©Zoologisches Museum Hamburg; www.zobodat.at

ENTOMOLOGISCHE MITTEILUNGEN
aus dem
Zoologischen Museum Hamburg
Herausgeber: Professor Dr. HANS STRÜMPEL, Dr. GISELA RACK,
Professor Dr. WALTER RÜHM
Schriftleitung: Dr. GISELA RACK
ISSN 0044-5223 Hamburg

6. Band 15. März 1978 Nr. 99

Über die Bedeutung von Pilzhyphen in verpilzten Mückengallen

Untersuchungen an *Lasioptera rubi* (SCHRANK, 1803) (Diptera, Cecidomyiidae)

PETER KAISER

(Mit 4 Abbildungen im Text)

Verpilzte Mückengallen stellen, trotz vieler Jahrzehnte andauernder Diskussionen,noch immer ein nicht abgeschlossenes Kapitel der Cecidiologie dar. Mit den hier vorgelegten Untersuchungen dürfte jedoch ein Teil dieser Problematik aus dem Bereich des Hypothetischen herausgehoben worden sein. Daß es überhaupt von Pilzen besiedelte Mückengallen gibt, unterliegt inzwischen keinem Zweifel mehr, wohl aber welche Gallen hiervon betroffen sind und vor allem, welche Bedeutung der Pilz für die Entwicklung der Gallmücke besitzt.

Eine der bekanntesten Mückengallen der heimischen Fauna, aber auch paläarktisch weit darüber hinaus verbreitet, stammt von der Gallmücke *Lasioptera rubi* (SCHRANK) an der wilden Himbeere *Rubus idaeus* LINNÉ. Sie kommt aber auch an anderen *Rubus*-Arten vor, so den vielen Brombeerarten. Diese sind von ROSS (1932) nicht unter den verpilzten Arten angeführt, obgleich er eine größere Anzahl von verpilzten *Lasioptera*-Gallen an anderen Pflanzen zitiert. Er widmet ihnen in seinem Praktikum der Gallenkunde ein eigenes Kapitel. Als eindeutig myzelführend wird diese Galle erst von J.MEYER (1952) beschrieben. Dieser Autor betont das Fehlen eines eigentlichen Nährgewebes schon bei jungen Entwicklungsphasen dieser Galle, ja das Fehlen einer distinkten Larvenkammer überhaupt. Das bewog ihn, dem Myzel selbst eine ernährende Funktion zuzubilligen, wie das schon von NEGER (1908 + 1910) für andere pilzführende Gallmücken ausgesprochen wurde.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

Auf NEGER geht der Ausdruck "Ambrosia-Pilze" zurück, in Anlehnung an die Verhältnisse bei den Borkenkäfern (Scolytidae). Ein solches symbiontisches Verhältnis zwischen Wirt und Pilz wurde aber von ROSS (1914, 1922 + 1932) und ROSS & HEDICKE (1927) generell bestritten, die keinerlei Abhängigkeiten wahrhaben und hier mehr ein Werk des Zufalls sehen wollten. Bestärkt wurde er durch eigene Zuchtversuche und solche von BACCARINI (1893, 1909), die mehrere Pilzarten aus einer Galle ergaben. Inzwischen hatte sich aber auch P.BUCHNER (1930) für ein symbiontisches Verhältnis ausgesprochen. ROSS hat dann schließlich diese entscheidende Frage offengelassen. Merkwürdig erschien ihm jedenfalls, daß nur immer Gallen bestimmter Gallmückenarten, aber keineswegs alle Pilze führen: "Viele wichtige und belangreiche Fragen sind hier noch zu lösen. Es wäre sehr erwünscht, daß hier Botaniker sowie Zoologen sich mit diesem Gegenstande eingehend beschäftigen möchten". (ROSS 1932, S. 286). Bemerkenswerterweise hat ROSS (1914, S. 593) in den Gallen von *Lasioptera rubi* in keinem Falle "auch nur Spuren von Pilzen" gefunden. Auch noch MÖHN (1968) betont das regelmäßige Fehlen von Pilzmyzel (trotz der Angaben von MEYER 1952).

Im Gegensatz zum Fall der *Lasioptera rubi* herrscht Einigkeit über die Pilzbesiedlung der Galle von *Asphondylia sarothamni* LOEW am Besenginster (*Sarothamnus scoparia* WIM.). Die Verhältnisse wurden zuletzt 1964 von RICHTER-VOLLERT untersucht, aber auch nicht als Symbiose anerkannt. Der Pilz wäre demnach nur ein Einmieter. Immerhin räumt diese Autorin ein, daß es sich hier um eine Symbiose noch in statu nascendi handeln könnte, wobei der Pilz bereits die Vorteile der Verbindung genießt, während die Gallmücke dazu noch nicht in der Lage ist.

Bei *Lasioptera rubi* kann normalerweise ein sehr kräftiges schwärzliches Myzel aus den Gallen isoliert werden (Abb. 1), das während des Winters den größten Teil der Galle ausfüllt, indem es die großlumigen abgestorbenen parenchymatischen Zellen im Innern der Galle durchsetzt. In diesem Myzellager befinden sich die Gallmückenlarven in feinen Röhren, die aus weißlichen Sekretfäden der Speicheldrüsen gesponnen werden. Bei älteren Teilen dieser Gespinströhren werden die Wandungen von dem Myzel förmlich durchflochten (Abb. 2). Wie aber schon von früheren Untersuchern an anderen Gallen von Gallmücken gesehen, kommen auch bei *Lasioptera rubi* abweichende Pilzhyphen vor, die weniger auffällig sind und eine eingehendere mikroskopische Untersuchung erfordern. Auch Zuchtversuche auf Agar-Agar (mit 2% Agar und 2% Malz) ergaben entsprechendes. Am häufigsten ist aber das auffallend dunkle Myzel, das offensichtlich einer *Dothiorella*-Art angehört.*). Dieses Myzel wird

*) Die Bestimmung verdanke ich Frl.Dr. SCHNEIDER, Berlin-Dahlem.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

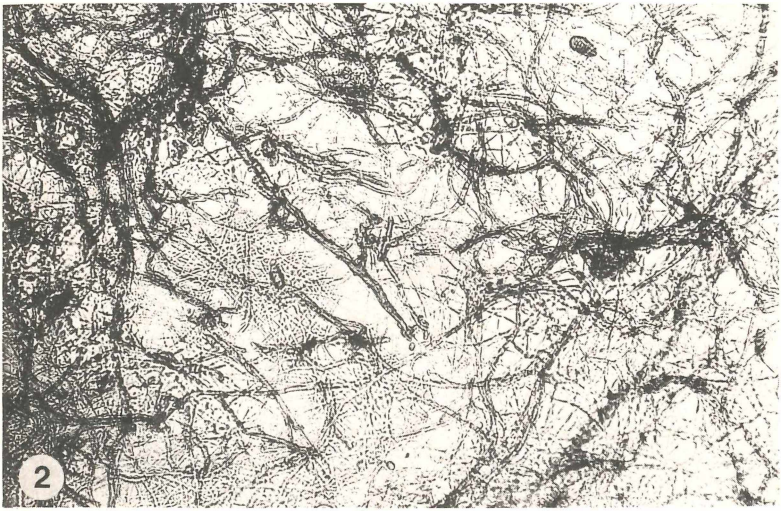

Abb. 1: Pilzmyzel aus einer Galle von *Lasioptera rubi* (SCHRANK) auf *Rubus idaeus* LINNÉ.

Abb. 2: Wandung der Wohnröhre, aus feinen Sekretfäden aufgebaut. Darin eingewachsen grobe Pilzhyphen.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

in etwa 75% der Fälle gefunden. Der Rest verteilt sich auf mehrere andere Myzel- bzw. Pilzarten unbestimmter Herkunft. Was die Entwicklung der jungen Galle betrifft, so ließen sich die Beobachtungen von MEYER (1952) bestätigen. In der Umgebung von Hamburg werden die ersten Anschwellungen an den aus dem Boden austreibenden Himbeerruten Anfang Juni sichtbar. Die jungen, kaum 0,5 mm großen Larven schwimmen förmlich in den Gewebssäften der unkoordiniert wachsenden Zellwucherungen. Sehr bald lassen sich in den auftretenden Spalten dieses wuchernden Gewebes weißliche Säume erkennen, die sich mikroskopisch als Pilzmyzelien erweisen. Diese lassen sich leicht auf Agar-Agar Nährböden kultivieren, wo sie nach und nach eine dunkle Färbung annehmen. Es gelang allerdings nicht, auf diesen Pilzkulturen junge Larven von *Lasioptera rubi* zu kultivieren. Die heranwachsenden Larven scheinen zunächst vom wuchernden Gewebe der Himbeere abhängig zu sein.

Solche Larven tragen noch feinste Borsten, die später verloren gehen. Sie sind weißlich durchscheinend und zeigen in der Gegend des Gehirns einen orange-roten Fettkörperlappen. Später dehnt sich diese Färbung auf die ganze Larve aus. Erst größere Larven von etwa 1,5 mm Länge ließen sich auf den Pilznährböden halten. Sie lebten, schwer zu beobachten, in Bohrgängen in der Tiefe des Nährbodens. Dort wuchsen sie heran und entwickelten schließlich auch die Brustgräte. In diesem Stadium verharrten sie während des Winters. Es gelang mir nicht, sie zur Verpuppung zu bringen, was wohl weniger auf die Ernährung, als auf die nicht hinreichend einzuhaltenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen zurückzuführen ist.

Bei älteren Larven, wie sie im Spätsommer in schon leicht verholzten Gallen und besonders solche die überwinternd gefunden werden, zeigte sich, daß das Pilzmyzel nicht völlig ohne Bedeutung für die Entwicklung der Larven sein kann. Deren Fettkörper ist mächtig entwickelt und zeigt mit der Lugolschen Lösung (wäßrige Jod-Jodkaliumlösung) die typische Glykogen-Reaktion in Form von schokoladenbrauner Verfärbung der Fettkörperlappen. Interessanterweise bleibt die Glykogen-Reaktion nicht auf den Fettkörper der aufpräparierten Larve beschränkt, sondern ergreift auch den Inhalt des geräumigen zweigeteilten Mitteldarmes, der als sirupartige Masse durch etwaige Verletzungen austritt. Diese auch während des gesamten Winters im Freiland vorhandene Masse wird ebenfalls tiefbraun verfärbt. Ihr Gehalt an Glykogen dürfte etwa derjenigen des gesamten Fettkörpers entsprechen, stellt also eine erhebliche Menge dar. Die Herkunft dieser Substanz kann nicht anders erklärt werden, als durch die Fungivorie der Gallmückenlarve, was bisher verneint wurde (ROSS 1914, 1928, 1932; ROSS & HEDICKE 1927) bzw. nur vermutet wurde (NEGER 1908 + 1910; BUCHNER 1930; MEYER 1952). Bei dem Glykogen im Mitteldarm von *Lasioptera* kann es sich nur um den Reservestoff des Pilzes handeln, der offenbar lange Zeit unverändert gespeichert werden kann. Diese Zusammenhänge

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

fielen auf im Vergleich mit den Verhältnissen der ja eindeutig fungivoren *Heteropeza pygmaea* (WINNERTZ) und *Miastor metraloas* MEINERT (KAISER 1967 + 1969). Als bei diesen Larven Glykogen im Mitteldarm nachgewiesen werden konnte, ergab sich die Notwendigkeit, andere freilebende Formen auf dieses Phänomen hin zu untersuchen. Die meisten Gallmücken zeigten, wie etwa *Mikiola fagi* HARTIG und *Dasyneura urticae* PERRIS, eine eindeutig negative Reaktion des Mitteldarminhaltes auf Glykogen, während *Lasioptera rubi* völlig aus der Rolle zu fallen schien, bis sich auch hier Fungivorie herausstellte, was dazu zwang, die alten auf NEGER und ROSS zurückgehenden Hypothesen neu zu überdenken. Danach müssen nun die Gallen von *Lasioptera rubi* und weiterer anderer Gallmücken als mit Recht Ambrosia-Pilze führend und auch nutzend angesehen werden.

Bemerkenswert ist, daß diese stark glykogenhaltige Substanz während des gesamten Winters als osmotisch neutral im Mitteldarmlumen gespeichert werden kann. Während der Glykogengehalt des Fettkörpers nach Aussage der Glykogenrektion ziemlich konstant sein dürfte, schwankt er innerhalb des Mitteldarms ganz offensichtlich. Dieses könnte mit der Ausbreitung des Pilzes in der Galle einhergehen. Auch wenn nur weißliches Myzel vorhanden ist, fällt die Glykogenreaktion schwächer aus.

Die Vorgänge während der Verpuppung lassen sich leicht bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren während des Winters beobachten. Bei Zimmertemperatur erfolgt die Verpuppung innerhalb der eingetragenen Gallen nach etwa 14 Tagen. Es zeigt sich, daß die gespeicherten Glykogenmengen des Mitteldarms schon bei ganz jungen Puppen mit Einsetzen der ersten Histolyseprozesse verschwinden und auf diese Weise in den Stoffwechsel eingehen dürften. Die Glykogenspeicherung kann also kaum eine Reserve für den Winter darstellen, sondern scheint mehr Bedeutung für die Metamorphose zu haben, wobei auch an die Ausbildung der Eier zu denken ist, die ja bald nach dem Schlüpfen der Imagines abgelegt werden. Da eine Nahrungsaufnahme bei den Imagines wohl nicht erfolgt - die Mundwerkzeuge sind reduziert -, gewinnt die Glykogenreserve im Mitteldarm weiter an Bedeutung.

Normalerweise suchen sich die Larven zum späteren Schlüpfen die weicheren Stellen der verholzten Galle aus. Sie können sich aber auch durch härteres Material bohren. Es ist die erwachsene Larve, die mit ihrer dreispitzigen starkchitinisierten Spatula sternalis unter Rotieren die Gallwandung durchbohrt. Dabei wird die Gespinströhre weiter bis an die Oberfläche der Galle fortgesponnen und nach außen mit Sekretfäden abgeschlossen. Dieses abschließende Gespinst ist nach außen leicht erhaben und wird regelmäßig durch das braune Bohrmehl getarnt (Abb. 3), das dem Gewebe fest anhaftet. Es wird also offensichtlich mit den klebrigen Sekretfäden verbunden. Nach diesem vorbereitenden Bohren zieht sich die Larve wieder in die Sekretröhre zurück und verpuppt sich dort innerhalb kurzer Zeit. Das Schlüpfen erfolgt nach

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

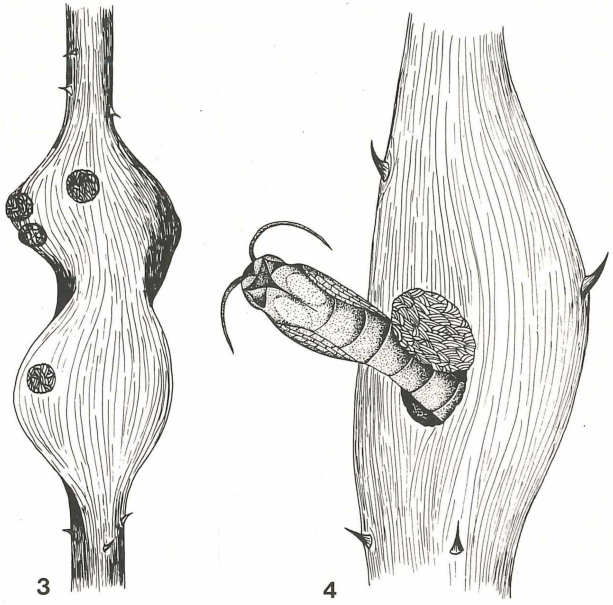

Abb. 3 - 4: Gallen von *Lasioptera rubi* (SCHRANK). 3: Vier übersponnene Bohrlöcher, aus denen Imagines schlüpfen werden; 4: Eine Puppe hat das übersponnene Bohrloch geöffnet, die Puppenhaut ist nach dem Schlüpfen der Imago zurückgeblieben.

etwa einer Woche. Dazu arbeitet sich die Puppe nach außen, durchbricht den Gespinstdeckel und verläßt erst jetzt die Puppenhülle, die als farblose Chitinhaut am Ausgang des Bohrloches zurückbleibt (Abb. 4). Es durchbricht also nicht die Puppe, wie vielfach angenommen wird, die Gallenwand, sondern dieses ist Aufgabe der besser dafür ausgerüsteten erwachsenen Larve.

Abschließend wäre die Frage zu erörtern, wie weit die dargelegten Zusammenhänge etwas aussagen könnten über ursprüngliche bzw. abgeleitete Formen der Ernährung bei Gallmückenlarven. Von MAMAEV (1968) wird Mycetophagie als ursprünglich angesehen, die unter Mischkost (Phytomycetophagie) zur allei-

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

nigen Phytophagie führen soll. Dieser letzteren Ernährung sollen sich die eigentlichen Gallbildner bedienen, zu denen *Lasioptera rubi* zu zählen wäre. Für *Lasioptera rubi* würde sich nun als weiteres Problem ergeben, ob die tatsächlich vorhandene Mycetophagie aus einer früheren phytomycetophagen Phase überkommen ist, oder ob es sich um eine sekundäre Wiederbelebung eines an sich überholten Prinzips handelt. Jüngste Larven der *Lasioptera rubi* scheinen nach den vorliegenden Beobachtungen aber noch rein phytophag zu sein und erst später zur Mycetophagie überzugehen. Da außerdem die Gallbildung sehr früh einsetzt, spricht vieles für die zweite der genannten Möglichkeiten, wie ja das Vorkommen von verpilzten Mückengallen nach wie vor zu den Ausnahmen gehört, aber bezeichnenderweise nur von Gallmückenlarven praktiziert wird.

Etwas weiter gefaßt als bei RICHTER-VOLLERT (1964) läge hier tatsächlich eine Symbiose in statu nascendi vor, deren Bestand noch labil ist, wofür auch das Auftreten verschiedener Pilze sprechen könnte, wie auch deren gelegentliches Fehlen.

Summary

The importance of hyphae of mycelia within mycotic galls caused by gallmidges has been subjekt of discussions for quite a while. The term "Ambrosiamycetes", assumed from conditions found within the family of Scolytidae, seems to be justified by our present investigation.

Literatur

BACCARINI, P.,1893: Sopra un curiosa cecidia della *Capparis spinosa*.— Malpighia, 7:405. Messina.

BACCARINI, P.,1909: Sui Micocecidii od "Ambrosiagallen".— Boll.Soc.bot. ital: S. 137. Florenz.

BUCHNER, P.,1930: Tier und Pflanze in Symbiose.— 2.Auflage Berlin 1930, 900 S.

KAISER, P.,1967: Welche Faktoren sind für die heterogene Fortpflanzung der Gallmücke *Heteropeza* verantwortlich? — Ent.Mitt.Zool.Staatsinst. Zool.Mus.Hamburg, *3* (59):197-199. Hamburg.

KAISER, P.,1969: Welche Bedingungen steuern den Generationswechsel der Gallmücke *Heteropeza* (Diptera: Itonididae)? — Zool.Jb., *75*: 17-40. Jena.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at

MAMAEV, B.M.,1968: Evoljucija galloobrazuješčich nasekomychgallic — (Die Evolution der gallbildenden Gallmücken). — Leningrad 1968: 237 S.

MEYER, J.,1952: Cécidogenèse de la galla de *Lasioptera rubi* HEEGER et rôle nourricier d'un mycélium symbiotique. — C.R.Acad.Sci.Paris, *234:* 2256-2558. Paris.

MÖHN, E.,1968: Cecidomyiidae - (Itonididae). In LINDNER: Die Fliegen der Palaearktischen Region, Lieferung 273, S. 49-96, Stuttgart 1968.

NEGER, F.W.,1908: Ambrosiapilze. — Ber.dtsch.bot.Ges., *26a:* 735-754. Berlin.

NEGER, F.W.,1910: Weitere Beobachtungen an Ambrosiagallen. — Ber.dtsch. bot.ges., *28:* 455-480. Berlin.

RICHTER-VOLLERT, I.,1964 Untersuchungen zur Morphologie und Ökologie von *Asphondylia sarothamni* H.LW.. — Zoologica bibliotheca, *40* (II2) 1-54. Stuttgart.

ROSS, H.,1914: Über verpilzte Mückengallen. — Ber.dtsch.bot.Ges., *32:* 574-597. Berlin.

ROSS, H.,1922: Weitere Beiträge zur Kenntnis der verpilzten Mückengallen. — Z.Pflanzenkrkh., *32:* 83-93. Stuttgart.

ROSS, H.,1932: Praktikum der Gallenkunde. — Berlin, 312 S.

ROSS, H. & H.HEDICKE,1927: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas. — 2. Aufl. Jena 1927.348 S.

Anschrift des Verfassers: Prof.Dr. PETER KAISER, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 2000 Hamburg 13.

Im Selbstverlag des Zoologischen Instituts und Zoologischen Museums der Universität Hamburg

Krause-Druck, 216 Stade

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Kaiser Peter

Artikel/Article: Über die Bedeutung von Pilzhyphen in verpilzten Mückengallen Untersuchungen an Lasioptera rubi (Schrank, 1803) (Diptera, Cecidomyiidae) 41-48