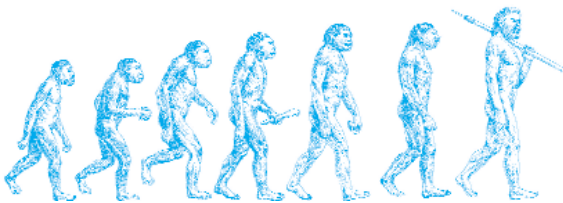


Ameisen – Neue Überraschungen (Teil 3)

Die Evolutionstheorie geht davon aus, dass jeweils kleine vorteilhafte Schritte von einem Vorläuferstadium zum heute beobachteten Stadium führen. Manchmal wundert man sich aber über die z.T. fantastisch anmutenden Konstruktionen in der Natur und die Frage liegt nahe: Können solche Dinge von alleine, d.h. innerhalb des naturgesetzlichen Rahmens aus einfacheren Vorläufern entstehen? Hier setzt der „Intelligent Design“-Ansatz an. Viele Strukturen, die uns in der Biologie begegnen, sind nicht-reduzierbar komplex. Es gibt vielleicht ein paar einfachere Vorstufen, doch schon bald stößt man bei weiteren Vereinfachungsversuchen an eine bislang nicht überwundene Grenze: Auf der Seite vor dieser Grenze stellt man fest: „Es geht nicht“, weil beispielsweise ein bestimmtes Bauteil fehlt oder nicht genau passt. Auf der Seite dahinter heißt es: „Es funktioniert (wunderbar)“, weil hier alles an seinem Platz ist. Die Evolutionstheorie besitzt genau an dieser Grenze eines ihrer größten

Abb. 1: „Optisches Storytelling“ der Entstehung des Menschen aus dem Tierreich.



Defizite. Für Evolutionsbiologen stellt sich das Problem, dass viele Systeme viel zu kompliziert sind, als dass wir mit unseren heutigen Methoden gezielt nachprüfbar Modelle aufstellen könnten, wie durch evolutive Prozesse eben jene Systeme entstehen konnten. Oft behilft man sich stattdessen mit einem „story telling“: Vermutungen über den abgelaufenen Evolutionsprozess werden in einer Art Geschichte dargestellt, um den unbekannten Vorgang erzählerisch zu bewältigen (siehe Abb. 1: ein optisches Storytelling. Eine Grenze zwischen menschenaffenartigen Australopithecinen und Menschen ist hier offensichtlich nicht zu sehen). Aus der Perspektive einer Schöpfung betrachtet sind Biologen allerdings mit dem gleichen Problem konfrontiert: Der „harte“ naturwissenschaftliche Nachweis von nicht-reduzierbar komplexen Strukturen ist, eben wegen der häufig hohen Komplexität,

Abb. 2: *Odontomachus clarus*, eine in der Wüste lebende Schnappkieferrameise, die ihre Triggerhaare ihrer offenen Falle zeigt. Chiricahua Mountains, Arizona, USA.
<http://www.alexanderwild.com/insects>;
© Alex Wild; Abdruck mit freundlicher Genehmigung



kaum zu führen (bzw. stellt sich die Frage, ob die Naturwissenschaft auf diese Weise überhaupt eine solche „Grenzüberschreitung“ erzwingen kann – doch das ist ein anderes Thema). Es sind zu viele Unbekannte im Spiel. Oft bleibt uns nur das Stauen über die wundersamen Naturerscheinungen und um solche soll es auch im folgenden dritten Beitrag in unserer Serie über Ameisen gehen.

Ameisen sind die weltweit erfolgreichste Gruppe von eusozialen Insekten. Sie tragen ca. 10-20% der organischen Biomasse in tropischen Regenwäldern bei und besetzen Schlüsselstellen in vielen Biotopen der Erde. Ameisen sind die wichtigsten Räuber für wirbellose Tiere in den meisten Ökosystemen und in den Neotropen (Amerika) sind sie auch wichtige Pflanzenfresser (vertreten durch die Blattschneiderameisen). Verschiedenste Arten von Ameisen haben symbiontische Lebensgemeinschaften mit über 465 Pflanzenarten und mit tausenden von Insekten (z.B. Läusen). Eine noch unbekannte Zahl an Pilzen und Bakterien lebt ebenfalls in Symbiose mit Ameisen. Einige Ameisenlinien zeigen erstaunliche Leistungen wie Pilzzucht, Ernte von Samen, Hüten und Melken von anderen Insekten, gemeinsames Nestweben, kooperative Jagd in Rudeln, Sozialparasitismus bei anderen Ameisen, Sklavenjagd usw., die das Interesse von Laien und Wissenschaftlern gleichermaßen anziehen.

Ameisen mit Mausefalle

Hohe Geschwindigkeit ist eine wichtige physikalische Fähigkeit vieler Tiere, sei es um Beute zu erlegen oder um Räubern zu entkommen. Die schnellsten Starts legen Fliegen und Heuschrecken hin, in Bruchteilen von Sekunden. Flöhe beschleunigen innerhalb von 0,7 bis 1,2 ms und Springschwänze innerhalb von 4 ms ab dem Impuls loszuspringen. Demgegenüber scheint die Fluchtreaktion von Schaben und Fischen direkt langsam, 40 ms bzw. 35 ms benötigen diese Tiere.

Nun jagen die Ameisen der Gattung *Odontomachus* (Abb. 2) unter anderem Springschwänze. Bevor sie aber ihre Kiefer auf gewöhnliche Weise schließen könnten, wäre die Beute (innerhalb von 4 ms) längst mit einem Sprung entkommen. Die Ameisen können ihre Kiefer (ca. 1,8 mm Länge) jedoch aufspannen wie eine Mausefalle. Treffen sie dann auf ein Beutetier, schlagen die Kiefer in einer unglaublich kurzen Zeitspanne von weniger als 0,33 ms zu; schnell genug um einen Springschwanz zu erwischen. Es handelt sich dabei um eine der schnellsten Bewegungen, die man bei Tieren kennt

(GRONENBERG et al. 1993). Die schnellste bekannte Bewegung bei Pflanzen sind übrigens die Fallen des fleischfressenden Wasserschlauches. Die Tür der Falle öffnet sich innerhalb von 2 ms und schließt sich innerhalb von 30 ms (LÖNNIG & BECKER 2004). Doch kehren wir zurück zu den Ameisen. Entscheidend für das schnelle Zuschlagen der Ameisenkiefer sind mehrere Besonderheiten. Die Kiefer sind innen größtenteils luftgefüllt, um sie leichtgewichtig zu machen. Bei massiven Mandibeln könnte die hohe Beschleunigung nicht erreicht werden. Gespannt werden die Kiefer über Muskeln, rasten dann aber ein und bleiben ohne weitere Muskelanspannung geöffnet. Das Zuschlagen der Kiefer wird durch die Berührung von 1 mm langen Auslöse-Haaren auf der inneren Seite der Mandibeln ausgelöst. Die Weiterleitung des Reizes geschieht über riesenhaft vergrößerte Nervenzellen, die das Signal sehr schnell zum Gelenk weitergeben. Denn je größer der Durchmesser einer Nervenfaser bei Wirbellosen ist, um so schneller kann sie einen Reiz weiterleiten (GRONENBERG et al. 1993).

In einer neueren Studie wurden die Schnappkieferrameisen erneut untersucht. Dabei konnte erstmals der vollständige Ablauf des Schließens durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen abgebildet werden. Es zeigte sich, dass die Kiefer noch schneller sind als ursprünglich gedacht! Im Durchschnitt schlossen sich die Kiefer innerhalb von 0,13 ms, mit einem Minimum von 0,06 ms. Die Beschleunigung erreichte das 10.000 fache der Erdbeschleunigung und die Geschwindigkeit näherte sich 230 km/h. Die Ameisen nutzen die enormen freiwerdenden Kräfte interessanterweise nicht nur um Beute zu machen, sondern auch zur Verteidigung oder Flucht. Größere Angreifer wie Spinnen werden regelrecht weggeschleudert, wenn die Ameisen ihre Kiefer gegen sie schnappen lassen. Dabei fliegen die Ameisen in entgegengesetzter Richtung zum Teil bis zu 20 cm weit, aber höchstens 2 cm hoch. Zur Flucht werden die Kiefer in einem anderen Winkel auf den Boden gesetzt, die Ameisen springen dann bis 10 cm in die Höhe, aber nur ca. 8 cm weit (PATEK et al. 2006). GRONENBERG und Mitarbeiter (1993) halten in ihrem Artikel fest, dass der Schnappkiefer-Mechanismus einer gespannten Feder gleicht, die in einem kurzen Augenblick ihre gesamte Energie freigibt, die über einen längeren Zeitraum angesammelt wurde. Interessanterweise benutzt BEHE (1996) eine Mausefalle, die ebenso funktioniert, als Beispiel für eine nicht-reduzierbar komplexe Struktur.

Ameisen mit Kilometerzähler

Wüstenameisen der Gattung *Cataglyphis* leben an einem flachen Ort, an dem es nur wenige oder keine Möglichkeiten gibt, sich optisch an Landmarken zu



orientieren. Zur Nahrungssuche verlassen die Ameisen ihr Nest und wandern nach Nahrung Ausschau haltend in Suchschleifen umher. Haben sie Nahrung gefunden oder möchten sie zum Nest zurückkehren, laufen sie in gerader Strecke, also ohne Umweg, zum Nesteingang und verfehlen ihn meist nur um wenige cm. Das wäre so, als würde ein Mensch stundenlang in einer Landschaft kreuz und quer umherlaufen, um dann ohne weiteres die genauere Richtung zum Ausgangspunkt zu kennen und diesen nur um einige m zu verfehlen. Obwohl die Ameisen wie die Bienen einen Himmelskompass besitzen und sich so am Stand der Sonne bzw. des polarisierten Himmelslichts orientieren können, spielt er bei dieser Fähigkeit anscheinend nur eine untergeordnete Rolle. Selbst bei völliger Dunkelheit vollbringen die Ameisen ihr Kunststück. Es war bereits klar, dass die Ameisen durch „Integration“ ihrer Bewegungen den Heimweg finden. D.h. sie „merken“ sich, wieviele Rechts- und Linkskurven sie gemacht haben und berechnen daraus den Rückweg. Unklar war bisher, wie die Ameisen die zur Berechnung benötigte Entfernung ableiten können. WITTLINGER und Kollegen (2006) testeten eine Hypothese, die bereits 1904 vorgeschlagen wurde: Vielleicht „zählen“ die Ameisen einfach ihre Schritte. Das Experiment war einfach wie genial: Den Ameisen wurde an einer Futterstelle in 10 m Entfernung Nahrung angeboten. Nach erfolgreichem Training wurden die Tiere an

Abb. 3: Eine Wüstenameise der Gattung *Cataglyphis*. © Jean-mart CHRISTOPHE. Abdruck mit freundlicher Genehmigung.



Abb. 4: Die Waldameise (*Formica rufa*). © 2004 M. BETLEY. Abdruck gewährt unter GNU Freie Dokumentationslizenz

Abb. 5: Die Schmalbrustameise *Temnothorax spec.* beim Pflegen ihrer Larven.
© Alex WILD;
Abdruck mit freundlicher Genehmigung



der Futterstelle eingefangen und entweder mit Schweineborsten Stelzen an die Beine geklebt, oder die Beine (und so etwas können wohl nur Wissenschaftler tun – Autsch!) etwas abgeschnitten. Die Ameisen mit Stelzen liefen ca. 5 m über den Nesteingang hinaus, die mit gekürzten Beinen suchten den Nesteingang bereits nach ca. 6 m. Damit war endlich klar, dass jeder gemachte Schritt wie in einem Kilometerzähler aufgezeichnet wird. Aus den zurückgelegten Schritten und Winkeln berechnen die Ameisen ihren geraden Rückweg (WITTLINGER et al. 2006; 2007).

Ameisen mit optischem Autopilot

Wald-Ameisen (*Formica rufa*, Abb. 4) leben in einer sehr formenreichen Umwelt. Tatsächlich orientieren sie sich optisch an den sichtbaren Landmarken (z.B. Baumstümpfe, Pilze, etc.), um sich im Gelände zurechtzufinden. Auf ihrem Weg machen die Ameisen mentale „Schnappschüsse“ von ihrer Umgebung. Dabei merken sie sich allerdings nicht das gesamte Bild (das wären viel zu viele Daten für ein Ameisengehirn), sondern extrahieren allein die Breite eines Objektes. Sie merken sich an einer bestimmten Stelle, dass z.B. der Baumstumpf eine Breite von X1 und der Pilz eine Breite von X2 hat, usw. Diese Werte werden in einer „Tabelle“ gespeichert. Auf dem Rückweg vergleicht die Ameise die abgespeicherten Werte mit den aktuell sichtbaren und kann daraus zurückschließen, wo auf ihrem Weg sie sich befindet (HARRIS et al. 2007).

Hygienische Ameisen

Schmalbrustameisen (*Temnothorax albipennis*; vgl. Abb. 5) ziehen öfter um, wenn das alte Nest nicht mehr den gewünschten Standard aufweist. Die Kolonien dieser Ameisen zählen mit zu den kleinsten unter den Ameisen mit z.T. unter 100

Tieren pro Kolonie. Viele eusoziale Tiere, die neue Nistgelegenheiten suchen, verschaffen sich zuerst einen Überblick über ihr mögliches neues Heim und sind dabei durchaus wählerisch. Honigbienen überprüfen z.B. das Volumen einer Höhle, die Größe des Eingangs, die Höhe des Eingangs über dem Erdboden und die Himmelsrichtung. Die Schmalbrustameisen schätzen die Bodenfläche, begutachten möglichen Lichteinfall, testen die lichte Höhe der Höhlung und die Weite des Eingangs. Dabei kann es vorkommen, dass geeignete Nisthöhlen schon zuvor von Artgenossen benutzt wurden. Honigbienen ziehen Nistgelegenheiten vor, in denen sich bereits Waben von Vorläufern befinden und nehmen den Nachteil von möglicherweise sich herumtreibenden Krankheitserregern in Kauf. Dabei ist Hygiene an sich für eusoziale Insekten sehr wichtig. Man weiß von Blattschneiderameisen, dass angesammelte Blattreste und tote Ameisen die Sterblichkeit der Lebenden erhöhen. FRANKS und Mitarbeiter (2005) testeten Schmalbrustameisen auf diesen Aspekt hin. Sie legten den Ameisen Nisthöhlen vor, in denen entweder tote Ameisen oder Steinchen gleicher Größe und Anzahl vorzufinden waren. Lagen fremde tote Ameisen herum, nahmen von 14 Kolonien immerhin 4 das Nest mit Ameisen, aber 10 ein Nest mit Steinchen. Lagen tote Ameisen des eigenen Stammes herum, dann wurde immer nur das Nest mit Steinchen bezogen. Diese Experimente sind die ersten, die zeigen, dass Ameisen auch hygienische Aspekte ihren Entscheidungen zugrunde legen.

Niko Winkler

Literatur

- GRONENBERG W, TAUTZ J & HÖLDOBLER B (1993) Fast trap jaws and giant neurons in the ant *Odontomachus*. *Science* 262, 561.
- LÖNNIG W-E & BECKER H-A (2004) Carnivorous plants. In: Sciences NEoL, editor. *Encyclopedia of Life Sciences*. London: Nature Publishing Group. pp. 1-7.
- PATEK SN, BAIO JE, FISHER BL & SUAREZ AV (2006) Multifunctionality and mechanical origins: ballistic jaw propulsion in trap-jaw ants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103, 12787-12792.
- BEHE MJ (1996) *Darwin's black box*. New York, USA: Free Press.
- WITTLINGER M, WEHNER R & WOLF H (2006) The ant odometer: stepping on stilts and stumps. *Science* 312, 1965-1967.
- WITTLINGER M, WEHNER R & WOLF H (2007) The desert ant odometer: a stride integrator that accounts for stride length and walking speed. *J. Exp. Biol.* 210, 198-207.
- HARRIS RA, GRAHAM P & COLLETT TS (2007) Visual cues for the retrieval of landmark memories by navigating wood ants. *Curr. Biol.* 17, 93-102.
- FRANKS NR, HOOPER J, WEBB C & DORNHAUS A (2005) Tomb evaders: house-hunting hygiene in ants. *Biol. Lett.* 1, 190-192.