

Anfangsphase, d.h. sie entnimmt der Wirtshämolymphe nur wenig Nährstoffe.

Der Parasit übernimmt das Regiment. Etwa nach zehn Tagen erfolgt die Häutung zum zweiten Larvenstadium. Rund 80% der Volumenzunahme im Larvenwachstum findet in den letzten drei Tagen der endoparasitischen Entwicklung statt. In dieser Phase übernimmt die Larve, die sich auch in ihrer Gestalt dramatisch verändert hat, die steuernde Manipulation des Wirts. In der Kopfkapsel z.B. werden die Mandibeln (Kiefer, Mundwerkzeuge bei Arthropoden), die die Larve zum Schlüpfen aus dem Parasitoidenei eingesetzt hat, ersetzt bzw. umgeformt zu einem Saugapparat zur Nahrungsaufnahme. Die Larven entwickeln sekretorische Organe, mit deren Sekreten sie die Steuerung der Wirtsraupe übernehmen. So hatten REED & BROWN (1998) bereits in Studien einer anderen Brackwespe (*Chelonus*) gezeigt, dass diese durch Produktion und Ausscheidung eines Proteins die Häutung der Wirtsraupe – in diesem Fall des Eulenfalters (*Trichoplusia ni*) einleiten und damit sein Ausschlüpfen begünstigt.

In dem von SCHOPF et al. (2007) untersuchten System, *Glyptapanteles liparidis* – *Lymantria dispar*, greift ein als JH III bezeichnetes Protein in die Steuerung des Häutungshormons Ecdyson ein. Damit wird die weitere Entwicklung der Raupe verzögert und deren Verpuppung verhindert; dies würde nämlich das Ausbohren der Larve erschweren oder gar verhindern.

Die fertig entwickelten Schlupfwespenlarven bohren sich synchron nach ca. 2 Wochen aus den parasitierten Raupen aus und häuten sich währenddessen in das dritte Larvenstadium. In unmittelbarer Nähe ihres Wirts spinnen sie sich in weiße Kokons ein. Nach fünf bis sieben Tagen schlüpfen die männlichen und zwei Tage später die weiblichen Schlupfwespen. Solange bleibt die Wirts-

raupe noch am Leben und verhungert dann.

Die Parasitoidenweibchen werden meist direkt nach dem Ausschlüpfen begattet und können nach drei bis fünf Tagen ihrerseits mit der Eiablage beginnen. Da jetzt aber oft der Bestand an Wirtsraupen aus jahreszeitlichen oder ökologischen Gründen sehr gering sein kann, müssen die Schlupfwespen auf andere Wirte ausweichen können. Bei *G. liparidis* sind das Verwandte des Schwammspinners, wie z.B. Raupen des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea*) oder Schwans (*Euproctis similis*). Dies erfordert allerdings eine gute Balance zwischen optimaler Anpassung an einen Wirt und Flexibilität.

Bei all den vielen noch offenen und spannenden Detailfragen erheben sich darüber hinaus auch grundsätzliche Fragen: wie kann es zu einer so komplexen, sehr ausgetüftelten Zusammenwirkung von Parasitoid, dessen Viren und dem Wirt kommen? Sind Prozesse modellierbar, wie sich solche komplexen Systeme etablieren? Könnten solche Systeme ursprünglich im Sinne einer Symbiose vorhanden gewesen und später in parasitische Formen umgeschlagen sein?

Harald Binder

Literatur

- BINDER H (2000) Schlupfwespenlarve steuert Spinne. Stud. Int. J. 7, 90.
 REED DA & BROWN JJ (1998) Host/parasitoid interactions: critical timing of parasitoid-derived products. J. Insect Physiol. 44, 721-732.
 SCHAFELLNER C, MARKTL RC & SCHOPF A (2007) Inhibition of juvenile hormone esterase in *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) larvae parasitized by *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera, Braconidae). J. Insect Physiol. 53, 858-868.
 SCHOPF A (2007) Parasitoide – halb Parasit, halb Räuber. Biol. in uns. Zeit 37, 290-298.

Ameisen – Neue Überraschungen IV

Der Naturforscher HALDANE wurde gefragt, was er denn aus seinen Forschungen heraus über einen Schöpfer ableiten könne. Er antwortete, dass der Schöpfer „an inordinate fondness for beetles“ (eine übermäßige Vorliebe für Käfer) habe. In der Tat ist diese Tiergruppe die artenreichste, mit ca. 400.000 Arten. Im Gegensatz dazu gibt es viel weniger Ameisenarten, jedoch sind Ameisen in fast allen natürlichen Biotopen die *häufigsten* Insekten, was die Individuenzahl angeht. Die folgenden Kurzbeiträge sollen zum Staunen über die vielen klei-

nen Details anregen, die der Schöpfer in der Natur verborgen hat, und mit HALDANE könnte man sagen, dass der Schöpfer „an inordinate fondness for details“ hat.

Elefanten-Gedächtnis. Sich an einzelne Personen zu erinnern ist ein Teil unseres normalen täglichen Lebens. Überraschend konnte ähnliches bei zwei sozialen Insekten festgestellt werden. Papierwespen erinnern sich an andere Individuen anhand von deren Gesichtszeichnung. In Ameisen der Art

Abb. 1: Eine Arbeiterin von *Pachycondyla villosa*. Die Königin erkennt ihre Nestgenossen am Geruch. © Kari W. RYDER WILKIE, Abdruck mit freundlicher Genehmigung.



Pachycondyla villosa (Abb. 1) konnte jetzt gezeigt werden, dass diese chemische Signale – also „Körpergeruch“ – zur persönlichen Erkennung verwenden (DREIER et al. 2007). In beiden Insektengruppen stabilisiert die Erkennung einzelner Individuen die Hierarchie innerhalb des Nestes. Sonst müsste die Hierarchie immer wieder neu „ausgefochten“ werden, was Ressourcen wie Zeit und Energie verbraucht. In den Nestern der Ameise *Pachycondyla* gibt es mehrere Ameisenköniginnen. Einer solchen wurde jeweils eine bereits bekannte oder unbekannte Königin „vor die Nase“ gesetzt. Es konnte anhand des Aggressionsverhaltens beobachtet werden, dass die Ameisenköniginnen auch nach 24 Stunden Trennung bereits vorher bekannte Artgenossen wiedererkannten. Für diese Insekten ist das ein wahres Elefantengedächtnis.

Abb. 2: Schwarze Wegameisen (*Lasius niger*) beim Melken von Blattläusen. © Bernd KRÜGER, www.bkmakro.de Abdruck mit freundlicher Genehmigung.



Selbstlos. „Bei den sozialen Insekten legt nur die Königin Eier.“ Diese Beobachtung stimmt nicht ganz, denn alle Arbeiter sind weiblich und im Prinzip in der Lage, Eier zu legen, was zum Teil auch geschieht. Aufgrund der besonderen sozialen Struktur ist das aber nachteilig für die gesamte Kolonie. Deshalb werden Eier, die nicht von der

Königin stammen, regelmäßig entfernt, d.h. vernichtet. Bei der Stachelameise *Pachycondyla inversa* tun dies nicht alle Kolonienmitglieder, sondern vorwiegend eine bestimmte Kaste von Ameisen, die Polizisten. Damit herrscht auch auf diesem „sensiblen“ Gebiet Arbeitsteilung unter den Kolonienmitgliedern. Interessanterweise nutzen die Polizisten ihre Stellung nicht aus, d.h. sie legen selbst keine Eier. Dies ist außerhalb der Primaten das erste bekanntgewordene Beispiel einer Polizeikaste, die ohne direkte egoistische Interessen agiert (VAN ZWEDEN et al. 2007).

Blutsbande? Die Japanischen Ameisen *Pristomyrmex punctatus* existieren ohne Königin, jede Arbeiterin pflanzt sich selbsttätig fort. Die Eier, die die Ameisen legen, entwickeln sich parthogenetisch, d.h. sie entwickeln sich ohne Befruchtung. Damit handelt es sich bei den einzelnen Tieren nicht mehr um Geschwister wie in üblichen Ameisenkolonien, sondern um „entfernte“ Verwandte. Trotzdem bilden die Tiere gemeinsame Ameisenkolonien. Entscheidend bei den Ameisen ist dazu der Körpergeruch, nur fremd riechende Tiere werden als fremd erkannt. Dies nutzen z.T. einige Ameisenparasiten, indem sie den Geruch ihrer jeweiligen Wirtskolonie annehmen und sich dann unbehelligt im Ameisenbau bewegen können (NISHIDE et al. 2007). Der Körpergeruch wird von den Genen der Ameisen bestimmt. Bei *P. punctatus* konnte gezeigt werden, dass zwei Kolonien sich immer dann zu einer größeren zusammentun, wenn sie dieselben Allele für zwei bestimmte Genorte tragen, und getrennte Kolonien beibehalten, wenn sie sich stark in den Genorten unterscheiden. Es kommt also auch hier nicht darauf an, ob die Tiere tatsächlich miteinander verwandt sind, sondern nur, wie ähnlich sie sich in den entsprechenden Genorten sind.

Sklaven-Cocktail. In so manchem Science-Fiction-Roman kann man davon lesen, dass eine herrschende Kaste ihre Untertanen mit Drogen ruhig stellt und so ihre Herrschaft festigt. Ameisen halten sich Läuse und andere Pflanzensauger, um von ihren stark zuckerhaltigen Ausscheidungen zu profitieren. Die Ameisen sorgen für ihre Läusekolonie, halten zum Teil Läusefeinde – Schlupfwespen, Käfer- und Schwebfliegenlarven – ab und versorgen die Läuse im Winter in ihrem Ameisenbau, um sie im nächsten Frühjahr wieder auf die „Läuseweiden“, d.h. frische Pflanzentriebe, auszusetzen. Es war bereits bekannt, dass Ameisen ihre Läuse am Entweichen hindern, indem sie ihnen z.T. die Flügel abbeißen oder die Entwicklung zum geflügelten Adulten (erwachsenen Organismus) durch chemische Stoffe verzögern. Auch war schon seit Jahrzehnten bekannt, dass Läuse in der Gegenwart von Ameisen seltsam unbeweglich blieben. Die Ursache für diese Unbeweglichkeit war aber unklar. Nun konnte anhand einer Reihe einfacher,

aber eleganter Versuche gezeigt werden, dass die „Körperaustünnungen“ der Ameisen (*semiochemicals*) die Unbeweglichkeit bei den Läuse verursachen (OLIVER et al. 2007). Setzte man Läuse auf Filterpapiere, die zuvor von Ameisen belaufen waren, so war deren Beweglichkeit gehemmt. Filterpapiere ohne Ameisenkontakt erlaubten normale Beweglichkeit. Wahrscheinlich ist die Beweglichkeitshemmung zum Nachteil der Läuse, d.h. sie können beispielsweise nicht selbständig frische Pflanzentriebe erreichen, und große Läusekolonien sind anfällig für parasitoide Wespen. In diesem Fall spricht man von einer Manipulation, d.h. die Verhaltensänderung der Läuse ist nachteilig für sie selbst, aber vorteilhaft für die Ameisen. Bemerkenswert ist, dass die Ergebnisse mit der gewöhnlichen Schwarzen Wegameise (*Lasius niger* Abb. 2) und den häufig vorkommenden Bohnenläusen (*Aphis fabae*) gewonnen wurden. Genaue Naturbeobachtungen solcher „gewöhnlicher“ Organismen sind auch heute noch Quelle für wissenschaftliche Neuigkeiten.

Haltet den Dieb! Die Pflanze *Cecropia* hält sich in ihren Stengeln Ameisen (*Azteca spec.*) als Schutz-

polizei und belohnt diese mit Futterkörpern. Diese Futterkörper sind auch bei anderen Tieren beliebt, aber die Ameisen vertreiben normalerweise jeden anderen. In Französisch-Guayana konnte nun beobachtet werden, dass sich zwei bis fünf Wespen gleichzeitig an die Futterkörper heranmachen, wobei eine Wespe sich vor den Eingang zum Ameisennest postiert und die Ameisen am Herauskommen hindert. Dies erlaubt es den übrigen Wespen, die Futterkörper zu stehlen (LAPIERRE et al. 2007).

Niko Winkler

Literatur

- DREIER S, VAN ZWEDEN JS & D'ETTORRE P (2007) Biol. Lett. 3, 459-462.
 LAPIERRE L, HESPENHEIDE H & DEJEAN A (2007) Naturwissenschaften 94, 997-1001.
 NISHIDE Y, SATOH T, HIRAOKA T, OBARA Y & IWABUCHI K (2007) Naturwissenschaften 94, 865-869.
 OLIVER TH, MASHANOVA A, LEATHER SR, COOK JM & JANSEN VAA (2007) Proc. Biol. Sci. 274, 3127-3131.
 VAN ZWEDEN JS, FÜRST MA, HEINZE J & D'ETTORRE P (2007) Proc. Royal Soc. Ser. B 274, 1421-1428.

Spinnen-Design oder Spinnen-„Design“?

Essay zu einem vieldiskutierten Begriff

Zusammenfassung: Anhand eines aktuell erforschten Beispiels von „Design“ bei konvergent entstandener Tarnung bei Spinnen wird kritisch über die Verwendung des Begriffs „Design“ in der Biologie reflektiert. Immer häufiger wird dieser Begriff verwendet, obwohl er weder Planung noch Zielsetzung beinhalten soll – entgegen dem sonst üblichen Verständnis dieses Begriffs. Dies führt zu Verwirrung und birgt für diejenigen, die mit dem „Design“ der Biologie tatsächlich einen Urheber verbinden, einen nicht zu unterschätzenden Nachteil.

Das Forschungsergebnis. BINFORD et al. (2007) berichten von einem Mechanismus, mit dessen Hilfe sich zwei nicht näher verwandte Spinnengattungen (*Sicarius* und *Homalonychus*) durch Sand tarnen. Dies geschieht durch Adhäsionskräfte, die zwischen sogenannten „Hairlettes“, winzigen, widerhakenförmigen Fasern, und den Sandpartikeln wirken. Dies Sandkörner sitzen auf feinen Härchen (Setae), ähnlich denen, die auch beim Gecko ein Anhaften an Wänden und Zimmerdecken (aufgrund von van-der-Waals-Kräften) ermöglichen (AUTUMN et al. 2007) (vgl. Abb. 1).

Da nah verwandte Spinnen jedoch nicht mit dieser Fähigkeit ausgestattet sind, muss die Fähigkeit, sich auf diese Weise zu tarnen, bei den beiden Spinnengattungen unabhängig entstanden sein. Die Autoren nehmen daher an, dass der evolutionäre Pfad zu dieser Problemlösung recht simpel sei. Diese Argumentation, dass nämlich ein recht einfacher Evolutionspfad gefunden werden müsste, weil Elemente dieses „Designs“ (wie es BINFORD et al. nennen) in der Behaarung nah verwandter Spinnen nicht vorhanden sind, ist jedoch nicht schlüssig. Denn ob der mutmaßliche Evolutionsweg einfach ist, hängt schließlich nicht davon ab, wie oft er beschritten worden sein soll.

Die Frage, ob es sich bei dieser Problemlösung um Mikro- oder Makroevolution handelt, ist aufgrund der vorliegenden Datenlage schwer entscheidbar (zu dieser Fragestellung siehe auch JUNKER 2006). Es könnte daher sein, dass BINFORD et al. mit ihrer Einschätzung durchaus recht haben. Sie gelangen dazu jedoch durch einen Zirkelschluss: Nur unter der Voraussetzung eines nicht-teleologischen Evolutionsprozesses können wir annehmen, dass in diesem Muster auftretende