den Fettkörper erreicht, in dem nun der Pilz seine eigentliche Thätigkeit beginnt. Mit rapider Schnelligkeit nimmt er an Grösse zu, verästelt sich und füllt zuletzt den ganzen Raum des Fettkörpers aus, mit dessen Bestandtheilen er sein enormes Wachsthum bestritt. Trotz dieses furchtbaren Feindes, der schon von einem beträchtlichen Theil ihres Leibes Besitz ergriffen hat, lebt die Raupe weiter. Sie bewegt sich noch vorwärts, wenn auch steif und schwerfällig; bald aber tritt ein Zustand der Ruhe ein, der nur durch den Tod seinen Abschluss finden soll. Die Fadenenden des Pilzes sind allmählig in die Blutflüssigkeit gelangt, welche im Innern des Thieres circulirt. Die rasche Bewegung derselben reißt die in das Blut hineinragenden Zweige der Pilzfäden mit sich, welche darauf als Zellen von der verschiedensten Grösse und Gestalt in Menge frei im Blute herumschwimmen, um alsdann zu grossen Schläuchen auszuwachsen, die Bestandtheile des Blutes in sich aufnehmend. Je mehr der Pilz sich im Blute ausbreitet, desto näher ist das Thier seinem Ende. Endlich erstarrt es, der Körper wird aufgetrieben und streckt sich lang aus. So liegt der Leichnam, mit Ausnahme des Darmkanals, der Muskeln und Tracheen völlig vom Pilze erfüllt, etwa einen halben Tag; da brechen zwischen den Beinen glänzend weisse Hyphenmassen hervor, welche das Thier fest auf seine Unterlage heften (Taf. III. Fig. 1a.). Sie gehen der Fructification des Pilzes vorher; denn sobald sie ausgewachsen sind, durchbricht der Pilz die Oberseite der Raupe in zahllosen feinen Fäden, welche sich verästeln, in einander wirren und zusehends ihr Opfer mit einem undurchsichtigen weissen Schleier bedecken (Tafel III. Fig. 2.). Die letzten Zweige eines jeden Fadens trennen sich nun durch eine Membran vom Hauptfaden ab, füllen sich reichlich mit Protoplasma und treiben dann an ihrer äussersten Spitze einen feinen Fortsatz, welcher zu einer spindelförmigen Spore ausgestülpt wird (Taf. III. Fig. 3.). Dieselbe trennt sich durch eine Membran von der Stielzelle und wird darauf in derselben Weise in die Welt hinein geschossen, wie dies oben ausführlich bei der *Empusa Muscae* beschrieben wurde. Während nun bei letzterer nach diesem Vorgange der ganze Faden zusammenfiel und zu einer neuen Fructifica-

tion nicht mehr gelangen konnte, sinken bei der *Empusa radicans* nur die Stielzellen der Sporen zusammen, während der Hauptfaden je nach seinem Reichthum an Protoplasma im Stande ist, von Neuem Zweige und Sporen zu treiben. Die Fructification des Pilzes geschah in der Regel am fünften Tage nach der Infection. Schon nach wenigen Stunden war der Protoplasmagehalt der Fäden zur Sporenbildung verbraucht, die Fäden sanken zusammen, und mit ihnen der Raupenkörper, der nur durch sie in seiner natürlichen Rundung erhalten wurde. In Form einer braunen unkenntlichen Haut bleibt er zurück. Die Fructification des Pilzes unterblieb bei zu trockener oder zu feuchter Luft. In beiden Fällen verjauchte die Raupe. Ebenso wie bei *Empusa muscae* vermag die Spore von *Empusa radicans* bei genügend feuchter Luft eine Secundärspore zu treiben, welche ebenso wie die Primärspore durch Ejaculation fortgeschleudert wird.

Mit *Empusa radicans*-Sporen bestreute Blätter konnten die Raupen ohne Schaden für sich fressen; es starben allerdings einige von ihnen, doch nur in Folge der äußeren Infection, welche beim Fressen durch die Berührung der Blätter mit der Haut erfolgte. — Während die Sporen von *Empusa muscae* auf Raupen nicht keimen wollten, keimten die Sporen von *Empusa radicans* sowohl auf den Raupen von *Mamestra Brassicae* als auch auf den Unterleib der Stubenfliege und führten den Tod dieser Insekten mit derselben Schnelligkeit herbei, wie sie es bei den inficirten Raupen an *Pieris Brassicae* thaten. Brefeld glaubt deshalb annehmen zu müssen, daß die *Empusa muscae* allein auf Fliegen lebt; ein Punkt, auf den wir später noch einmal zurückkommen werden.

Bei einigen Raupen, welche Brefeld mit den Sporen der *Empusa radicans* inficirte, bemerkte er nicht die Symptome der Krankheit, welche sich nach der Infection einzustellen pflegten. Er brachte dieselben vorsichtig in einen anderen Behälter und beobachtete nun, wie alle diese Raupen von den Larven des *Pteromalus puparum* einer Hymenoptere bewohnt wurden. Erst wenn diese thierischen Parasiten die Raupen verlassen hatten, konnte sich der Pilz weiter entwickeln und kam zur Fructification, je nachdem ihm seine animalischen Nebenbuhler Nahrungsstoff genug in seiner lebenden Behausung zurückgelassen hatten oder nicht. Dasselbe hat de Bary an inficirten Wolfsmilchschwärmerraupen beobachtet, welche Larven aus der Gattung *Tachina*, einer Diptere, in sich beherbergten. Durch die mikroskopische Untersuchung des Blutes kam Brefeld bald dahin, gesunde Raupen von solchen, die von Lar-

ven bewohnt wurden, zu unterscheiden. Bei den letzteren sind die weissen Blutkörperchen in dem ersten Stadium der Larvenkrankheit in die Länge gezogen und fein zugespitzt; später schwellen sie durch Wassereinlagerung stark an und erhalten kugelige Gestalt; ihr Plasma ist geronnen und enthält grosse Vacuolen. Durch sie wird das Blut getrübt, so dass man es von dem gesunden, hellen, leicht unterscheiden kann. Die feinen Nadelstiche, mit denen man den zu untersuchenden Raupen Blut entzieht, schaden den Thieren in ihrer Entwicklung in keiner Weise. Mit Hilfe eines Mikroskops könnte also ein jeder Lepidopterologe das Vorhandensein von Parasiten in einer Raupe mit Sicherheit, und ohne die Raupen opfern zu brauchen, constatiren.

Dass die *Empusa radicans* gänzlich verschieden von den oben geschilderten Raupenpilzen ist, sagt uns nicht nur ihre Fructification, welche mit der von *Botrytis*, *Isaria*, *Cordyceps* und *Tarrichium* gar nichts gemein hat, sondern auch der Verlauf der Krankheit an der Raupe selbst. Bei *Botrytis* und den anderen Pilzen wird die Raupe schlaff, um erst nach ihrem Tode von den sich im Blute entwickelnden Pilzfäden wieder aufgetrieben zu werden, bei der *Empusa* behält die Raupe in allen Stadien der Krankheit ihren normalen Turgor. Dies erklärt sich dadurch, dass die Pilze *Botrytis*, *Isaria*, *Cordyceps* und *Tarrichium*, den Hauptsitz ihrer Vegetation im Blute haben, während die *Empusa* hauptsächlich sich im Fettkörper entwickelt, und erst, nachdem sie diesen völlig verdrängt hat, dadurch in das Blut gelangt, dass durch die Cirkulation desselben die äussersten Zweige der Pilzfäden abgerissen werden. Sie entsendet nicht wie die anderen Raupenpilze Conidien in das Blut. Die an den drei zuerst beschriebenen Pilzen gestorbenen Raupen trocknen zu Mumien ein, aus denen der Pilz noch nach Monaten bei Wiederbefeuchtung hervorbrechen kann, um auf ihnen die Fructification zu beginnen, während die Raupen, welche an der *Empusa radicans* zu Grunde gegangen sind, schon nach 5 Tagen völlig unkenntlich in Form einer zusammengefallenen, braunen Haut von dem Pilze zurückgelassen werden, der nach erfolgter Fructification selbst verschwindet. Die von den *Tarrichium*-Pilzen befallenen Insekten trocknen zwar auch nach ihrem Tode zu Mumien ein, erhalten aber in ihrem Innern kein Pilzmycelium, sondern unzählige runde, ziemlich grosse Sporen, welche sofort die Art der Insektenkrankheit erkennen lassen. Diese kurzen, charakteristischen Kennzeichen der einzelnen Raupenkrankheiten, welche durch Pilze hervorgerufen werden, genügen, um sie sogleich von einander unterscheiden zu können.

Ich habe deshalb die Beschreibung der *Empusa radicans* gleich der von *Empusa muscae* folgen lassen, und nicht erst vorher die in der Natur beobachteten, durch *Empusa muscae* hervorgerufenen Epidemien gegeben, erstens weil ich die Verschiedenheit beider Pilze dem Leser recht nahe rücken wollte, und zweitens weil die Botaniker, welche solche *Empusa*-Epidemien in ihren Schriften anführen, in ihren Beschreibungen oft nicht recht erkennen lassen, welchen der beiden Pilze sie vor sich gehabt haben. Sie nennen ihn oft einfach nur *Empusa* und geben dem Leser die Species anheim.

Während Dr. Brefeld annimmt, daß die *Empusa muscae* nur Fliegen befällt, werden meine Leser bald Raupen-Epidemien kennen lernen, welche nach den Autoren von der *Empusa muscae* hervorgerufen waren. Da nach Dr. Brefeld die sich so zahlreich entwickelnden Sporen der *Empusa radicans* so außerordentlich leicht sowohl auf Raupen wie auf Fliegen keimen, so wäre es doch wunderbar, wenn die bisher verzeichneten *Empusa*-Epidemien der Raupen allein durch *Empusa muscae* hervorgerufen sein sollten. Weil man bis vor einem Jahre die *Empusa radicans* nicht kannte, so hat man sie sicherlich oft mit der *Empusa muscae* verwechselt. Die Mycologen, welche solche Epidemien beobachteten, führen wohl die Symptome der Krankheit an, beschreiben wohl das Aussehen der Raupen, setzen aber den Pilz selbst als bekannt voraus. Auf diese Weise wird es sehr schwierig, ja fast unmöglich, zu entscheiden, von welchem der beiden Pilze die beobachteten Epidemien hervorgerufen waren.

Ein Hauptunterschied zwischen beiden ist der, daß die Hyphe der *Empusa radicans* mehrzellig und verzweigt, die von *Empusa muscae* dagegen einzellig und unverzweigt ist. Außerdem sind bei der letzteren die Sporen glockenförmig, während die ersteren spindelförmige Sporen entwickeln. Ein weniger sicheres Merkzeichen für die *Empusa radicans* ist das Zusammenfallen und Unkenntlichwerden des Raupenkörpers nach der Fructification des Pilzes. Bei der *Empusa muscae* bleiben die Schläuche mit noch einigem Protoplasma Gehalt in dem Körper zurück, bewahren denselben vor einem Zusammenfallen und trocknen mit ihm zu einer Mumie ein. Wo wir mit Sicherheit in der folgenden Aufzählung der bisher beobachteten *Empusa*-Epidemien einen der beiden Pilze zu erkennen glauben, werden wir nicht unterlassen, unsere Gründe anzugeben.

Daß die Krankheit der Fliegen nicht nur im Zimmer, sondern

auch im Freien auftritt, hat Bail ¹⁾ in Danzig im Jahre 1866 an der gelbbehaarten Dungfliege *Scatophaga stercoraria* beobachtet. Er fand dieses Thier in Unmasse Ende Mai an den Grashalmen todt angeklammert mit den Empusaringen um den Leib. In demselben Jahre beobachtete er auch das Auftreten dieser Epidemie an der Diptere *Pollenia rudis*, an verschiedenen, nicht näher von ihm bestimmten Eulen- und Spannerraupe und an den Raupen der *Orygia antiqua*. Derselbe wies im Jahre 1868 die Empusa (spec.?) als Retter der Forstkulturen nach, indem er nämlich in der Tuchler Haide auf Tausenden von Morgen die Raupe von *Panolis piniperda* durch diesen Pilz gänzlich vernichtet fand. Die todtten Raupen waren grauweiß bestäubt und enthielten in ihrem eingetrockneten Innern als Hauptbestandtheil die Ueberreste der Pilzfäden. Die Haut war schwarzbraun.

Eine Empusa-Epidemie beobachtete auch Cohn an der Zwergcicade, *Jassus sexnotatus*. Vor ihnen hatte diese Krankheit schon Ritter v. Frauenfeld an den Raupen der Tagfalter *Argynnis Aglaia*, *Melitaea Cinxia*, *M. Athalia* und endlich an den Raupen von *Euprepia Anlica* beschrieben. Letztere bekamen durch das massenhafte Hervorbrechen der Pilze aus dem Leibe und durch das Haften der Sporen an den Haaren ein weißes Aussehen. Die Epidemie wüthete so unter den Raupen, daß seit der Zeit *Euprepia Anlica* in dieser Gegend selten wurde.

Meine Leser werden sich nun auch einen Vorfall erklären können, der sich in der Zucht des Herrn P. Mertens in Berlin im Frühjahr 1868 zutrug und unter den dortigen Lepidopterologen einiges Aufsehen erregte. Herr Mertens züchtete in einem ziemlich kleinen und dunkeln Raupenkasten 200 Raupen der *Euprepia Villica*, die er sich aus ihren Winterquartieren in der Jungfernheide geholt hatte. Er entdeckte nun eines Tages, wie einige der bis dahin scheinbar gesunden Raupen unruhig hin und her liefen, nach einiger Zeit lang ausgestreckt auf dem Boden lagen, und als er bald darauf den Kasten wieder besichtigte, stark aufgedunsen waren und statt ihrer natürlichen schwarzen eine schneeweiße Farbe zeigten. Was ihn aber fast noch mehr in Erstaunen setzte, war der Umstand, daß die noch lebenden schwarzen Raupen die todtten weißen verzehrten, nach dieser curiosen Mahlzeit ebenfalls unruhig im

¹⁾ S. Seite 25. Anm.

Außerdem: Mittheilungen über das Vorkommen und die Entwicklung einiger Pilzformen. Danzig 1867.

Kasten herumliefen, um darauf wie ihre Schwester ein weißes Leichengewand anzulegen. Dreißig von den Thieren, die noch keine Symptome der Epidemie zeigten, nahm er noch bei Zeiten aus dem Kasten und zog von ihnen 20 gesunde und normale Schmetterlinge. Bis auf das Verzehren der todten Raupen durch die noch lebenden wäre wohl Alles klar: wir haben es hier mit einer Empusa-Epidemie zu thun. Dafür bürgt uns die Analogie mit der von Ritter v. Frauenfeld an *Euprepia Aulica* beschriebenen. Das unruhige Umherlaufen der Raupen bemerkte auch Brefeld nach der Infection an seinen Raupen von *Pieris Brassicae*. Dafs die noch lebenden Raupen auf dieselbe Weise umkamen, wie die schon gestorbenen, erklärt sich aus ihrer Berührung mit den von fructificirenden Pilzen bedeckten Leichnamen. Nur auffallend und neu ist das Verzehren der todten Raupen durch die noch gesunden. Trotz meiner vielen ungläubigen Einwürfe blieb Herr Mertens bei der Behauptung stehen, er hätte es deutlich gesehen. Wenn auch die Raupe der *Euprepia Villica* mancherlei Pflanzen zur Nahrung benutzt, so wird sie doch keinesfalls Pilze fressen, die jedes nährenden Chlorophylls entbehren! Andererseits wäre es doch etwas zu viel Instinct, wenn die lebenden Raupen die todten gefressen hätten, um den Pilz an seiner Fructification zu hindern oder seine Sporen unschädlich zu machen.

Ohne der Wahrheitsliebe des Herrn Mertens nun nahe treten zu wollen, wage ich doch diesen Vorgang dahin zu erklären, dafs die Raupen nach vollendeter Fructification des Pilzes so in sich zusammenfielen, wie dies Dr. Brefeld an seinen Raupen von *Pieris Brassicae* beschreibt, die von der *Empusa radicans* nach wenigen Stunden in Form einer unkenntlichen braunen Haut zurückgelassen wurden. Dafs wir es hier mit einer *Empusa radicans*-Epidemie zu thun haben, glaube ich auch aus dem raschen Verlauf der Krankheit und aus dem plötzlichen Hervorbrechen der Pilzfäden aus dem Körper der Raupe schliessen zu können. Herr Mertens wird sich nun eine so grofse auffallende Veränderung in Gestalt und Farbe an seinen noch kurz vorher grofsen und weissen Raupen nicht anders zu erklären gewufst haben, als dafs die noch lebenden Raupen, die er vielleicht gerade zufällig um die todten dicht gelagert fand, wie dies bei der grofsen Anzahl der Raupen in dem engen Kasten sehr leicht möglich war, die todten gefressen hätten. Ich für meinen Theil kann mich eher zu dieser Annahme entschliessen, als zu dem Glauben an die Raupenmahlzeit, die meines Wissens bis jetzt allein dasteht. Bevor nicht ein zweiter analoger Fall ihr

schützend zur Seite tritt, muß ich meine Annahme als wahrscheinlicher aufrecht erhalten.

Im Oktober des vorigen Jahres hatte ich Gelegenheit, auf dem Sophienkirchhofe zu Berlin die verheerende Wirksamkeit der *Empusa* kennen zu lernen. Von Herrn Woltemade aufmerksam gemacht, besuchte ich genannten Kirchhof und fand die Paupen der *Euprepia fuliginosa* zu Hunderten an den Sträuchen und Gräsern todt angeklammert. Die lang ausgestreckten Raupen waren von normaler Rundung, hatten aber statt der natürlichen braunen eine gelblich weiße Farbe. Dieselbe wurde von unzählig vielen zusammengesunkenen Pilzfäden hervorgerufen, welche die Haut bedeckten. Die Haare der Raupen waren schon stark ausgefallen; die noch vorhandenen saßen nur lose in der degenerirten Haut. Zerbrach man die festen Raupen, so sah man in ihrem Innern eine weißliche Masse, die sich unter dem Mikroskop als ein Gewirr von dicken, unregelmäßigen, einzelligen, unverzweigten Empusafäden erkennen liefs. Leider fand ich nur Raupen, auf denen die Fructification des Pilzes schon vor sich gegangen war, so daß ich eine Infection und Cultur desselben an gesunden Raupen nicht vornehmen konnte. Doch glaube ich, bürgt schon allein die Einzelligkeit der Fäden dafür, daß diese Raupenepidemie durch *Empusa muscae* hervorgerufen worden war. Brefeld's Annahme, daß die *Empusa muscae* nur Fliegen befele, liefse sich daher wohl kaum aufrecht erhalten.

Die Reihe der von der *Empusa* heimgesuchten *Euprepien* bereichert Dr. Bail ¹⁾ durch die *Euprepia Caia*, deren Raupen er bei Meve in Preussen bis zur Höhe von 4 Fufs auf Eichen, Birken und Kiefern vom Pilze getödtet in derselben Weise sitzen sah, wie ich dies so eben an *Euprepia fuliginosa* beschrieben habe. Die Raupen hatten wohl in der Todesangst diese Bäume, die sonst nicht zu ihren gewöhnlichen Nährpflanzen gehören, erstiegen.

Eine gleiche Pilzepidemie beobachtete Herr Kalisch zu Berlin unter den Raupen der *Euprepia Hebe*. Zugleich theilte derselbe mir auch mit, daß man diese Raupen nur dann mit Erfolg ziehen könne, wenn man sie soviel wie möglich dem Sonnenlichte aussetze. Ein anderer Lepidopterologe erzählte mir, daß er aus denselben Raupen erst dann Schmetterlinge erhalten habe, als er den Raupenkasten auf den warmen Ofen stellte; vorher wären sie ihm zum größten Theil an Pilzen zu Grunde gegangen. Damit ist uns der thatsächliche Beweis geliefert, daß ein Vertreiben der Feuch-

¹⁾ S. Seite 20. Anm. 2.

tigkeit aus dem Raupenkasten (in den eben angeführten Fällen geschah dies durch Wärme) dem Umsichgreifen einer Pilzepidemie in der Zucht vorbeugt. Wenn auch die Feuchtigkeit aus dem Raupenkasten nicht ganz entfernt werden darf, um die überwinterten Raupen vor dem Eintrocknen zu bewahren, und den in der Entwicklung begriffenen das Häuten zu erleichtern, so kann dieselbe doch auf das nothdürftigste Maafs beschränkt werden. Jedenfalls lohnte es sich für die Lepidopterologen, durch Versuche die Richtigkeit des obigen Schlusses praktisch zu beweisen.

Meinen Lesern wird es nicht entgangen sein, daß die Euprepien (wir haben deren fünf aufgezählt) besonders von der *Empusa* heimgesucht werden, während die Gastropachen fast einzig und allein durch die *Botrytis*, *Isaria* und *Cordyceps* zu leiden haben. Eine Euprepie, welche in der Natur von letzteren Pilzen befallen wurde, ist mir bis jetzt noch nicht bekannt. Ich hebe dieses Verhältniß hervor, welches um so auffallender ist, als die Lebensweise der Euprepien derjenigen der Gastropachen sehr ähnlich ist. Die Raupen der ebengenannten Euprepien überwintern gleich den Raupen von *Gastropacha Pini* und *Gastropacha Rubi* und fallen doch nicht den Isarien zum Opfer. Mit Hülfe der Entomologen liesse sich die Frage, ob die verschiedenen Raupenpilze in der Natur auf verschiedene Raupenklassen angewiesen seien, leicht beantworten. Dieselben haben beim Sammeln der Insekten so oft gute Gelegenheit, Pilzepidemien in der Natur zu beobachten, daß ihnen eine Statistik der beobachteten Fälle mit Berücksichtigung der einzelnen Pilzformen und der von ihnen heimgesuchten Insekten nicht schwer werden kann.

Fresenius ¹⁾ will den Namen *Empusa* in *Entomophthora* umgeändert wissen, weil der erstere Name schon für eine Heuschreckengattung und ein Orchideengenus vergeben sei, und deshalb Verwechselungen entstehen könnten; jedoch hat der von Prof. Cohn zuerst vorgeschlagene Name *Empusa* trotz dieser Einwände sein Anciennitätsrecht behauptet. In seiner Monographie der *Entomophthoren* ²⁾ beschreibt Fresenius nun aufser der *Entomophthora muscae* noch drei andere *Entomophthoren*, die sich von dieser hauptsächlich durch die verschiedene Gröfse und Form der Sporen unterscheiden.

¹⁾ S. Botan. Zeitg. 1856. S. 882.

²⁾ S. Seite 27. Anm.

So erhielt er von Herrn v. Heyden einige Heuschrecken, welche auf ihrem Körper unzählige birnenförmige Sporen trugen, deren Stielzellen im Körper der Heuschrecken safsen. Er nannte diesen Pilz Entomophthora Grylli. Seine Entomophthora Tenthredinis befällt epidemisch die Larven einer *Tenthredo*, welche auf *Alnus glutinosa* lebt. Sie ist die größte seiner Entomophthoren; ihre Sporen sind rundlich. Ein Pilz, den Herr v. Heyden auf einer größeren *Tipula* fand, nannte Fresenius Entomophthora *Tipulae*. Sie zeichnet sich vor den übrigen durch schlanke lange Pilzfäden und ovale Sporen aus. Ein Diminutivum zu der Entomophthora (*Empusa*) *muscae* bildet die *E. culicis*, welche Prof. A. Braun als *Empusa culicis* beschrieben hat. Derselbe fand sie auf der gewöhnlichen Mücke. Was ihm bei ihrer Entdeckung auffiel, war der Umstand, daß die Mücke schon bei ihrem Ausschlüpfen aus der Puppe den Pilz im Leibe hatte. Da die Sporen der *Empusen* im Wasser keimen und die Larven der *Culices* im Wasser leben, so muß die Larve gerade in dem Augenblick von den Sporen getroffen worden sein, als sie, um Athem zu schöpfen, an die Oberfläche des Wassers kam. — Von der Entomophthora *sphaerospermum* und Entomophthora *aphidis* ist schon oben ¹⁾ gesprochen worden.

Die Aufzählung der insektentödtenden Pilze schliesse ich mit der Bestätigung der Aussage Bail's, daß auch der gemeinste aller Schimmelpilze, *Penicillium glaucum*, den Raupen und Larven gefährlich wird. Von 12 Puppen der *Bryophilla Raptacula* fand ich vier von dem grünlichen Mycelium dieses Pilzes völlig angefüllt. Die Fructification desselben geht im Innern der Puppe vor sich. Die feinen Hyphen des Pilzes tragen an ihren Enden Büschel von Zweigen, die Conidien in Ketten abschnüren. So viel mir bekannt, ist bis jetzt eine künstliche Infection von Insekten mit den Sporen dieses Pilzes noch nicht vorgenommen, seine Entwicklung in seinem Wirthe demnach noch nicht beobachtet worden.

Wir haben im Vorstehenden einen mikroskopischen Organismus kennen gelernt, dessen Bedeutung für die Entomologen wir nicht unterschätzen dürfen. Während Letztere ihm aus rein menschlichen Rücksichten danken werden, daß er ihnen so dreiste Plagegeister, wie die Fliegen und Mücken decimirt, welche selbst vor einem Entomologen nicht den geringsten Respekt zeigen, werden

¹⁾ S. Seite 27.

sie aus entomologischem Interesse ihm ihre Freundschaft aufsagen, wenn er ihre Lieblinge, die Raupen und Larven selbst bis in den Raupenkasten verfolgt und ihnen durch die Vernichtung derselben den Lohn für mühsame Excursionen und für mancherlei Sorgen raubt; ganz im Gegensatz zum Forst- und Landmann, welche die Insektenpilze als ihre Freunde und Gehülfen preisen, weil sie die Wälder und Saaten nicht selten vor einer Verheerung bewahren. Die Kräfte der Natur walten eben ohne Rücksicht auf die Interessen der Menschen. Unsere Aufgabe ist aber, sich ihrer zu unserem Nutzen zu bedienen, oder doch wenigstens ihre schädliche Wirkung möglichst zu beschränken. Die Rolle, welche unsere Pilze im Haushalte der Natur spielen, ist keine geringe. Sie sollen das Ueberhandnehmen von Insekten verhindern, welche durch ihre schnelle und zahlreiche Vermehrung leicht die Existenz eines anderen Organismus gefährden könnten. Unterstützen wir sie deshalb da, wo ihre vernichtende Thätigkeit uns Nutzen bringt und schneiden wir ihnen da, wo sie unseren Interessen entgegengetreten, durch geeignete Vorkehrungen die Möglichkeit eines Bestehens ab. Die Epidemie der Stubenfliege können wir z. B. dadurch verbreiten helfen, daß wir die Pilzfliegen ungestört ihre Sporen werfen lassen und durch eine feuchte Atmosphäre die Bildung von Secundärsporen begünstigen, während wir im Raupenkasten durch Licht und Wärme eine allzu große Feuchtigkeit vermeiden, dadurch den Pilz in seiner Entwicklung hindern und unsere Zucht vor einer Epidemie bewahren.

Aber noch aus einem anderen Grunde verdienen die Insektenpilze das eifrige Interesse und Studium der Entomologen. — Während es von der Diphtheritis und dem Kopfgrind erwiesen ist, daß sie von Pilzen hervorgerufen werden, ist es bis jetzt nur noch eine Hypothese, daß die Cholera und der Typhus aus der Vergiftung des Blutes durch Pilze entstünden. Was bei den Menschen sich noch nicht hat beweisen lassen, ist bei den Insekten eine Thatsache: die Epidemien unter ihnen werden durch das Vergiften des Blutes durch Pilze hervorgerufen. Durch Analogien ist schon manche wichtige Entdeckung gemacht worden. Schon in der Einleitung hoben wir hervor, wie den Entomologen nicht nur das Sammeln der Insekten in der Natur, sondern auch die Zucht derselben oft gute Gelegenheit giebt, das Erscheinen und die Verbreitung einer Insektenepidemie zu beobachten. Aber nicht nur die Epidemie selbst muß ihre ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, sondern auch der Ort, die Klimaverhältnisse und die Lebensweise der

erkrankten Raupen. Selbst die kleinste Notiz, die scheinbar unwichtigste Neuigkeit kann im Verein mit dem schon Bekannten dazu dienen, das geheimnißvolle Wesen eines Organismus zu enthüllen, der nicht nur den Insekten, sondern auch den Menschen gefährlich wird.

Heidelberg, im September 1871.

Nachtrag zu Seite 24 Zeile 16 von oben.

Die sogenannte „vegetirende oder zoophitische Fliege“, welche Torrubia, ein spanischer Naturforscher, schon 1754 beschreibt ¹⁾, ist nichts weiter als eine Wespe der Antillen, aus deren Körper der beschriebene Pilz (der auch den Namen jenes Naturforschers erhalten hat) mit 5 Ctm. und darüber langen Perithecienträger hervorgewachsen ist. Man hielt dieses Thier lange Zeit für eine Uebergangsform aus dem Thier- zum Pflanzenreiche, und bewunderte es deshalb nicht wenig. Einige Jahre später entdeckte ein dänischer Naturforscher, Holmskiold, auch auf dänischen Insekten ähnliche Pilze ²⁾. Tutasne's vortreffliches Werk „Selecta fungorum carpologia“ enthält ³⁾ eine ganze Reihe von Abbildungen solcher mit Pilzen bewachsenen Insekten. Man findet dort Schmetterlinge, Wespen und Ameisen, denen die spitzen oder keulenförmigen Pilzstiele ein sehr sonderbares Aussehen geben. Während sie den Wespen und Ameisen aus dem Nacken hervorstossen, sprossen sie den Schmetterlingen aus allen Theilen des Körpers hervor, sogar aus den Flügeln.

¹⁾ Apparato paro la historia natural da Espagna. Madrid 1754. Tom. I.

²⁾ Otia beata variis fungis danicis impensi. Hafn 1790.

³⁾ Selecta fungorum carpologia. Paris 1865. Tom. III.

Nachschrift.

Notizen über Insektenepidemien wird die Redaction jeder Zeit gern entgegen nehmen und in der Berliner entomologischen Zeitschrift, womöglich unter Mitwirkung von Herrn Lohde, veröffentlichen lassen, so weit dieselben irgend von allgemeinem Interesse sind.

Dr. G. Kraatz,
Berlin, Zimmer-Str. 94.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I—III.

Tafel I.

Botrytis Bassiana, Isaria farinosa, Cordyceps militaris.

- Fig. 1. Enden von Fäden der *Botrytis Bassiana* aus der inneren Hautlage der Raupe. *c.* Conidien. Bei *d* Abschnürung secundärer Conidien auf den noch ansitzenden primären 390mal vergrößert.
- Fig. 2. Stücke conidientragender Fäden von *Botrytis Bassiana* (auf dem Objectträger in Wasser gezogen). *c.* Conidien. 390mal vergrößert.
- Fig. 3. Stücke conidientragender Fäden von *Botrytis Bassiana* von einer Raupe genommen. *c.* Conidien. 700mal vergrößert.
- Fig. 4. Fruchttträger von *Isaria farinosa* auf der Puppe von *Gastropacha Quercus*. Natürliche Gröfse.
- Fig. 5. Perithecienträger der *Cordyceps militaris* auf einer vom Autor nicht näher bezeichneten Raupe. Natürliche Gröfse. *a.* Ausgänge der Peritheciencien. *b.* Fehlgeschlagene Peritheciencienträger.
- Fig. 6. Längsdurchschnitt durch einen Perithecienträger. *p.* Peritheciencien, in denen die sporeenthaltenden Asci sich befinden. *a.* Ausgänge der Peritheciencien. 6mal vergrößert.
- Fig. 1—4. Nach de Barry (Botan. Zeitg. 1867).
- Fig. 5—6. Nach Tulasne (Selecta Carpologia fungorum).

Tafel II.

Empusa Muscae.

- Fig. 1. Eine Spore, von dem Protoplasma des Schlauches umgeben. 630mal vergrößert.
- Fig. 2. Bildung einer Secundärspore. 300mal vergrößert.
- Fig. 3. Theil einer frei präparirten Fliegenhaut, von aussen gesehen, mit durchgedrungenem Keimschlauche, dessen Endzelle im Leibe der Fliege bereits in der Vermehrung durch Sprossung begriffen ist. 600mal vergrößert.

- Fig. 4. Colonie von Empusazellen aus dem Fettkörper einer weiblichen Fliege. 400mal vergrößert.
- Fig. 5. Hyphen, welche an ihrer Spitze Sporen entwickeln. 300mal vergrößert.
- Fig. 6. Stück eines Fliegenkörpers mit fructificirenden Empusaschläuchen. An den Haaren hängen abgeworfene, durch das Protoplasma des Schlauches angeklebte Sporen, die zum Theil Secundärsporen gebildet haben. 80mal vergrößert.
- Fig. 7. Schlauchspitze mit reifer Spore. 360mal vergrößert.

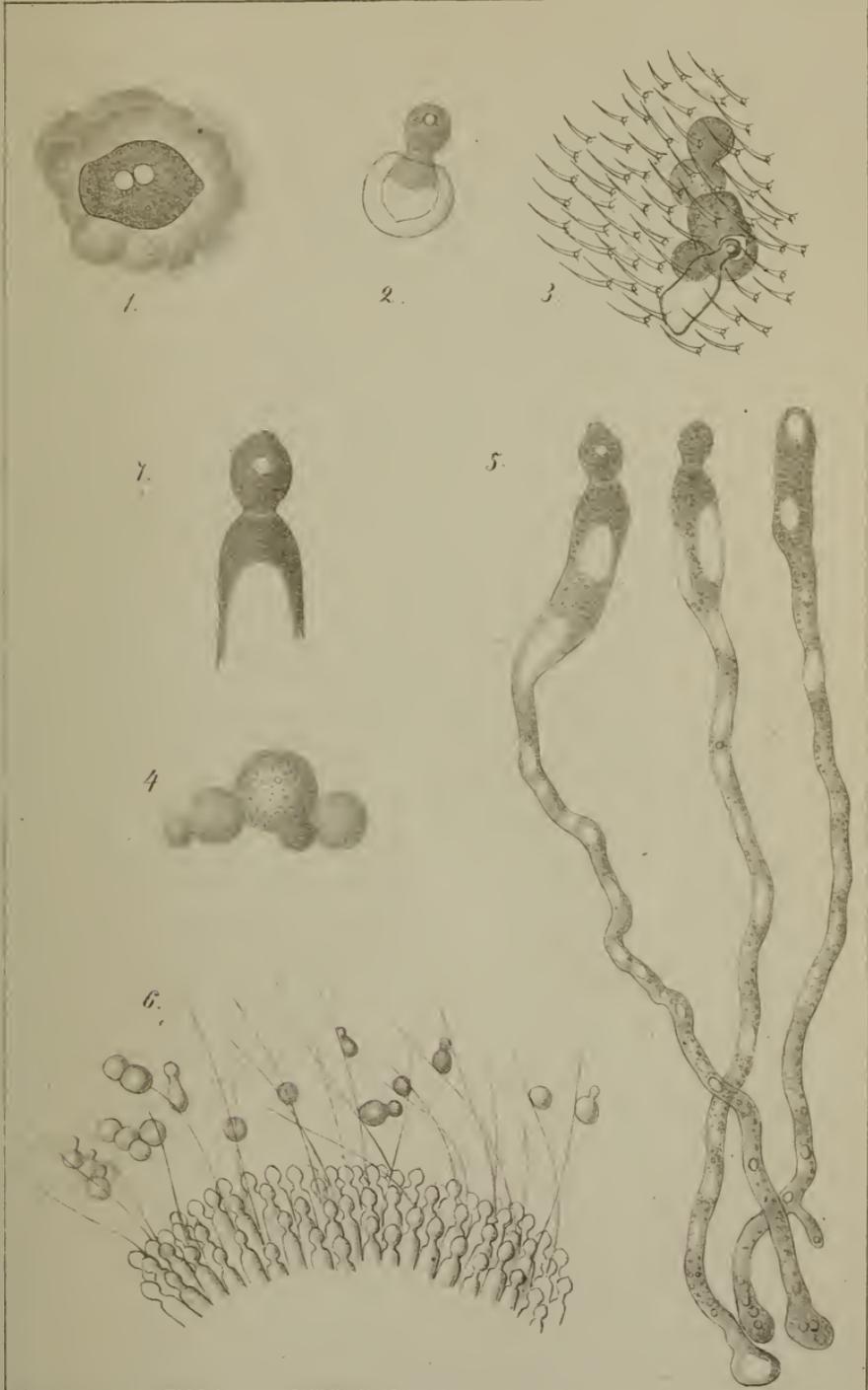
Tafel III.

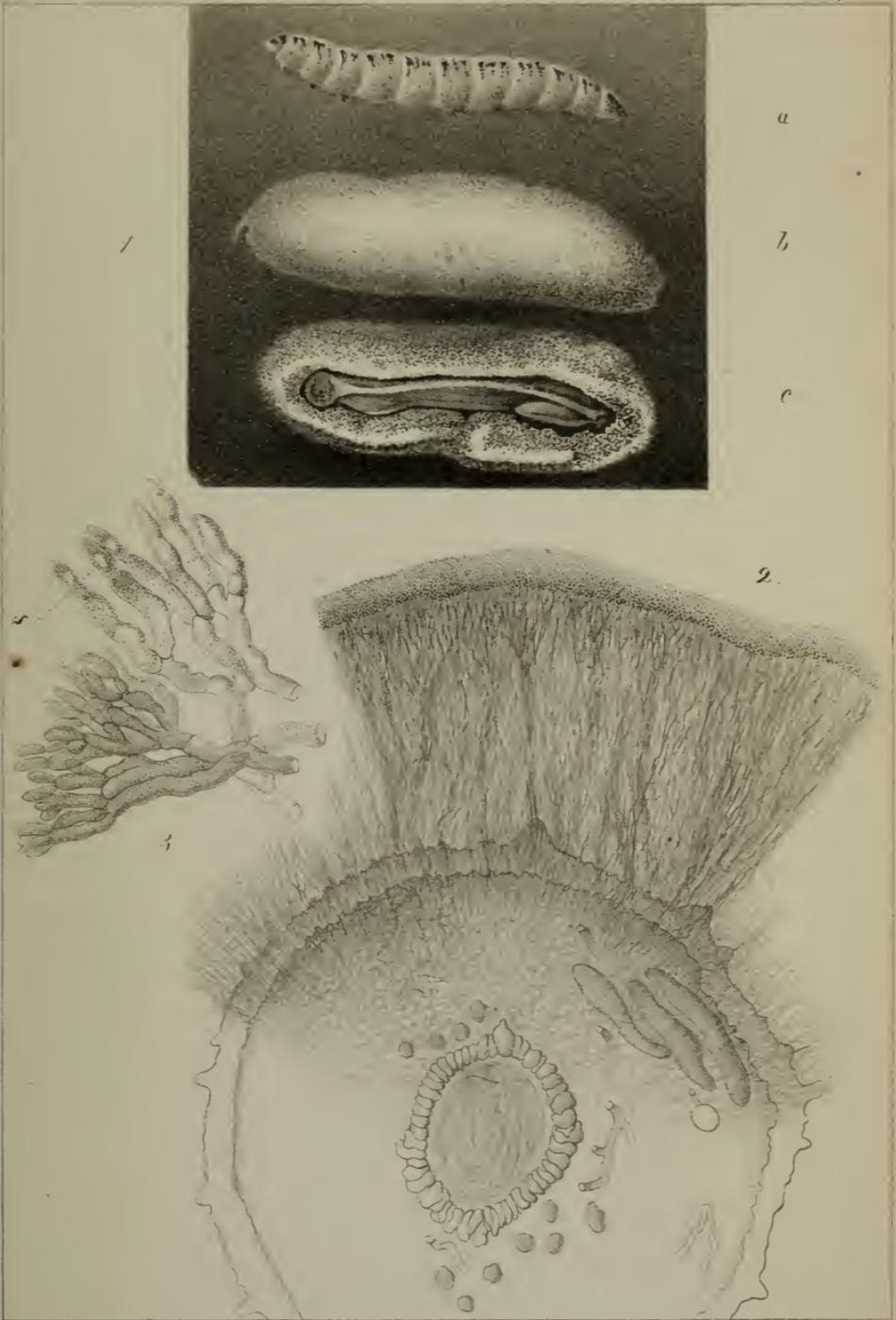
Empusa radicans.

- Fig. 1. Ansichten von Raupen der *Pieris Brassicae*, welche von der *Empusa radicans* getödtet worden sind. Natürliche Gröfse.
- Eine Raupe, aus der nur erst die Heftorgane des Pilzes zwischen den Beinen hervorgebrochen sind.
 - Eine Raupe, auf welcher der Pilz fructificirt.
 - Ueberreste einer Raupe, von den Sporen des Pilzes umgeben.
- Fig. 2. Querschnitt einer pilzerfüllten Raupe, auf der aufsen der Pilz zu fructificiren beginnt. Der Körper ist bis auf den Darm in seiner Mitte, einige Tracheen und Muskelcontouren ganz vom Pilzmycelium eingenommen. Im Darm die unverletzten Bissen der Raupe aus dem Kohlblatte, in deren Zellen das Chlorophyll noch unverändert geblieben. Aus Rücksicht für den Raum ist nur ein Theil des auf der Raupe fructificirenden Pilzes in der Figur wiedergegeben. 40mal vergrößert.
- Fig. 3. Spitzen fructificirender Hyphen. s. Sporen. 300mal vergrößert.

Die Figuren auf Tafel II. und III. nach Brefeld (Untersuchungen über *Empusa muscae* und *Empusa radicans* etc.).







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Deutsche Entomologische Zeitschrift \(Berliner Entomologische Zeitschrift und Deutsche Entomologische Zeitschrift in Vereinigung\)](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Lohde Georg

Artikel/Article: [Insectenepidemien, welche durch Pilze hervorgerufen werden, 17-44](#)