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

Arachnologische Mitteilungen 44: 1-6 Nürnberg, Dezember 2012

Beobachtungen zur Parasitierung von Radnetzspinnen (Araneidae) durch *Polysphincta rufipes* (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Marcus Schmitt, Daniela Richter, Daniel Göbel & Kees Zwakhals

doi: 10.5431/aramit4401

Abstract: Observations on the parasitation of orb-weaving spiders (Araneidae) by *Polysphincta rufipes* (Hymenoptera: Ichneumonidae). We found the ichneumonid *Polysphincta rufipes* Gravenhorst, 1829 (tribus Polysphinctini) to be a koinobiont parasitoid of two species of araneid orb-weavers, *Larinioides sclopetarius* and *Zygiella x-notata*, in Central Europe. Some notes on the biology of *P. rufipes* are given, based on observations both in the field and in the laboratory. The wasps directly attack non-adult spiders sitting in the hubs of their webs. Parasitized spiders could be found from, at least, August to early December. The duration of the development of the wasp larvae, including the pupal stage, is about two months. It seems conceivable that at the end of the larval stage the larva somehow manipulates its host spider; i.e. the spider is forced to enter its retreat – a safe place where the larva can kill the host, complete its development and spin a cocoon for pupation (pupa libera).

Key words: *Larinioides sclopetarius*, Pimplinae, Polyshinctini, spider parasitoid, *Zygiella x-notata*

Bekanntlich zählen mehr oder minder spezialisierte Parasitoide, darunter Fliegen (Diptera: z.B. Acroceridae), vor allem aber Wespen (Hymenoptera: z.B. Ichneumonidae, Pompilidae, Sphecidae) zu den wichtigsten Feinden der Spinnen (COVILLE 1987, SCHLINGER 1987, FOELIX 1992, SHAW 1998). Über den Lebenszyklus dieser spezialisierten Spinnenfeinde ist aber nach wie vor nur wenig bekannt, selbst im Falle relativ gut erforschter Gattungen (GONZAGA & SOBCZAC 2007).

Während einer Untersuchung zur Ernährung der Brückenspinne (*Larinioides sclopetarius*; GÖBEL 2010, RICHTER 2010) bemerkten wir, dass die Spinnen gelegentlich von schwarz-roten Schlupfwespen attakkiert wurden. Außerdem fanden wir einige Individuen der Brückenspinne und auch der Sektorspinne *Zygiella x-notata*, mit auf dem Opisthosoma aufsitzender Insektenlarve. Sie wurden für weitere Beobachtungen ins Labor gebracht.

Die vorliegende Arbeit präsentiert Notizen zur Biologie einer Schlupfwespenart, die als Parasitoid von Radnetzspinnen (Araneidae) lebt.

Material und Methoden

Schlupfwespen in verschiedenen Entwicklungsstadien bzw. parasitierte Spinnen beider Arten wurden von Juli bis Dezember 2009 und noch einmal im August 2010 an drei verschiedenen gewässernahen Orten beobachtet und zum Teil auch eingesammelt: in Essen (Nordrhein-Westfalen) am Rhein-Herne-Kanal im Stadthafen (TK25 4407, 51°30'N, 6°58'E,

Abb. 1: Angriff von *Polysphincta rufipes* auf eine juvenile Brückenspinne (Foto: M. Schmitt)

Fig. 1: *Polysphincta rufipes* attacking a juvenile bridge spider (Photo: M. Schmitt)

Dr. Marcus SCHMITT, Daniela RICHTER, Daniel GÖBEL, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Allgemeine Zoologie, Universitätsstraße 5, 45117 Essen, Germany
E-Mail: marcus.schmitt@uni-due.de
Kees ZWAKHALS, Dr. Dreeslaan 204, NL-4241 CM Arkel, Netherlands
E-mail: keeszwakhals@yahoo.com

eingereicht: 7.11.2011, akzeptiert: 14.2.2012; online verfügbar: 25.4.2012

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

Tab. 1: Daten von Schlupfwespen und parasitierten Spinnen. Die Imagines wurden bei Attacken auf ihre Wirtsspinnen gefangen. Die Larven und Puppen entwickelten sich im Terrarium zu Vollinsekten. Als Beginn des Puppenstadiums haben wir den Tag festgelegt, an dem die Larve den Bau des Kokons abschloss. Die Körperlängen der weiblichen Wespen verstehen sich ohne Legebohrer.
Legende: Datum = Sammeldatum; Ort = Sammelort, E = Essen; Stadium = Stadium der Schlupfwespe am Sammeltermin; Wirt = Wirtsart (Körperlänge am Sammeltermin in mm), L.s. = *L. sclopetarius*, Z.x. = *Z. x-notata*; Puppe / Schlupf = Verpuppungstermin / Schlupf der Imago; Geschlecht = Geschlecht der Imago (Körperlänge in mm)

Tab.1: Data for the parasitic wasps and parasitized spiders. Imagines were captured while attacking the host spiders. Larvae and pupae developed into adult wasps in the terrarium. The start of the pupal stage was defined as the day the larva finished its cocoon. The body sizes of the female wasps are given excluding the ovipositor.
Legend: Datum = date of collection; Ort = collection site, E = Essen; Stadium = life stage of the ichneumonid at date of collection; Wirt = host species (body length at date of collection), L.s. = *L. sclopetarius*, Z.x. = *Z. x-notata*; Puppe / Schlupf = date of pupation / emergence of the imago; Geschlecht = sex of the imago (body length in mm)

Nr.	Datum	Ort	Stadium	Wirt	Puppe / Schlupf	Geschlecht
1	13.07.09	E-Kettwig	Imago	L.s. (4)	-	♀ (8,1)
2	25.08.09	E-Kettwig	Imago	Z.x. (5)	-	♀ (6,0)
3	25.08.09	E-Kettwig	Larve	Z.x. (4,5)	29.8.09 / 7.9.09	♀ (7,0)
4	08.09.09	E-Kettwig	Larve	L.s. (5)	11.9.09 / 23.9.09	♀ (5,9)
5	12.10.09	E-Kettwig	Larve	L.s. (3)	15.10.09 / 28.10.09	♂ (5,5)
6	01.12.09	E-Kettwig	Puppe	-	unbekannt / 12.12.09	♂ (5,5)
7	03.12.09	E, Stadthafen	Larve	L.s. (3,5)	26.1.10 / 10.2.10	♀ (9,0)
8	04.08.10	Burgstädt	Imago	L.s. (4,5)	-	♀ (7,5)
9	06.08.10	Burgstädt	Puppe	-	unbekannt / 16.8.10	♀ (7,2)

31 m NN) sowie an der Ruhr im südlichen Stadtteil Kettwig (TK25 4607, 51°21'N, 6°56'E, 43 m NN), außerdem in Burgstädt, Sachsen, am Brausebach und der Zwickauer Mulde (TK25 5042, 50°55'N, 12°48'E, 280 m NN) (vgl. Tab. 1). Imagines wurden vor Ort in Ethanol (70%) überführt, parasitierte Spinnen, wie auch zwei Puppenkokons, dagegen in Terrarien (30 x 20 x 20 cm) gebracht. Der Fortgang der Parasitierung wurde dann bei Zimmertemperatur beobachtet. Dabei wurden die Spinnen ad libitum mit Taufliegen (*Drosophila*) und Wasser versorgt. Die Endphase der Parasitierung wurde in einem Fall über 40,5 Stunden als Videofilm aufgezeichnet. Alle geschlüpften Imagines wurden einige Tage oder Wochen im Terrarium belassen, mit Wasser und Honiglösung ernährt und nach dem Tod für die Artdetermination in Ethanol (70%) konserviert. Die Körperlängen wurden mit einem Lineal (Spinnen) bzw. mit einem Okularmikrometer (Wespenimagines) gemessen.

Ergebnisse

Am 13.7.2009 beobachteten wir in Essen-Kettwig während der Abenddämmerung den ersten Übergriff einer Schlupfwespe auf eine Brückenspinne (Abb. 1). Am 25.8. desselben Jahres gegen 22.30 Uhr konnten wir an derselben Stelle kurz vor Einbruch der Nacht eine zweite Attacke feststellen, diesmal auf eine Sektorspinne (beide Wespen wurden eingesammelt). Weitere drei Attacken verzeichneten wir in Burgstädt jeweils vormittags gegen 11 Uhr im August 2009 sowie im Juli und August 2010, dabei wurde eine Wespe eingefangen. Alle attackierten oder bereits parasitiert vorgefundenen Wirtsspinnen waren juvenil und wiesen eine Körperlänge von 3 bis 5 mm auf. Adulte Schlupfwespen sahen wir im Herbst nicht mehr, Wespenpuppen und Larven stellten wir dagegen noch Anfang Dezember fest (siehe Tab. 1).

Bei sechs in nichtadultem Stadium aufgesammelten Parasitoiden (vier Larven, zwei Puppen) gelang es, sie bis zum Schlupf der Imago im Terrarium zu halten. Alle gefangenen Wespen und Laborzuchten wurden als Individuen der Art *Polysphincta rufipes* Gravenhorst, 1829 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Tribus Polysphinctini) identifiziert (leg. Richter & Göbel, det. et coll. Zwakhals). Der Artname ist gültig nach Yu & Horstmann (1997). Insgesamt waren es sieben Weibchen (mittlere Körperlänge in mm±SD: 7,2±1,1) und zwei Männchen (jeweils 5,5 mm). Ein Wespenmännchen hatte sich aus einer Larve an einer auffallend kleinen Wirtsspinne (3 mm) entwickelt (das andere Männchen war als Puppe eingesammelt worden). Detaillierte Beobachtungsdaten zur Parasitierung sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Bei zwei im Freiland (Burgstädt) beobachteten Attacken konnten die Schlupfwespen nicht eingefangen werden; die sichtbaren morphologischen Merkmale sprachen jedoch nicht gegen *P. rufipes*.

Wenn eine Wespe ihren Übergriff auf eine Spinne startet, fliegt sie ihr Opfer direkt an, paralysiert es durch einen Stich mit dem Ovipositor und legt das Ei auf den vorderen Bereich des Opisthosomarückens, wo im weiteren Verlauf auch die Larve sitzt.

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

Die Paralyse hält einige Minuten an, danach ist die Spinne wieder voll beweglich und kann auch Beute machen. Die Schlupfwespenlarven fertigen am Ende ihrer Entwicklungszeit in der Retraite (nicht aber im Fangnetz) ihrer nun aufgezehrten Wirtsspinne einen Kokon für die Puppenphase an, worin sie dann als freie Puppe (Pupa libera; Abb. 3) liegen. Unter Laborbedingungen dauerte dies etwa 10-14 Tage (vgl. Tab. 1). Zwei unserer sechs im Terrarium geschlüpften Imagines lebten nach Darreichung von Honigwasser noch 22 bzw. 25 Tage, bevor sie starben und konserviert wurden (die ungefütterten lebten höchstens 10 Tage).

Beispielhaft sei hier die Entwicklungszeit der Larve unter Laborbedingungen angegeben, die mit ihrer 3,5 mm langen Wirtsspinne am 3.12.2009 eingesammelt worden war (Tab.1, Nr. 7). Die Larve war zu diesem Zeitpunkt mit bloßem Auge kaum erkennbar (Körperlänge < 1 mm). Nach 41 Tagen konnten wir eine Häutung der Spinne feststellen. Zum Zeitpunkt der Ecdysis ihres Wirtstieres war die Schlupfwespenlarve noch immer sehr klein (< 2 mm). Die Larvalzeit endete nach 54 Tagen mit der Tötung ihrer inzwischen auf 6,5-7 mm Körperlänge angewachsenen Wirtsspinne und der anschließenden Errichtung eines Puppengespinstes. Der Schlupf der 9 mm langen Imago aus dem Puppenkokon am 10.2.2010 beendete somit eine Larval- und Puppenzeit von mindestens 70 Tagen. Die Auswertung der Videoaufzeichnung von den Aktivitäten der zunächst noch aufsitzenden Larve kurz vor der Verpuppung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Abb. 2: Brückenspinne mit Wespenlarve kurz vor dem Ende der Larvalentwicklung (im Terrarium) (Foto: D. Richter)

Fig. 2: Bridge spider with wasp larva shortly before the end of the larval development (in the terrarium) (Photo: D. Richter)

Diskussion

Nachdem die weibliche Schlupfwespe an der zuvor nur vorübergehend paralysierten Wirtsspinne ein Ei befestigt hat, setzt die Spinne ihren normalen Lebenszyklus zunächst fort, kann Beute machen und sich sogar häuten, bis sie schließlich von der Wespenlarve getötet und ausgesaugt wird. *Polysphincta rufipes* ist demnach ein koinobionter Parasitioid.

Die Erforschung der Spinnenparasitoiden unter den Schlupfwespen (Ichneumonidae), die zum *Polysphincta*-Gattungskomplex

Abb. 3: Puppe von *P. rufipes* in selbstgesponnenem Kokon im Schlupfwinkel der Wirtsspinne im Freiland (Essen-Kettwig, 1.12.2009). Reste der aufgezehrten Brückenspinne sind links erkennbar (Foto: D. Richter)

Fig. 3: Pupa of *P. rufipes* in its self-spun cocoon situated in the host spider's retreat. The photograph was taken on location in Essen-Kettwig on December 1, 2009. On the left the remains of the spider are recognizable (Photo: D. Richter)

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

Tab. 2: Verhalten von Wirtsspinne (*L. sclopetarius*) und Wespenlarve (Nr. 7 aus Tab. 1) im Endstadium der Parasitierung.

Tab. 2: Behaviour of host spider (*L. sclopetarius*) and wasp larva (No. 7 from Tab. 1) at the final stage of the parasitic phase.

Datum, Uhrzeit	Vorgang
25.1.2010 ab 22:39 Uhr (Beginn des Videoprotokolls)	Spinne unruhig, häufige Ortswechsel auf den Wänden des Terrariums, Larve auf dem Opisthosoma bewegt sich merklich (die Bewegungen der Spinne folgen aber nicht unmittelbar den Regungen der Larve), Larvenhaut deutlich glänzend (siehe Abb. 2)
26.1.2010 0:56 Uhr (nach 2 h 17 min)	Häutung der Larve auf dem Opisthosoma, dabei deutliche Ausstülpungen auf der Larvenhaut erkennbar, Kopfkapsel hell
1:22 Uhr (nach 2 h 43 min)	Spinne ergreift vorbeikrabbelnde Futterfliege (*Drosophila*) und beginnt mit dem Fressakt
1:42 Uhr (nach 3 h 3 min)	Unvermittelter Ortswechsel der Spinne, die in ihren Schlupfwinkel wechselt und dabei die tote aber noch fast unversehrte Drosophila fallen lässt
3:00-16:45 Uhr (nach 4 h 21 min bis 18 h 6 min)	Die vormalig helle Kopfkapsel der Larve ist dunkel; die Larve setzt nun wiederholt ihre Kopfkapsel an verschiedenen ausschließlich ventralen Stellen des Opisthosomas an und lässt deutliche peristaltische Bewegungen erkennen (Fressakt), dabei nimmt sie erkennbar an Größe zu (vor allem im Zeitraum bis 9 Uhr); die Spinne verharrt, von einzelnen Zuckungen abgesehen, reglos
16:45 Uhr (nach 18 h 6 min)	Larve löst unter ruckartigen Bewegungen ihren Hinterleib von der Spinne ab
16:45-17:30 Uhr (nach 18 h 6 min bis 18 h 51 min)	Larve verbleibt bei der Spinne, hält sich dabei mit dorsalen Ausstülpungen an den umgebenden Spinnfäden fest, setzt zunächst noch einige Male ihre Kopfkapsel am Hinterleib der Spinne an
26.1.-27.1.2010 17:30-15:11 Uhr (nach 18 h 51 min bis 40 h 32 min)	Larve fertigt mit webenden Bewegungen ihrer Kopfkapsel unmittelbar neben der Wirtsspinne einen Kokon an, Opisthosoma des relativ großen Wirtes nicht völlig entleert
15:11 Uhr (nach 40 h 32 min) (Ende des Videoprotokolls)	Beginn der Ruhephase
30.1.2011	Larve hat schwarzen Kot abgesetzt
6.2.2011	Pupa libera deutlich gedunkelt
9.2.2010, 9:30 Uhr	Wespe im Kokon gut erkennbar
10.2.2010, 14:00 Uhr	Imago (♀) setzt weißen Kot ab und schlüpft aus dem Kokon

zählen, erfuhr ihren ersten großen Schub durch die grundlegenden und umfangreichen Arbeiten von NIELSEN (1923, 1937). In jüngerer Zeit sind viele Publikationen über Polysphinctini erschienen (z.B. FINCKE et al. 1990, HE & YE 1999, GAULD et al. 2002, GONZAGA & SOBCZAK 2007, MATSUMOTO & KONISHI 2007, BARRANTES et al. 2008) darunter auch einige aus Europa (FINCH 2005, ZWAKHALS 2006, FRITZÉN 2010). Indes ist das Wissen über die Polysphinctini auch in grundlegenden Fragen noch immer lückenhaft. So sind zwar die Imagines häufig morphologisch erfasst, Fragen nach der Lebensweise oder den Wirtsarten blieben bislang jedoch oft ohne Antwort (GAULD & DUBOIS 2006).

Aus unseren Beobachtungen geht hervor, dass *P. rufipes* offenbar keine strenge Saisonalität einhält. Wir fanden Larven sowohl im Hochsommer als auch im Winter (im Frühjahr und Frühsommer haben wir nicht untersucht). Dieser Befund deckt sich mit der ebenfalls großen phänologischen Plastizität von *L. sclopetarius*. Brückenspinnen verschiedener Altersstadien sind ganzjährig anzutreffen, wenn auch die Populationen ihre Maxima im Sommer erreichen (SCHMITT & NIODUSCHEWSKI 2007, KLEINTEICH 2010). Die tageszeitliche Aktivität von *P. rufipes* ist ebenfalls breit gefächert. Attacken während der Dämmerung gab es ebenso wie am Vormittag. *Larinioides sclopetarius* ist zwar mehrheitlich nachtaktiv

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

(KLEINTEICH 2010). Allerdings sind Jungtiere oft auch tagsüber im Fangnetz anzutreffen (RICHTER 2010), und nur juvenile Individuen wurden von *P. rufipes* attackiert. Die Körperlänge der im Freiland vorgefundenen parasitierten Spinnen übertraf nie 5 mm (Adulti von *L. sclopetarius* werden bis 13 mm, von *Z. x-notata* um die 10 mm groß, BELLMANN 2006). Eine Laborspinne maß nach einer Häutung während der Parasitierungsphase schließlich 7 mm, bevor die Larve sie tötete. Eventuell handelte es sich dabei um ein Haltungsartefakt aufgrund von Zimmertemperatur und reichlicher Fütterung (an ihr entwickelte sich eine sehr große, 9 mm lange Wespe).

Einige Ichneumonidae weisen eine strikte Wirtsspezifität, Stenoxenie, auf (JORDAN 1998). Möglicherweise ist diese zumindest regional auch bei Polysphinctini anzutreffen (FRITZÉN 2010). Innerhalb der Polysphinctini kann es aber auch vorkommen, dass eine Schlupfwespenart mehrere miteinander verwandte Spinnenarten als Wirte nutzt (SHAW 1994, BARRANTES et al. 2008). Auch *P. rufipes* ist nicht monophag. Die von uns bestätigten Wirtsarten *L. sclopetarius* und *Z. x-notata* zählen allerdings beide zu den Araneidae (PLATNICK 2011), fertigen Radnetze und ähneln sich in Lebensweise und Habitatwahl (BELLMANN 2006). Ihr syntopisches Vorkommen erklärt sicher, weshalb sie beide von *P. rufipes* befallen werden. Laut SHAW (1994, 1998) werden auch *Araneus diadematus* und *L. cornutus* (beide Araneidae) von *P. rufipes* befallen. SHAW (1994) weist im Übrigen darauf hin, dass Polysphinctini in älteren Studien häufig falsche Wirtsarten zugeordnet worden sind. Die Literaturangaben seien daher oft irreführend.

Manche Polysphinctini manipulieren das Verhalten ihrer Wirte, indem die Larven die Spinnen zum Ende der Parasitierung, offenbar mittels chemischer Botenstoffe, „zwingen", spezielle Gespinste anzufertigen, die dann eine geschützte Verpuppung erlauben (EBERHARD 2000, 2001, 2010a, 2010b). Dergleichen konnten wir bei *P. rufipes* nicht finden, vermutlich weil die Larve ihren Verpuppungskokon in der ohnehin vorhandenen Retraite der Spinne spinnt. Dennoch könnte ein unmittelbar wirksamer Einfluss der Wespenlarve auf das Verhalten ihrer Wirtsspinne bestehen: Noch nach der letzten Häutung der aufsitzenden Larve machte die von uns per Video beobachtete Spinne Beute (*Drosophila*), begab sich dann aber (ca. 20 Minuten später) unerwartet vom Fangort in ihren Schlupfwinkel und ließ dabei die nicht völlig ausgesaugte Fruchtfliege fallen. In der Retraite wurde die Spinne dann von der Wespenlarve ausgesaugt und getötet (Tab. 2). Dieser plötzliche Rückzug während des Fressaktes sowie das Fallenlassen der nicht völlig konsumierten Beute könnte durch die Larve induziert worden sein, um für die letzte Phase der Parasitierung (Aussaugen der Wirtsspinne, anschließende Verpuppung) ein sicheres Refugium zu erreichen. Auch im Freiland fanden wir Puppen in oder an der Retraite der Spinne (Abb. 3).

Wir wissen nicht genau, wie der Abblöseprozess der Larve von der Spinne am Ende der Entwicklung funktioniert. Gemäß NIELSEN (1923) besitzt die Larve an ihrem caudalen Ende eine „Gabel" mit der sie am Wirt fixiert ist und auch dessen Häutungen übersteht. Die Nahrungsaufnahme erfolgt allerdings nicht darüber oder über eine andere „Dauerverbindung", sondern mit den Mundwerkzeugen und somit durch ein wiederholtes Beißen und Saugen in das weichhäutige Opisthosoma ihres Wirtes. Dabei bevorzugt die Larve gegen Ende der Parasitierung die Ventralseite des Hinterleibs der Spinne, wo Spinnwarzen, After und Stigmen möglicherweise einen leichteren Zugang zur Hämolymphe und dem Weichgewebe bieten.

Viele Fragen bleiben bis auf weiteres offen, etwa nach der Parasitierungsrate innerhalb der Spinnenpopulation oder der vollständigen Flugzeit von *P. rufipes* im Jahresverlauf. Die Tatsache, dass sich auch im Winter (Dezember) Larven wie Puppen finden lassen (Tab. 1, Nr. 6 und 7), deutet darauf hin, dass frisch geschlüpfte *Polysphincta*-Weibchen bereits im Frühjahr auf die Suche nach jungen Spinnen gehen könnten.

Danksagung

Die Autoren danken Oliver-D. Finch und zwei anonymen Gutachtern des Manuskripts für einige wertvolle Hinweise und Korrekturen.

Literatur

BARRANTES G., W.G. EBERHARD & J.L. WENG (2008): Seasonal patterns of parasitism of the tropical spiders *Theridion evexum* (Araneae, Theridiidae) and *Allocyclosa bifurca* (Araneae, Araneidae) by the wasps *Zatypota petronae* and *Polysphincta gutfreundi* (Hymenoptera, Ichneumonidae). – Revista de Biología Tropical 56: 749-754

BELLMANN H. (2006): Kosmos-Atlas Spinnentiere Europas. 3. Aufl. Franckh-Kosmos, Stuttgart. 304 S.

COVILLE R.E. (1987). Spider-hunting sphecid wasps. In: NENTWIG W. (Hrsg.): Ecophysiology of spiders. Springer-Verlag, Berlin. S. 309-318

EBERHARD W.G. (2000): The natural history and behavior of *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plesiometa argyra* (Araneae,

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

Tetragnathidae). – Journal of Hymenoptera Research 9: 220-240

EBERHARD W.G. (2001): Under the influence: webs and building behavior of *Plesiometa argyra* (Araneae, Tetragnathidae) when parasitized by *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera, Ichneumonidae). – Journal of Arachnology 29: 354-366 – doi: 10.1636/0161-8202(2001)029[0354:UTIWAB]2.0.CO;2

EBERHARD W.G. (2010a): Recovery of spiders from the effects of parasitic wasps: Implications for fine-tuned mechanisms of manipulation. – Animal Behaviour 79: 375-383 – doi: 10.1016/j.anbehav.2009.10.033

EBERHARD W.G. (2010b): New types of behavioral manipulation of host spiders by a parasitoid wasp. – Psyche Article ID 950614: 1-4 – doi: 10.1155/2010/950614

FINCH O.D. (2005): The parasitoid complex and parasitoid-induced mortality of spiders (Araneae) in a Central European woodland. – Journal of Natural History 39: 2339-2354 – doi: 10.1080/00222930502005720

FINCKE O.M., L. HIGGINS & E. ROJAS (1990): Parasitism of *Nephila clavipes* (Araneae, Tetragnathidae) by an ichneumonid (Hymenoptera, Polysphinctini) in Panama. – Journal of Arachnology 18: 321-329

FOELIX R.F. (1992): Biologie der Spinnen. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart. 331 S.

FRITZÉN N.R. (2010): Natural history and description of *Zatypota kerstinae* sp. nov. (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared from *Theridion palmgreni* Marusik et Tsellarius (Araneae: Theridiidae) in Finland. – Zootaxa 2487: 52-60

GAULD I.D. & J. DUBOIS (2006). Phylogeny of the *Polysphincta* group of genera (Hymenoptera: Ichneumonidae, Pimplinae): a taxonomic revision of spider ectoparasitoids. – Systematic Entomology 31: 529-564 – doi: 10.1111/j.1365-3113.2006.00334.x

GAULD I.D., D. WAHL & G.R. BROAD (2002): The suprageneric groups of the Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae): a cladistic re-evaluation and evolutionary biological study. – Zoological Journal of the Linnean Society 136: 421-485 – doi: 10.1046/j.1096-3642.2002.00031.x

GÖBEL D. (2010): Nahrungsökologische Untersuchung der Brückenspinne in anthropogenen Lebensräumen Essens. Unveröfffentlichte schriftliche Examensarbeit für das Lehramt der Sekundarstufe I und II, Universität Duisburg-Essen, Abteilung für Allgemeine Zoologie. 65 S.

GONZAGA M.O. & J.F. SOBCZAK (2007): Parasitoid-induced mortality of *Araneus omnicolor* (Araneae, Araneidae) by *Hymenoepimecis* sp. (Hymenoptera, Ichneunomidae) in southeastern Brazil. – Naturwissenschaften 94: 223-227 – doi: 10.1007/s00114-006-0177-z

HE J. & S. YE (1999): A new genus of Polysphinctini (Ichneumonidae) from China. – Entomologia Sinica 6: 8-10 – doi: 10.1111/j.1744-7917.1999.tb00003.x

JORDAN T. (1998): *Tersilochus curvator* Horstmann und *Tersilochus* sp. n. (Ichneumonidae, Tersilochinae), neue Parasitoiden der an Birken minierenden Trugmotten (Lepidoptera, Eriocraniidae). – Bonner zoologische Beiträge 47: 411-419

KLEINTEICH A. (2010): Life history of the bridge spider, *Larinioides sclopetarius* (Clerck, 1757). Dissertation, Universität Hamburg, Zoologisches Institut. 100 S.

MATSUMOTO R. & K. KONISHI (2007): Life histories of two ichneumonid parasitoids of *Cyclosa octotuberculata* (Araneae): *Reclinervellus tuberculatus* (Uchida) and its new sympatric congener (Hymenoptera: Ichneumonidae: Pimplinae). – Entomological Science 10: 267-278 – doi: 10.1111/j.1479-8298.2007.00223.x

NIELSEN E. (1923): Contribution to the life history of the Pimpline spider parasites (Polysphincta, *Zaglyptus*, *Tromatobia*). – Entomologiske Meddelelser 14: 137-205

NIELSEN E. (1937): A fourth supplementary note upon the life histories of Polysphinctas (Hym., Ichneum.). – Entomologiske Meddelelser 20: 25-28

PLATNICK N.I. (2011): The world spider catalog, version 12.0. American Museum of Natural History. – Internet: http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog (Zugriff am 15.10.2011)

RICHTER D. (2010): Die Beute der Radnetzspinne *Larinioides sclopetarius* an drei wassernahen Standorten in Duisburg und Essen. Unveröffentlichte schriftliche Examensarbeit für das Lehramt an Grundschulen, Universität Duisburg-Essen, Abteilung für Allgemeine Zoologie. 91 S.

SCHLINGER E.I. (1987): The biology of Acroceridae (Diptera): True endoparasites of spiders. In: NENTWIG W. (Hrsg.): Ecophysiology of spiders. Springer-Verlag, Berlin. S. 319-327

SCHMITT M. & A. NIODUSCHEWSKI (2007): Ein Beitrag zur Phänologie von *Larinioides sclopetarius* (Araneae: Araneidae). – Arachnologische Mitteilungen 34: 9-15. – doi: 10.5431/aramit3403

SHAW M.R. (1994): Parasitoid host ranges. In: HAWKINS B.A. & W. SHEEHAN (Hrsg.): Parasitoid community ecology. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokio. 111-144

SHAW M.R. (1998): Hyménoptères européens en particulier les Polysphinctini dont les larves se nourrissent d'araignées. – Connaissance des Invertébratés, Serie Arachnides 3: 14-40

YU D.S. & K. HORSTMANN (1997): A catalogue of world Ichneumonidae (Hymenoptera). – Memoirs of the American Entomological Institute 58: 1-1558

ZWAKHALS K. (2006): The European species of the genera *Zatypota* and *Sinarachna* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Pimplinae, Polysphinctini). – Entomologische Berichten 66: 34-37

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arachnologische Mitteilungen

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 44

Autor(en)/Author(s): Schmitt Marcus [Markus], Richter Daniela, Göbel Daniel, Zwakhals Kees

Artikel/Article: Beobachtungen zur Parasitierung von Radnetzspinnen (Araneidae) durch Polysphincta rufipes (Hymenoptera: Ichneumonidae) 1-6