Zur Entwickelung von Empusa Aulicae Reich.

Von G. Lindau.

Wer im Frühjahr 1897 die Eichen des Berliner Botanischen Gartens gesehen hat, glaubte sich in die kalte Winterszeit zurückversetzt, so kahl und öde sahen die Kronen der sonst so dichtbelaubten Bäume aus. Die Bäume hatten wohl rechtzeitig auszutreiben begonnen, aber das zarte Grün war noch in den Knospen von den Raupen des Goldafters (Porthesia chrysorrhoea L.) aufgefressen worden. Allmählich, nachdem die oberen Zweige kahl gefressen waren, senkten sich die Raupenschwärme nach unten und frassen schliesslich die Blätter der in den pflanzengeographischen Anlagen stehenden Sträucher und kleineren Bäume. Hier waren sie wenig wählerisch mit der Nahrung; wenn auch in erster Linie die zarteren Blätter der Rosaceen, Ahorne, Buchen und Eichen bevorzugt wurden, so versehmähten sich doch auch dickere Blätter nicht (Ericaceen), ja sogar diejenigen der Gunnera, die wegen ihrer spröden Härte sich besonders auszeichnen, wurden gefressen.

Nachdem alle menschlichen Hilfsmittel gegenüber den Raupenschwärmen versagt hatten, half die Natur schliesslich sich selbst, indem sie einen der gefährlichsten Feinde der Raupen, einen Pilz aus der Familie der Entomophthoraceen, entstehen liess. Trotzdem im Jahre 1896 die Raupen bereits stark überhand genommen hatten, waren doch damals alle unversehrt geblieben. Der Pilz wurde also in diesem Jahre zum ersten Male beobachtet. Am 31. Mai wurden einige Raupenmumien von Dr. Graebner entdeckt, wenige Tage später waren schon Tausende von todten Raupen zu finden, endlich am 5. Juni war bereits kaum noch eine lebende Raupe zu sehen.

Der Pilz, der sich hier in so verheerender Epizootie zeigte, stimmt in allen Merkmalen mit Empusa Aulicae Reich. vollständig überein. Die Veranlassung zu diesem Aufsatze ist daher nur darin zu suchen, dass ich über die Erkrankung der Raupen, sowie über die Entwickelung des Pilzes einige ergänzende Notizen zu geben vermag.

Während die Bewegungen der Raupen in gesundem Zustande lebhafte und energische sind, werden sie, sobald die Infektion eingetreten ist, allmählich langsamer. Die Raupe sitzt ganz ruhig,

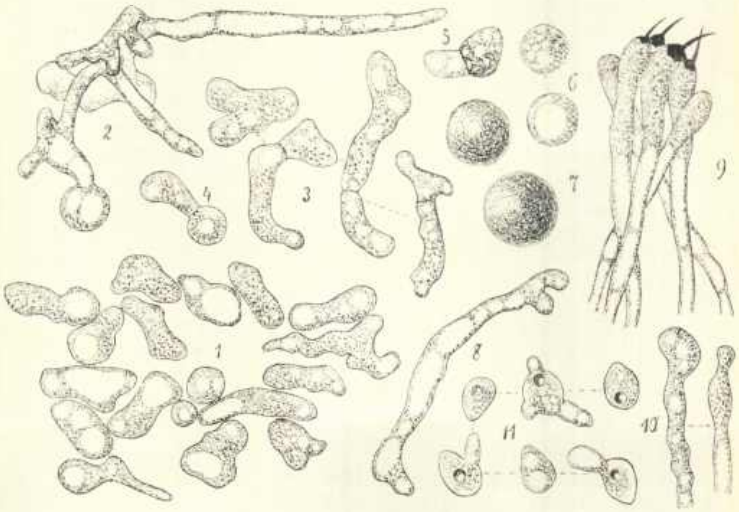
indem sie sich mit den hinteren Beinpaaren fest hält. Gewöhnlich hat sie versucht, noch einige Fäden zu spinnen, um die Verpuppung einzuleiten. Diese dienen nun dazu, den Leib fest an den Ast oder das Blatt zu fesseln. Der ursprünglich horizontal gestreckte Vorderleib wird mit dem Kopf nach unten eingerollt. In diesem Zustand sitzt die Raupe bis zu ihrem Tode. Sobald dieser eingetreten ist, streckt sich der Vorderleib wieder und hängt entweder bei unterseitig sitzenden Thieren schlaff herab oder bleibt horizontal liegen. Zu dieser Zeit sieht die Raupe etwas gedunsen aus, doch erscheint sie nicht viel dicker als in lebendem Zustand. Der Pilz, der bisher in den Geweben der Raupe gewachsen war, bricht nun heraus und bildet ausserhalb des Leibes die Conidienträger. Die Conidien werden in grosser Menge abgeschleudert. Die meisten fliegen nicht weit, obwohl man bisweilen solche beobachten kann, die 5 cm weit von der Raupe liegen. Die Oberfläche der Raupe erscheint in diesem Stadium wie von zartem, dicht stehendem Schimmel besetzt, der die Höhe von etwa 1 mm erreichen kann. Allmählich hört die Conidienproduktion auf und die Raupe sinkt zusammen, eine winzige Mumie bildend, die in einem weissen Hofe liegt und mit einzelnen weissen Fleckchen bestäubt ist. Die Haare der Raupe sind zum Theil ausgefallen, zum Theil stehen sie pinselartig zusammen.

Am 31. Mai wurden eine Anzahl noch kräftiger Raupen gesammelt und in einem Glasgefäss mit Blättern sich selbst überlassen. Bereits am folgenden Tage fanden sich conidienbesetzte Leichen; ihre Zahl nahm bis zum 4. Juni beständig zu, so dass nur noch wenige lebende Individuen sich im Glase befanden. Einen ähnlichen Verlauf nahm auch ein Versuch, der am 2. Juni begonnen wurde. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass der Pilz innerhalb kurzer Zeit, etwa 1—2 Tage, die Raupen tödtet. Einzelinfektionen wurden nicht vorgenommen, da keine Möglichkeit vorlag, dass ich mir Material von sicher gesunden, noch nicht infizirten Raupen verschaffen konnte.

Die Untersuchung der Entwicklung ergab Folgendes. Zerbricht man eine Raupenmumie, welche soeben das Conidienlager bildet, so sieht man das Innere der Raupe eine gelbbräunliche krümelig-fettige Masse erfüllen, die im Centrum von dem noch grüne Blattreste führenden Darm durchsetzt wird. Die gelbbräunliche Masse, welche alle Organe der Raupe ausser dem Darm umfasst, besteht zum grössten Theil aus dem Mycel des Pilzes. Dazwischen finden sich Zellfragmente, Fetttropfen und organische Reste, sowie die Tracheen der Raupe.

Das den Fettkörper erfüllende Mycel besteht aus kurzen ungegliederten Fadenstücken, die entweder etwas fädig oder länglich oder fast kuglig sind, immer aber eine ganz unregelmässige Gestalt

aufweisen. (Fig. 1.) Daneben finden sich grössere Stücke, die vielfache Ausbuchtungen und Krümmungen zeigen, aber ebenfalls völlig ungetheilt sind. Untersucht man das Innere der noch nicht oder eben gestorbenen Raupen, so finden sich nur wenige Mycelstücke vor. Diese sind auch stets länger, oft lang fadenartig und beginnen sich erst mit zunehmendem Reifestadium zu zergliedern. Fig. 2, 8 zeigen solche Mycelstücke. In Fig. 3 habe ich einige Fäden abgebildet, die kurz vor der Zergliederung stehen, bei einigen ist bereits die



Trennungswand sichtbar. Solche günstige Objecte sind selten zu finden, da nach ausgebildeter Scheidewand die Theilstücke sich sofort trennen. Das Mycel führt ein ölig glänzendes, körniges Plasma. Meist vertheilt es sich bei längeren Fadenstücken auf einen wandbedeckenden Schlauch, der nur durch einzelne Querbrücken unterbrochen ist; bei kleineren und mehr abgerundeten Mycelstücken sieht man nur ein schaumiges Plasma oder ein oder mehrere grosse Vacuolen, die sich scharf absetzen.

Nähert man sich von innen der Oberfläche der Raupe, so beginnen die Fäden allmählich etwas zusammenhängender zu werden, bis sie eine parallelfaserige Schicht aus einfachen unverzweigten Fäden bilden, welche senkrecht zur Epidermis stehen. Diese Fäden durchbrechen an der todten Raupe in günstigen Stellen, zuerst wohl

an den Tracheenmündungen, später fast überall, die Epidermis. Dabei werden die schwarzen, eckigen Pigmentzellen, welche in der Mitte ein starres, schwarzes Haar tragen, mit emporgehoben. (Fig. 9.) Auf diese Weise werden oft grosse Stücke der Epidermis losgesprengt und später zur Seite geschoben. Die herausgewachsenen Fäden, welche pallisadenartig nebeneinander stehen, können etwa 1 mm Länge erreichen und bilden sich unmittelbar zu unverzweigten einfachen Conidienträgern um, die an ihrer Spitze die Conidien erzeugen. Die Erzeugung der Conidien geht so vor sich, dass die Spitze des Fadens anschwillt und die Conidie schliesslich abgeschleudert wird. Es war mir leider nicht möglich, Conidien kurz vor oder während der Abschleuderung zu sehen. Jedenfalls geht wie bei der Zertheilung des Mycels die Scheidewandbildung derart schnell vor sich, dass man nur in besonders günstigen Fällen eine Wand zu sehen bekommt. Jedoch lagen zwischen den Conidienträgern und in dem die Raupe umgebenden Hofe so viele Conidien, dass ihre Gestalt und Auskeimung daraus festgestellt werden konnte.

Der Conidienträger enthält ein ganz ähnliches Plasma wie das Mycel. Entsprechend den etwas dünneren Fäden ist das Plasma auf einen Wandbeleg vertheilt, der durch Plasmasepten gegliedert wird. Nach oben wird das Plasma dichter und fast ganz homogen. Scheidewände treten natürlich im Conidienträger nicht auf. Nur selten finden sich im oberen etwas angeschwollenen Theil des Conidienträgers Vacuolen. Merkwürdig ist, dass sich in den Conidien stets ein Oeltropfen befindet, der ziemlich gross ist und meist central oder fast central liegt. (Fig. 11.) Sehr selten habe ich in einer Conidie auch Vacuolen gesehen. Die Conidien sind von eiförmiger Gestalt, am spitzen Ende ein wenig mehr vorgezogen, mit feiner dünner Membran und ganz gleichmässigem glänzenden Plasma, das, wie schon gesagt, in der Regel einen Oeltropfen enthält.

Die Auskeimung der Conidien erfolgt mittelst Keimschläuchen, die zu 1—3 aus den Zellen austreten. Der morphologische Ort der Auskeimung ist nicht fixirt. In der Regel aber treibt der erste Keimschlauch in der Nähe des breiteren Endes aus. Das vorher gleichmässig glänzende Plasma wird schaumig und lockerer und bildet schliesslich Vacuolen; in den Keimschläuchen verhält sich natürlich das Plasma wie im Mycel.

In den meisten Fällen tritt nun das Mycel aus dem Körper der Raupe lediglich zum Zwecke der Sporenbildung heraus und zwar sind die herauswachsenden Enden höchstens 1 mm lang, meist aber kürzer. In wenigen Fällen konnte ich aber beobachten, dass das Mycel nicht zu Conidienträgern sich umbildete, sondern weiterwuchs und einfache schlaffe Fäden von etwa 1 cm Länge bildete. Welche Ursachen diese Abnormität veranlasst haben, weiss ich nicht.

Die geschilderten Conidien sind nun nicht die einzigen Fortpflanzungszellen, die der Pilz hervorbringt. Wenn wir das Innere einer conidientragenden Mumie durchsuchen, so fallen uns auf den ersten Blick kuglige Zellen von 40—45 μ Durchmesser auf, die eine helle, dickere Membran und einen stark lichtbrechenden Inhalt von kleinen Oeltröpfchen besitzen. (Fig. 7.) Diese Dauersporen sind ganz ähnlich denjenigen, die Brefeld für Entomophthora radicans nachgewiesen hat, aber ihre Entstehung ist eine andere. Lange wollte es mir nicht gelingen, den Ursprung dieser Kugeln nachzuweisen. Immer nur sah ich fertige Kugeln und kuglige Anschwellungen an ganz kurzen Mycelstücken. Ein Uebergang zwischen beiden, wodurch sich der Zusammenhang des unreifen und reifen Stadiums nachweisen liess, habe ich erst nach langem Suchen in sehr spärlicher Ausbildung getroffen. Es kommt hier wieder die rapide Zergliederung des Mycels in Betracht. Wie die Figur 4 und vielleicht auch 2 zeigen, entstehen an ganz kurzen Mycelfragmenten kuglige Anschwellungen, welche sich allmählich mit dichterem Plasma füllen. Einmal konnte ich sehen, wie bei einer dem Innern der Raupe entnommenen Probe an einem Mycelstück eine fast kuglige Anschwellung entstanden war, die sich mit ihrem dichteren, viel glänzenderem Plasma in scharfer Linie von dem Plasma des Hyphenstückes absetzte (Fig. 5.) Ich nehme keinen Anstand, hier die beginnende Scheidewandbildung zu vermuthen. Dann aber muss die Abgliederung der kugligen Zellen ebenso schnell vor sich gehen, wie wir es bei den Conidien und beim Zerfall des Mycels gesehen haben. Man findet häufig Kugeln, welche vacuoliges Plasma und ganz dünne Membranen besitzen. Bei der Häufigkeit der letzteren Gebilde ist mit Sicherheit anzunehmen, dass dies junge, bereits abgegliederte Dauersporen sind, welche erst allmählich, nach Ablösung vom Fadenstück, die dickere Membran und den charakteristischen Inhalt erhalten. Der grosse Unterschied, der hier in der Ausbildung der Dauerzellen gegenüber anderen Pilzen liegt, besteht also darin, dass die abgegliederten Sporen sich erst später zu dem ausbilden, was sie werden sollen.

Ueber das Schicksal dieser Dauersporen lässt sich natürlich nichts Sicheres sagen, da eine Ruheperiode zu ihrer Auskeimung nothwendig ist

Es ist nicht das erste Mal, dass der Pilz auf Raupen in so verheerender Weise aufgetreten ist. So führt Schröter (Schles. Kryptogamenfl. Pilze I. p. 222) an, dass die Raupen der Kieferneule bei Primkenau im Jahre 1884 in kurzer Zeit vollständig vernichtet wurden. Auf den Raupen des Goldafters scheint indessen der Pilz bisher noch nicht zur Beobachtung gekommen zu sein.

Wenn wir der Gattungsdefinition von Empusa und Entomophthora die Angaben Schröters zu Grunde legen, so hat der Pilz bei Empusa

seine richtige Stellung gefunden. Nur müsste man aus der Gattungsdiagnose von Empusa den Passus streichen: „Mycel nicht aus dem Nährkörper hervorbrechend". Wie wir gesehen, kann unter Umständen das Mycel wohl hervorbrechen, aber es bildet im Gegensatz zu Entomophthora niemals Haftfasern. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Gattungen liegt in den Conidienträgern, die bei Empusa stets einfach, bei Entomophthora dagegen verzweigt sind. In den Dauersporen dagegen findet ein durchgreifender Unterschied nicht statt.

Figurenerklärung.

1. Eine Gruppe von sich zergliedernden Mycelstücken.
2. Ein grösseres noch zusammenhängendes Mycelstück.
3. Mycelstücke in verschiedenen Stadien der Zergliederung.
4. Mycelfragment mit einer sich bildenden Dauerspore.
5. Dasselbe kurz vor der Bildung der Theilwand.
6. Junge, bereits abgegliederte Dauersporen.
7. Reife Dauersporen.
8. Ein längeres Mycelstück nahe der Oberfläche der Raupe.
9. Parallele Hyphen vom Innern der Raupe, welche die eckigen Pigmentzellen der Epidermis der Raupe emporheben.
10. Conidienträger.
11. Conidien im reifen Stadium und in Auskeimung.

(Alle Figuren etwa in 300facher Vergrösserung.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hedwigia

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 36_1897

Autor(en)/Author(s): Lindau Gustav

Artikel/Article: Zur Entwickelung von Empusa Aulicae Reich. 291-296