

Beobachtungen zur Larvalentwicklung von *Arachnospila minutula* (Dahlbohm) (Hymenoptera: Pompilidae), ein koinobionter Ectoparasitoid an *Trochosa* sp. (Araneae: Lycosidae)

Hans-Jürgen Thorns

Biologie-Bedarfs-Handel | Westlicher Stadtgraben 50 | 94469 Deggendorf | germany | juergen@biologiebedarf-thorns.de

Zusammenfassung

Es wird die Larvalentwicklung von *Arachnospila minutula* auf Ihrer Wirtspinne *Trochosa* sp. beschrieben. Im Unterschied zu den übrigen deutschen *Arachnospila*-Arten entwickelt sich die Larve als koinobionter Ectoparasitoid, d. h. sie entwickelt sich außen auf der frei laufenden Wirtspinne. Die Larve benötigt nur 8 Tage vom Schlupf aus dem Ei bis zum Bau ihres Verpuppungskokons. Die Wirtspinne mit der Wespenlarve auf ihrem Rücken bleibt währenddessen vital. Sie wird erst ganz zum Schluss von der Wespenlarve getötet. Direkt davor webt sie eine Gespinstkammer für die Verpuppung des Wespenlarve.

Summary

Hans-Jürgen Thomas: Observations about the larval development of *Arachnospila minutula* (Dahlbohm) (Hymenoptera: Pompilidae), a koinobiont Ectoparasitoid on *Trochosa* sp. (Araneae: Lycosidae). The larval development of the spider wasp *Arachnospila minutula* on its host spider *Trochosa* sp. is described. In contrast to remaining *Arachnospila* from Germany the larva is developing as a koinobiont ectoparasit, what means that the larva develops on the free running and not paralysed host spider. The time between hatching out of the egg and cocoon bildung lasts only 8 days. The host spider with the wasp larva on its dorsum shows normal activity until its last day of life. Than it builds a special web chamber for the pupation for its parasitoid and thereafter is finally killed by the wasp larva.

Einleitung

Die allermeisten Pompiliden sind idiobionte Ectoparasiten an Spinnen. Die Weibchen verfrachten eine paralysierte Wirtspinne in eine zuvor angelegte Brutkammer und belegen sie dort mit einem Ei. Die Wespenlarve ernährt sich von der Spinne und verpuppt sich schließlich innerhalb der Brutkammer. Eine Ausnahme bilden einige Arten aus der Gattung *Paracyphononyx* (Gribodo): *P. scapulatus* (Bréthes) (da Silva Souza 2015), *P. africanus* (Radowskowsky) (Grout & Brothers 1982), *P. funereus* (Lepeletier) (Conley 1985) und *P. ruficrus* (Klug) (El-Hennawy 1996). Sie sind koinobionte Ectoparasiten, deren Wirtsspinnen (allesamt Lycosidae) nach der Anheftung des Wespeneies aus der Paralyse erwachen und zunächst mit der aufsitzenden Wespenlarve ihr normales Leben weiterführen. Erst kurz vor dem Ende der Larvalentwicklung tötet die Wespenlarve ihre Wirtspinne und verzehrt sie vollständig. Bei *P. ruficrus* konnte El-Hennawy (1996) sogar eine ganz spezielle Wirt/Parasitoid-Interaktion beobachten: Die bis dahin vitale Spinne legt direkt vor ihrem Tod eine spezielles Gespinst an, in dem die Wespenlarve anschließend ihren Verpuppungskokon baut.

Außerhalb der Gattung *Paracyphononyx* ist bisher bei Pompiliden nur ein einziges Beispiel für eine koinobionte Entwicklung bekannt: Für *Arachnospila minutula* (Dahlbohm) hat Gros 1983 beschrieben, dass sich die Larve ebenfalls auf einer vitalen Wirtspinne *Trochosa* sp. (Araneae, Lycosidae) entwickelt (Gros 1983 zit. Day 1988). Die vorliegende Untersuchung untermauert diese Aussagen und liefert zusätzliche Erkenntnisse zur Wirt/Parasitoid-Beziehung.

Material und Methoden

Ausgangspunkt der Untersuchung war ein mit einem Pompiliden-Ei belegtes adultes Weibchen von *Trochosa* sp. (Araneae: Lycosidae), das am 25.8.2016 in Deggendorf/Bayern/Deutschland gefunden worden war. Die Haltung der Spinne erfolgte in einer runden Dose aus Polystyrol (8 cm Durchmesser, 4 cm hoch) mit einem seitlichen Gaze-Belüftungsfenster ca. 1 x 3 cm. In der Dose befand sich ein gewölbtes Rindenstück ca. 2 x 3 cm als Unterschlupf für die Spinne. Das Zuchtgefäß war in einem Büroraum mit einer nicht kontrollierten Temperatur von 20 bis 24° C und einer Tageslänge von ca. 14 Std. untergebracht. Die Spinne erhielt täglich einen Tropfen Wasser sowie alle 1 bis 2 Tage eine Goldfliege *Lucilia* sp. als Futter.

Nach der Verpuppung der Pompilidae wurde das Zuchtgefäß mit dem unter dem Rindenstück befindlichen Kokon ab 15.10.2016 für 5 Monate den in Mitteleuropa herrschenden Freilandbedingungen ausgesetzt, d. h. mit unregelmäßiger Temperatur von ca. +20° C bis -5° C und zunächst abnehmender und später wieder zunehmender Tageslänge von 8 bis 10 Stunden. Ab 15.3.2017 erfolgte die Unterbringung wieder im Büroraum.

Nach dem Schlupf der Imago wurde diese ebenfalls in einem oben gen. Zuchtgefäß gehalten. Sie wurde täglich mit einem kleinen Stück Apfel sowie einem Tropfen Wasser versorgt. Zur Provozierung einer Eiablage wurde sie mehrfach zusammen mit einer adulten *Trochosa* sp. in ein mit Erde, Kieselsteinen, kleinen Gräsern und Moos eingerichtetes, 40 x 20 x 15 cm großes Terrarium umgesetzt. Nach jeweils ein bis zwei Stunden ohne Eiablage wurde sie daraus wieder entnommen

und bis zum nächsten Tag wieder in ihrem Zuchtgefäß untergebracht..

Die Dokumentation erfolgte mit einer Digicam Nikon Coolpix S230. Die Kamera war mit einem Digiskopie-Adapter an einem Stereomikroskop Euromex Stereo-Blue Bino Zoom montiert. Die Beleuchtung erfolgte mit der mikroskopeigenen Halogenbeleuchtung 12 V 20 W und einer zusätzlichen zweiarmigen Schwannenhalslampe LED 2 x 1 W. Ergänzend kam eine Canon Powershot SX280/HS mit Makrofunktion zum Einsatz.

Ergebnisse

Die am 25.8.2016 gefundene adulte weibliche Wolfsspinne *Trochosa* sp hatte eine Körperlänge von ca. 8 mm. Das ca. 0,5 x 1 mm große Pompiliden-Ei war war schräg seitlich am vorderen Bereich des Opisthosomas angeklebt.

Der Schlupf der Larve erfolgte am 28.8. Die Larve saß an der gleichen Stelle wie zuvor das Ei. In den Folgetagen nahm die Larve kontinuierlich an Größe zu. 5 Tage nach dem Schlupf war sie bereits 5 mm lang. Häutungen konnten nicht beobachtet und dokumentiert werden. Die Wirtsspinne zeigte währenddessen ein normales Verhalten. Sie lief häufig frei im Zuchtgefäß herum, fraß alle ein bis zwei Tage eine Goldfliege und suchte für Ruhephasen die Höhle unter dem gewölbten Rindenstück auf. Es wurde aber zunächst keinerlei Gespinst angelegt.

Dies änderte sich am 6. Tag nach dem Schlupf der Larve: Bereits morgens hatte die Spinne begonnen, unter dem Rindenstück eine Gespinstkammer anzulegen. Zur Kontrolle und Fotografie musste das Rindenstück abgenommen werden. Dabei wurde das Gespinst weitgehend zerstört. Die Larve auf der noch lebenden Spinne war ca. 6 mm lang. Das Rindenstück wurde wieder

über der Spinne plaziert. Diese setzte sofort für ca. 1 Std. die Anlage der Gespinstkammer fort. Danach saß die Spinne bewegungslos innerhalb der Gespinstkammer. Zur weiteren Kontrolle wurde das Rindenstück nachmittags erneut abgenommen und dabei die Gespinstkammer wiederum zerstört. Die Wespenlarve war nunmehr ca 8 mm lang und deutlich dunkler als in den Vortagen gefärbt. Sie hatte ihre Position auf der nunmehr toten Spinne verändert: Der Kopf saß nicht mehr seitlich, sondern mittig auf dem vorderen Bereich des Opisthosomas. Spinne und Wespenlarve wurden nach der Kontrolle erneut mit dem Rindenstück abgedeckt. Am nächsten Morgen hatte die Wespenlarve nochmals erheblich an Größe zugenommen. Sie war ca. 10 mm lang, geradezu unförmig dick und dunkel verfärbt. Sie hatte sich in den Resten der von der Spinne angelegten Gespinstkammer verankert und saugte weiterhin an der inzwischen stark zusammengefallenen Wirtsspinne. Nach einem weiteren Tag war die Spinne vollständig verzehrt einschließlich aller chitinösen Exoskelett-Elemente. Die Wespenlarve hatte bereits mit dem Bau ihres Verpuppungskokons begonnen. Dieser war lose an den Resten der Gespinstkammer und an der Unterseite des Rindenstückes befestigt. Nach einem weiteren Tag war dieser Kokon fertig.

Nach der im Methodenteil beschriebenen Überwinterung des Kokons schlüpfte aus diesem am 13.4.2017 die Wespe. Sie war sehr agil und fraß häufig an den angebotenen Apfelstückchen. Am dritten Tag nach dem Schlupf und an den Folgetagen wurde erfolglos versucht, eine Eiablage herbeizuführen. Nach Einsetzen in das im Methodenteil beschriebene Terrarium lief die Pompilidae pausenlos über den Bodengrund, unterbrochen nur von kurzen Pausen. Dazu gesetzte adulte und subadulte Wirtsspinnen *Trochosa* sp. wurden allerdings komplett ignoriert. Am 21.4. war die Pompilidae verendet.



Abb. 1 + 2: *Trochosa* mit Ei | Ei, Makro 25.8.2016 (Fotos: Thorns)



Abb. 3 + 4: *Trochosa* mit Ei und Beute, 25.8.16 | *Trochosa* mit Larve (1 Tag alt), 29.8.2016 (Fotos: Thorns)



Abb. 5 + 6: Larve (2 Tage alt), 30.8.16 | *Trochosa* mit Larve (3 Tag alt), 31.8.2016 (Fotos: Thorns)



Abb. 7 + 8: Larve (4 Tage alt), 1.9.16 | *Trochosa* mit Larve (5 Tag alt), 2.9.2016 (Fotos: Thorns)



Abb. 9 + 10: *Trochosa vitalis* mit Larve (6 Tage alt), 3.9., 8:11 Uhr | *Trochosa* tot mit Larve, 3.9., 17:46 Uhr (Fotos: Thorns)



Abb. 11 + 12: *Trochosa* im Gespinst, 3.9. 9:38 Uhr | *Trochosa* im Gespinst, 3.9. 11:07 Uhr (Fotos: Thorns)



Abb. 13 + 14: Larve *Trochosa*-Resten, 4.9. | Kokon unfertig, 5.9. (Fotos: Thorns)



Abb. 15 + 16: Kokon fertig, 6.9. | Kokon mit Meconium, 12.9. (Fotos: Thorns)



Abb. 17 + 18: Imago, dorsal, 13.9. | Imago, lateral, 17.9. (Fotos: Thorns)

Diskussion

Die Larvalentwicklung von *Arachnospila minutula* vom Schlupf aus dem Ei bis zum Bau des Verpuppungskokons dauerte in unserer Dokumentation nur 8 Tage. Diese kurze Dauer minimiert für die Wespenlarve das Risiko, während ihrer Entwicklung mitsamt ihrer frei lebenden Wirtspinne von irgendwelchen Prädatoren gefressen zu werden. Die Puppe legt als Anpassung in die Klimabedingungen in Mitteleuropa eine Winter-Diapause ein. Sie benötigt ca. 7 Monate bis zum Schlupf der Imago. Die neotropische *Paracyphononyx scapulatus* benötigt für die Larvalentwicklung dagegen 22 Tage und für die Puppenphase zwischen Kokonbau und Schlupf der Imago 32 Tage (da Silva Souza 2015).

Die hier beobachtete Anlage eines speziellen „Verpuppungsgespinstes“ durch die bis dahin vitale Wirtspinne direkt vor Ihrem Tod ist bei Parasitoiden innerhalb der Pompilidae bisher nur bei einer einzigen weiteren Art beschrieben worden: Die Larve von *Paracyphononyx ruficrus* veranlasst ihre Wirtspinne *Lycosa?* sp., einen speziellen Gespinstkokon zu bauen, innerhalb dessen die Wespenlarve dann die Spinne frisst und sich einen eigenen Verpuppungskokon baut (El-Hennawy 1996). Bei Wirtsspinnen von *Pompilius cinereus* hat Day (1981) zwar eine auf den ersten Blick ähnliche Spinnaktivität beobachtet (Day 1981). *Pompilius cinereus* ist allerdings idiobiont. Sie trägt die paralysierten Wirtsspinnen in zuvor angelegte Brutkammern ein. Diese Brutkammern werden dann von den Wirtsspinnen bei (temporär?) abklingender Paralyse mit Spinnseide ausgekleidet (Day 1981). Dies ist aber sicher nicht direkt vergleichbar mit den oben genannten, von der vitalen Wirtspinne eigenständig erstellten „Verpuppungsgespinsten“, für den Kokonbau der Parasitoidenlarve.

Derartige Interaktionen zwischen Pompiliden und ihren Wirtsspinnen wurden in der Folge erstaunlich wenig beobachtet. Dagegen sind vergleichbare Interaktionen zwischen Ichneumonidae des Tribus Polysphinctini und ihren Wirtsspinnen seit einigen Jahren in den Focus der Öffentlichkeit gelangt. Bei zahlreichen Polysphinctini konstruieren die Wirtsspinnen kurz vor ihrem Tod unter dem Einfluss der auf ihr sitzenden Parasitoidenlarve ein spezielles „Verpuppungsnetz“, in dem diese nach dem Töten und Verzehren der Spinne ihren Verpuppungskokon befestigt. Eberhard (2001) beschreibt ausführlich den Einfluss der Ichneumonidae *Hymenoepimecis argyraphaga* (Gauld 2000) auf das Netzbau-Verhalten ihrer Wirtspinne *Plesiometa argyra* (Walckenaer 1842). Ähnliche Zusammenhänge sind seitdem für viele weitere Polysphinctini-Arten

beschrieben worden. (Matsumoto (2016) gibt hierzu eine gute Übersicht. Zahlreiche nichtwissenschaftliche Medien berichteten über dieses Phänomen, häufig mit dem plakativen Begriff „Zombie spider“, sogar THE NEW YORK TIMES (Frank & Gorman 2015) und DER SPIEGEL (2016).

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Christian Schmid-Egger für die Bestimmung der Pompilidae sowie für die redaktionelle Überarbeitung des Manuskriptes.

Literatur

- Conley, R. C. (1985): Predation versus resource limitation in survival of adult burrowing wolf spiders (Araneae, Lycosidae). *Oecologia* 67: 71–75.
- da Silva Souza, H. (2015): *Paracyphononyx scapulatus* (Hymenoptera, Pompilidae), a koinobiont ectoparasitoid of *Trochosa* sp. (Araneae, Lycosidae). *Journal of Hymenoptera Research* 46: 165–172.
- Day, M. C. (1981): A Revision of *Pompilius* Fabricius (Hymenoptera: Pompilidae) with further nomenclatural and biological considerations. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Entomology 42: 1–42.
- Day, M. C. (1988): Spider Wasps, Hymenoptera Pompilidae. In: *Handbook for the Identification of British Insects*, Vol 6., Part 4, 60 pp.
- Der Spiegel (2016) Sklave der Parasiten / Dressierte Spinnen. DER SPIEGEL 2016 (35), 106–107. <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-146501161.html>
- Eberhard, W. G. (2001): Under the influence: Webs and building behaviour of *Plesiometa argyra* (Araneae, Tetragnathidae) when parasitized by *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera, Ichneumonidae). *The Journal of Arachnology* 29: 354–366.
- El-Hennawy, H.K. (1996): A spider (*Lycosa?* sp.) (Araneida: Lycosidae) providing a shelter for its predator *Paracyphononyx ruficrus* (Klug, 1834) (Hymenoptera, Pompilidae). *Revue Suisse de Zoologie* 1: 185–188.
- Frank, D., Gorman, J. (2015): Zombie Spiders / Science Take / *The New York Times* <https://www.youtube.com/watch?v=bHuHweuldY>
- Grout, T. G., Brothers, D. J. (1982): Behaviour of a parasitic pompilid wasp (Hymenoptera). *Journal of the Entomological Society of South Africa* 45: 217–220.
- Matsumoto, R. (2016): Molecular phylogeny and systematics of the *Polysphincta* group of genera (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae). *Systematic Entomology* 41: 854–864.