

Die [S]pinnen! Faszinierendes am seidenen Faden

Vegetarische Spinnen

In der Natur lassen sich unzählige Formen wechselseitiger Kooperation (Symbiosen, Mutualismus) beobachten. Die oft komplexen Weisen der Zusammenarbeit sind in vielen Fällen gar nicht so offensichtlich, doch stellen sie in vielen Ökosystemen einen zentralen und bedeutsamen Baustein dar.

Symbiosen sind gefährdet und werden in vielfältiger Form auch einseitig zu Lasten eines Partners ausgenutzt, so dass oft kleine Schritte genügen, damit sich symbiotische Systeme in Richtung Parasitismus verändern.

Ein klassisches und gut untersuchtes Beispiel für „Ernährungs-Mutualismus“ sind Akazien, die durch Ameisen gegen Pflanzenschädlinge verteidigt werden und diesen dafür „Kost und Logis“ bieten (HEIL et al. 2005, s. auch WINKLER 2006).

Während Feldstudien zur symbiotischen Wechselbeziehung zwischen Akazien (*Vachellia collinsii*; Kugelkopf-Akazie, früher: *Acacia collinsii*) und Ameisen der Gattung *Pseudomyrmex* über 7 Jahre (2001 bis 2008) bemerkten MEEHAN et al. (2010), dass kleine Springspinnen (*Salticidae*) den Ameisenkolonnen erfolgreich auswichen und sich an der für diese von der Akazie bereitgestellten Nahrung gütlich taten. Die Nahrung besteht in diesem Fall aus den so genannten Beltschen Körperchen, fett- und proteinreichen Futterkügelchen, die an den Spitzen der Fiederblättchen der Akazie gebildet werden.

Für die kleine Springspinne wurde bereits 1896 von PECKHAM & PECKHAM der vielsagende Name *Bagheera kiplingi* vergeben (womit unmittelbar eine Verknüpfung mit dem schwarzen Panther aus dem Dschungelbuch hergestellt ist). Die Springspinnen leben bevorzugt auf von Ameisen besetzten Akazien. Dort bauen sie ihre Nester vor allem auf entlegenen Zweigen an älteren Blättern, auf denen die Ameisen nicht so häufig patrouillieren.

Durch direkte Beobachtung in zwei Gebieten in Mexiko und Costa Rica konnten MEEHAM und seine Mitarbeiter durch Videoaufnahmen¹ dokumentieren, dass sich *Bagheera kiplingi* nahezu ausschließlich vegetarisch von den Beltschen Körperchen der Akazie ernährt. Die Autoren wiesen durch vergleichende Untersuchungen stabiler Isotope ($\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$) in den Spinnen und verschiedener potentieller Nahrungsmittel nach, dass sich die Springspinnen nahezu vollständig vegetarisch ernährten und zwar unabhängig von Geschlecht und Alter (nur gelegentlich ergänzen sie die Nahrung durch Ameisenlarven).

JACKSON (2010) bemerkt in Bezug auf MEEHAMs Studien, dass Springspinnen sehr agile Jäger mit

umfangreichem Repertoire an Jagdstrategien sind; *Bagheera kiplingi* wendet diese Verhaltensmuster an, um den Ameisenpatrouillen zu entkommen und Beltsche Körperchen zu sammeln. Außerdem leben auf einem mit Ameisen besiedelten Baum Springspinnen in auffallend hoher Dichte mit hunderten von Tieren pro Baum. Dies ist für typischerweise solitär (einzeln) lebende Spinnen (FOELIX 1997) ungewöhnlich und wurde mit dem Begriff „quasi-sozial“ beschrieben.

Spinnen sind typischerweise dafür ausgerüstet, Nahrung in vorverdauter und flüssiger Form aufzunehmen (FOELIX 1997). Verglichen damit ist Nutzung pflanzlicher, faserreicher Nahrung viel aufwändiger und biochemisch anspruchsvoller. JACKSON erhofft sich durch weitere Erkenntnisse Einblicke in den Übergang vom Jäger-zum-Sammler-Verhalten sowie in die Entstehung sozialen Verhaltens. JACKSON beschließt seinen Beitrag mit der Bemerkung: „Man fragt sich, wie viele weitere Überraschungen uns in diesem bemerkenswerten System noch erwarten.“² Den Autor dieser Zeilen haben die hier beschriebenen Befunde zu einem ketzerisch klingenden Gedanken verführt: Könnte es sein, dass Spinnen primär sozial leben und sich vegetarisch ernähren und die heute typischen Verhaltensweisen abgeleitet, sekundär sind? Klar spricht die Fülle der bekannten Daten dagegen, aber vielleicht kann auch eine ganz unorthodoxe Idee für zukünftige Fragestellungen fruchtbar gemacht werden.

Mit Spinnenseide Wasser aus der Luft melken

Spinnen produzieren Seide, ein komplexes Proteingemisch, das sie in unterschiedlichster Weise anwenden: Sicherungsfäden für die Selbstsicherung, zum Bau eines Netzes, das für viele Spinnen auch weitgehend deren Lebensraum darstellt, zum Auskleiden der Wohnhöhle, zur Umhüllung des Eikons, zum Einspinnen von Beutetieren („Frischhaltefolie“) und vieles andere mehr. Hinsichtlich der Materialeigenschaften stellt Spinnenseide eine einzigartige Kombination unterschiedlichster physikalischer Eigenschaften dar, die man in der Technik mit viel Aufwand zumindest ansatzweise nachzubilden versucht (Bionik).

Zu den bekanntesten Bauwerken von Spinnen dürften neben den häufig als störend empfundenen „Spinnweben“ in den Wohnungen die Radnetze der Radnetzspinnen (*Araneidae*) gehören, zu denen auch die Gartenkreuzspinne (*Araneus diadematus*) zählt.

Im Herbst oder sehr früh an einem Sommermorgen kann man auf Wiesen und an Hecken verschiedenste Netzkonstruktionen leicht erkennen,

weil an ihnen viele Tautropfen im Sonnenlicht funkeln. Wie aber kommt das Wasser auf die Spinnfäden und warum sind die Tröpfchen so regelmäßig und fein verteilt?

Diesen Fragen hat sich der chinesische Chemiker Lei JIANG von der Chinesischen Akademie der Wissenschaft gestellt (JIANG 2010). Seine Mitarbeiter untersuchten zunächst mit elektronenmikroskopischen Methoden (ZHENG et al. 2010) Fangfäden der Federfußspinne (*Uloborus walckenaerius*). *U. walckenaerius* gehört zu den Cribellaten, d. h. sie besitzt neben Spinndrüsen eine Spinplatte (Cribellum), womit die Spinne bis zu 50 000 einzelne, sehr dünne Fäden als Fangwolle auf dickere Achsfäden aufbringen kann.

Die trockenen Fangfäden zeigten zunächst, dass die Fangwolle an zwei Achsfäden aufgebracht ist. Der Durchmesser der Fangwollfäden beträgt 20-30 nm (ca. 10-facher DNA-Querschnitt). Die Fangwolle ist strukturiert und zwar so, dass kleine Bäusche regelmäßig im Abstand von ca. 85 µm auftreten, sie haben einen Durchmesser von ca. 130 µm und sind durch dünne Bereiche (Fugen) miteinander verbunden, die nur ca. 40 µm dick sind. Die Fangwolle scheint in den Bäuschen zufällig angeordnet zu sein.

Gibt man den Fangfaden in eine feuchte Atmosphäre, so kann man durch ein Lichtmikroskop erkennen, dass sich an den ultradünnen hydrophilen (wasseranziehenden) Fäden der Bäusche kleine Kondenswassertropfchen bilden, die an dem Faden wandern. Während weiteres Wasser am Faden kondensiert, schrumpfen die Bäusche zu undurchsichtigen flachen Beulen. Die Struktur des Fadens wird also infolge der Befeuchtung umgebildet und anschließend ist eine gerichtete Wanderung der Wassertropfchen zu beobachten. Kleine Wassertropfchen wandern, und zwar in Richtung der nächsten beulenartigen Verdickung (bergauf), dort vereinigen sie sich. Diese gerichtete Wanderung der kleinsten kondensierten Wassertropfchen und deren Vereinigung zu größeren verläuft im Bruchteil einer Sekunde. Die beschriebenen Effekte waren nur an Spinnfäden zu beobachten, nicht aber an Seide- oder Nylonfäden.

Aufgrund der Analyse der gerichteten Wanderung der Wassertropfchen am Spinnfaden machen ZHENG et al. einen Oberflächenenergiegradienten und Unterschiede im Laplace-Druck für den Prozess verantwortlich. Jeder einzelne der beiden Effekte für sich genommen führt nicht zu einer gerichteten Wanderung, erst das Zusammenwirken beider Kräfte erklärt das Phänomen.

Aufgrund ihrer Einsichten in die Vorgänge an feuchten Spinnfäden haben die Autoren künstliche Spinnfäden hergestellt, in denen sie die strukturellen Merkmale der natürlichen Vorbilder nachbauten. Daran konnten sie den Effekt ebenfalls beobachten.



Abb. 1: Herbstspinne (*Metellina segmentata*) mit Beute in ihrem Netz. (Foto: Winfried BORLINGHAUS)

ZHENG et al. hoffen mit den entdeckten Designmerkmalen („design principles“) technisch zur Gewinnung von Wasser und zur Trennung flüssiger Aerosole in technischen Prozessen beitragen zu können. Ein sehr komplexer Mechanismus, der erst aufwändig aufgedeckt werden musste, erklärt also nicht nur die eindrucksvollen Spinnennetze an einem sonnigen Morgen im Herbst in Hecken und Wiesen, sondern versorgt auch die Spinne wohl portioniert mit Trinkwasser. Gleichzeitig spornt er zu neuen technischen Innovationen an.

Harald Binder

Anmerkungen

¹ Unter folgender Internet Adresse finden sich sehr interessante Videosequenzen: [http://www.cell.com/current-biology/supplemental/S0960-9822\(09\)01626-1](http://www.cell.com/current-biology/supplemental/S0960-9822(09)01626-1)

² „One wonders how many more surprises await us in this remarkable system.“

Literatur

- HEIL M, RATTKE J & BOLAND W (2005) Postsecretory hydrolysis of nectar sucrose and specialization in ant/plant mutualism. *Science* 308, 560-563.
- JACKSON DE (2010) Nutritional ecology: a first vegetarian spider. *Curr. Biol.* 19, R894-R895.
- JIANG L (2010) Spider silk structure holds secret to catching water as well as flies. *Nature* 463, 586.
- FOELIX RF (1997) *Biology of Spiders*. Oxford University Press, New York, 2. Aufl.
- MEEHAN CJ, OLSON EJ, REUDINK MW, KYSER TK & CURRY RL (2010) Herbivory in a spider through exploitation of an ant-plant mutualism. *Curr. Biol.* 19, R892-R893.
- WINKLER N (2006) Ameisen – neue Überraschungen (Teil 2). *Stud. Int. J.* 13, 91-93.
- ZHENG Y, BAI H, HUANG Z, TIAN X, NIE F-Q, ZHOU Y, ZHAI J & JIANG L (2010) Directional water collection on wetted spider silk. *Nature* 463, 640-643.