

prägung der fossilen Bernsteinfedern gehabt haben könnten.

[Anonymus: Annotations from the literature. <http://www.grisda.org/origins/62026.pdf>; PERRICHOT V, MARION L, NERAUDEAU D, VULLO R & TAFFOREAU P (2008) The early evolution of feathers: fossil evidence from Cretaceous amber of France. *Proc. R. Soc. 275B*, 1197-1202; PETERS DS (2001) Probleme der frühen Vogelevolution. I. Die Sache mit den Federn. *Nat. Mus. 131*, 387-401; PRUM RO (1999) Development and evolutionary origin of feathers. *J. Exp. Zool. 285B*, 291-306; PRUM RO & BRUSH AH (2003) Zuerst kam die Feder. *Spektr. Wiss. 10/2003*, 32-41; TYLER D (2008) Feathers with „remarkably primitive features“. http://www.arn.org/blogs/index.php/literature/2008/02/26/feathers_with_remarkably_primitive_featu] R. Junker

Vorsicht mit überhöhter Ladung

In einer kürzlich veröffentlichten Studie berichten DUSSUTOUR und Mitarbeiter über eine Anpassung der Blattschneiderameisen an äußere Gegebenheiten, die bisher so nicht beobachtet worden war. Die Ameisen schneiden Blätter und transportieren die Blattstücke in ihr Nest, um darauf Pilze zu züchten. Die Forscher studierten nun das Verhalten der Ameisen, nachdem sie die lichte Höhe des Transportwegs auf 1 cm Höhe verringerten. Nach kurzer Zeit schnitten die Ameisen kleinere und rundere Blattfragmente. Um nun die kleinere Blattmenge pro Transportameise auszugleichen, wurden nicht mehr Ameisen ausgeschickt als vorher, sondern mehr Ameisen kehrten beladen heim. Dadurch wurde die Transportmenge an Pflanzenmaterial sogar überkompensiert, d.h. mit Verengung trugen die Ameisen mehr ein als ohne sie. Woher wissen die Ameisen nun, dass sie kleinere Blattstücke schneiden müssen, um den Tunnel passieren zu können? Entweder können Ameisen, die nach draußen laufen, bereits beim Durchqueren des Tunnels dessen lichte Höhe abschätzen (solch ein Verhalten konnte bei Blattschneiderbienen beobachtet werden) oder sie gehen nach Versuch und Irrtum vor, d.h. sie merken sich nach einiger Zeit, mit welcher Blattgröße sie zurücklaufen können und mit welcher nicht. Welche der beiden Vermutungen die richtige ist, ist noch völlig offen. Insgesamt reagieren die Ameisen auf zwei Ebenen, um der Situation zu begegnen. Einerseits auf der Ebene des Individuums: „Schneide kleinere Blattstücke!“, und andererseits auf Ebene der Gemeinschaft: „Hilf beim Transport!“. DUSSUTOUR kommentiert die Ergebnisse in einem Interview mit den Worten: „Es legt nahe, dass die Tiere viel klüger sind, als wir dachten.“

[DUSSUTOUR A, DENEUBOURG J-L, BESHES S & FOURCASSIÉ V (2009) Individual and collective problem-solving in a foraging context in the leaf-cutting ant *Atta colombica*. *Anim. Cogn. 12*:21–30; BOEDDEKER M (2008) Logistik, die mitdenkt. <http://www.wissenschaft.de/wissenschaft/news/292611.html>] N. Winkler

Evolution des Jagdverhaltens von Bodenbakterien – Optimierung hat ihren Preis

Im Rahmen evolutionärer Erklärungsansätze werden auch Theorien zur Evolution der Nahrungssuche in Räuber-Beute-Systemen entwickelt. Anhand von Mikroorganismen wurde jetzt der Einfluss von viel oder wenig Beute auf das Jagdverhalten der Räuber untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Suchgeschwindigkeit stark durch die Verteilung der Beute geprägt wird. Es wurde aber auch deutlich, dass ein effektiveres Jagdverhalten mit einer verringerten Überlebensfähigkeit unter ungünstigen Lebensbedingungen einhergeht. Die Optimierung grundlegender Verhaltensweisen ist also begleitet von Nachteilen, die den Fortbestand einer Population in Frage stellen können.

Mikroorganismen zeigen charakteristische Eigenschaften, wie z. B. kurze Generationszeit, geringer Platzbedarf und leichte Handhabbarkeit, die sie als Studienobjekte im Labor attraktiv machen. Für experimentelle Untersuchungen zur Evolution des Jagdverhaltens haben HILLESLAND et al. (2009) dem räuberisch lebenden Bodenbakterium *Myxococcus xanthus* in verschiedenen Versuchen kleine Kolonien des Darmbakteriums *Escherichia coli* als Beute angeboten. Myxobakterien bewegen sich auf Oberflächen (z.B. Bodenpartikel oder Agarplatten) auf unterschiedliche Weise und suchen dabei nach Beute. Treffen sie auf geeignete Mikroorganismen, so setzen sie verschiedene Enzyme und Antibiotika frei, mit denen die Zellen der Beute abgetötet und aufgelöst werden. Die dadurch zugänglichen Proteine und Peptide nutzen die Räuber als Nahrungsmittel. Ist eine Nahrungsquelle erschöpft und die Lebensbedingungen verschlechtern sich, dann bildet *M. xanthus* durch koordinierte Abläufe vieler einzelner Zellen einen Fruchtkörper, in dessen Inneren sich einzelne Zellen in Sporen differenzieren. Diese sind von dicken Zellwänden umgeben, die sie gegen schädliche Umwelteinflüsse wie beispielsweise Wassermangel und UV-Strahlung schützen und das Überleben auch über längere Perioden unter extremen Mangelbedingungen ermöglichen.

Für die Experimente wurden Myxobakterien fast 1 Jahr lang kultiviert, entweder in Gegenwart von viel Beute (hohe Dichte an kleinen *E. coli*-Kolonien in der Umgebung) oder bei wenig Beute (geringe Dichte). Die Ausgangskultur von *M. xanthus* hatte mehr *E. coli* als einzige Nahrungsquelle zur Verfügung als die Kulturen in beiden Versuchsreihen. In den Versuchen wurden im Labor in quadratischen Petrischalen (12 x 12 cm) mit Agar kleine, nicht mobile *E. coli*-Kolonien an Gitterpunkten im Abstand von 1 cm (hohe Dichte der Beute) oder 2 cm (geringe Dichte der Beute) platziert. Auf einem Gitterpunkt im Zentrum der Platte wurden die Myxobakterien aufgetragen. Diese schwärmen auf

der Suche nach Beute über die Oberfläche der Agarplatte – etwa kreisförmig um die Ausgangsposition – und vermehren sich währenddessen durch Zellteilung (vegetativ). Nach jeweils 14 Tagen wurden schwärmende *M. xanthus*-Proben zum Impfen neuer Agarplatten (mit hoher bzw. geringer Beutedichte) verwendet. Nach 24 solcher Zyklen wurden die so gezüchteten Myxobakterien bezüglich verschiedener Aspekte ihres Jagdverhaltens mit der Ausgangskultur verglichen. Es zeigte sich, dass bei Selektion auf möglichst schnelle Beutesuche in weniger als 300 Generationen die Geschwindigkeit des Schwärmens bei *M. xanthus* bis zu 10 mal schneller wurde im Vergleich zur Vorläuferkultur. Myxobakterien, die sich unter geringen Beutedichten ernähren mussten, waren dabei wesentlich schneller als diejenigen, die einen reicher gedeckten Tisch vorfanden.

Die Untersuchungen bestätigen allerdings auch einen bereits beschriebenen genetischen Zusammenhang zwischen Jagdverhalten und der Fähigkeit Fruchtkörper zu bilden. Unter den gewählten Selektionsbedingungen werden Organismen begünstigt, die nicht hohe Zelldichten anstreben, sondern die immer weiter schwärmen und mit möglichst hoher Effizienz neue Nahrungsquellen – sprich Beute – aufspüren. Das bedeutet: Die Bereitschaft und Fähigkeit zur Kooperation wird reduziert. Somit ist die Erhöhung der Jagdgeschwindigkeit (Optimierungsprozess) erkaufte mit der verminderten Fähigkeit zur Bildung von Fruchtkörpern. Die Untersuchung von HILLESLAND et al. (2009) belegt damit einen interessanten Fall von Optimierung

von plastischen Eigenschaften bei Mikroorganismen unter bestimmten Selektionsbedingungen. Die Optimierung der Schnelligkeit bei der Jagd in diesem Räuber-Beute System fordert jedoch einen hohen Preis, der unter Umständen den Fortbestand der Kultur gefährdet.

[HILLESLAND K, VELICER GJ & LENSKI RE (2009) Experimental evolution of a microbial predator's ability to find prey. Proc. R. Soc. 276B, 459-467.] H. Binder

Unappetitliche Tarnung

Tarnung im Tierreich ist ein immer wieder spannendes Thema. Beliebt ist das Nachahmen von Pflanzenteilen wie Ästen oder Blättern. Eine sehr ausgefallene Art der Tarnung zeigen die Larven des japanischen Schwalbenschwanzes *Papilio xuthus*. Sie sehen in den ersten vier Phasen des Raupenstadiums wie Vogelkot aus, schwarz-weiß und klebrig, wie die Ausscheidungen eines Vogels (Abb. 1). Erst wenn die Raupen so groß sind, dass diese Tarnung ihre Überzeugungskraft verliert, färbt sie sich grün wie die Blätter, auf denen sie lebt; sie sieht dann aus wie ein hellgrünes, gerolltes Blatt.

Damit kann sich die Larve des japanischen Schwalbenschwanzes nicht nur genial tarnen, sondern ist auch noch eine regelrechte Verwandlungskünstlerin. An den Metamorphosen (Verwandlungen) ist das Juvenilhormon beteiligt. Vor der Wandlung zum Blattimitat nimmt seine Konzentration stark ab (FUTAHASHI & FUJIWARA 2008). Durch die Zugabe eines Hormonersatzes blieb die Vogelkot-Tarnung teilweise bestehen. Beispiele wie

Abb. 1: *Papilio xuthus*, ein Verwandlungskünstler, links als Vogelkot getarnt.
(Foto: Haruhiko FUJIWARA, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

