

BIOLOGIE

Schlauer im Schwarm

Ein britischer Biologe erforscht das Gruppenverhalten von Ameisen, Heuschrecken, Fischen, Vögeln, Menschen und Krebszellen. Gehorchen sie alle den gleichen, einfachen Gesetzen?

Warum erduldet ein hoffnungsvoller Wissenschaftler bloß freiwillig solche Qualen? Iain Couzin, 34, rosiges Gesicht mit Nickelbrille, schüttelt sich heute noch, wenn er an seine Feldstudien in Mauretanien denkt.

„Wir wollten herausfinden, wie die verheerenden Heuschreckenplagen in Afrika entstehen“, sagt der britische Biologe, der vor einem halben Jahr sein Quartier an der Princeton University bezogen hat. Abgesehen von einem dunklen Holztisch, ein paar grün gemusterten Polsterstühlen und einer altmodischen Stehlampe ist sein Büro noch ziemlich kahl.

„Wüstenheuschrecken sind scheue Einzelgänger, die sich so lange wie möglich aus dem Weg gehen“, erklärt Couzin. „Aber wenn eine kritische Dichte erreicht wird, marschieren sie auf einmal in Reih und Glied und bilden riesige Schwärme, die ganze Landstriche verwüsten können.“ Die Frage ist nur: warum?

Bei einem Laborexperiment hatte Couzin eine bizarre Entdeckung gemacht: Sobald seine Probanden anfangen, geordnet hintereinander herzuziehen, bissen sie sich gegenseitig ganze Stücke aus dem Hintern. Couzin schnitt ihnen die Nerven zwischen Bruststück und Abdomen durch, so dass sie hinten nichts mehr spüren konnten. „Danach marschierten sie überhaupt nicht mehr. Der ganze Verband löste sich auf.“

Da kam der Forscher auf eine tollkühne Idee: Ist es womöglich der Kannibalismus, der die Insekten dazu treibt, sich in Kolonnen zu bewegen? Um diese Frage zu klären, reiste er nach Nordafrika: „Es war ein Desaster.“

Immer tiefer drangen die Forscher in die Sahara vor – nur Heuschrecken, die fanden sie nicht. Irgendwann gingen ihnen fast das Wasser und die Vorräte aus. „Zum Glück kamen Beduinen vorbei und verkauften uns rohes Kamelfleisch“, erzählt Couzin und verzieht die Mundwinkel.

Nach mehreren Wochen entdeckten die Forscher doch noch ein paar verlorene Heuschrecken im Sand. Die Freude währte aber nicht lange: „Als ich die Tiere anfasste, verwandelten sich meine Hände binnen kürzester Zeit in zwei riesige blasenbedeckte Dinger“, klagt Couzin und zeigt ein Foto, auf dem er mit verbundenen

Händen in die Wüste starrt. Auf der Haut der Insekten hatte sich ein aggressiver Pflanzenstoff festgesetzt.

Aber es müssen ja nicht unbedingt ätzende Wüstenheuschrecken sein. Das

Schöne an Couzins Forschung ist, dass sie sich auf ganz verschiedene Tierarten anwenden lässt – auf Ameisen, Heringe, Stare oder auch auf Menschen. Es geht ihm um das Rätsel der Schwarmintelligenz, der Klugheit des Kollektivs: Wie bündeln sich einfache Handlungen von Individuen zum komplexen Verhalten einer Gruppe?

Wie zum Beispiel ändert ein Fischschwarm blitzartig seine Richtung, wenn ein Hai auftaucht? Wie verständigen sich Zugvögel auf die beste Flugformation? Wer entscheidet, wie viele Ameisen für die Futtersuche das Nest verlassen müssen?

„Es braucht keinen Anführer, um solche Entscheidungen zu treffen“, sagt Couzin. Die Einzelnen müssen nicht intelligent



Jagender Hai im Fischschwarm
„Es braucht keinen Anführer“



Biologe Couzin in Mauretanien

„Es war ein Desaster“

sein, sie müssen nicht begreifen oder gar überblicken, was die Gruppe gerade tut – und doch sind sie im Schwarm schlauer.

Am meisten beeindruckt haben den Biologen Hunderttausende Heeresameisen, die er vor einigen Jahren im Urwald von Panama beobachtet hat. „Die sind praktisch blind, aber sie bewegen sich unfassbar schnell und präzise und bauen dabei auch noch mit ihren Körpern Brücken, um Löcher im Boden zu überqueren.“ Am Eingang des Ameisenbiwaks entdeckte Couzin eine Art dreispurige Autobahn: In der Mitte schleppten die Krabbeltiere ihre Beute ins Lager, auf den äußeren Spuren eilten sie im Stechschritt nach draußen. Das disziplinierte Gewusel erstreckte sich 140 Meter weit quer durch den Wald.

Wie finden die Insekten die richtige Spur, wieso rempeln sie nicht aneinander, und vor allem: Warum stecken sie nie im Stau? „So ein effizientes Transportsystem könnten wir Menschen auch brauchen“, sagt Couzin und lächelt. „Ameisen haben da einen evolutionären Vorteil. Deshalb versuchen wir, von ihnen zu lernen.“

Er hat auf Grundlage der Ameisenbiologie ein Computermodell entwickelt. Kommuniziert wird darin nur durch Berührung und Düfte. Denn das sind die Kanäle, über die sich die Ameisen verständigen: Tiere, die im Lager geblieben sind, riechen anders als jene, die draußen waren. Die Duftstoffe heimkehrender Kundschafterinnen veranlassen die Artgenossen, ebenfalls aus dem Biwak zu marschieren. Finden sie viel Nahrung, kommen sie schneller zurück, hinterlassen mehr Duft und signalisieren den anderen so, dass sie Verstärkung brauchen.

Ähnliche Spuren legen auch die virtuellen Krabbler. Jede Modellameise kann zudem ihre Antennen bewegen. Berührt sie damit eine Artgenossin, kann sie sich entweder an ihr vorbeidrängeln oder ihren Schritt verlangsamen und ausweichen.

„Das Modell zeigt, dass Ameisen einen sehr engen Handlungsspielraum haben“, sagt Couzin. Weichen sie zu weit aus, verlieren sie ihre Duftspur. Reagieren sie zu

langsam, behindern sie die nachfolgenden Tiere – ein Stau entsteht. Das Ameisenrezept für flüssigen Verkehr: Arbeiterinnen, die Nahrung heranschaffen, rempeln sich rücksichtslos ins Lager zurück. Diejenigen aber, die hinausgehen, weichen bei jeder Berührung zur Seite. So entsteht auch im Computermodell ganz von selbst die dreispurige Ameisenstraße, die sich im Regenwald von Panama besichtigen lässt.

„Die Verkehrsregeln der Ameisen sind einfach und können doch helfen, komplizierte Probleme zu lösen“, sagt Couzin. So möchten Telefongesellschaften die Gesprächsvermittlung in Netzen beschleunigen, indem sie elektronische „Duftstoffe“ einsetzen, die Hinweise auf die schnellste Verbindung geben. Auch bei der Routenplanung von Lastwagenflotten und bei der Programmierung von Robotern haben sich die Strategien der sozialen Krabbeltiere als hilfreich erwiesen. Techniker versuchen zum Beispiel, einen sich selbst organisierenden Verband von Rettungsrobotern zu entwickeln, der Menschen aus Gefahrenzonen holen kann.

Gemeinsam mit der Ingenieurin Naomi Leonard, ebenfalls an der Princeton University tätig, plant Couzin einen Laborversuch, bei dem Fischattrappen in einen Schwarm eingeschleust werden sollen – mit dem Ziel, die Fische zu manipulieren und von ihnen zu lernen. „Roboter werden dabei unter dem Fischbecken sein“, erklärt er. „Sie werden mit Magneten ausgestattet und steuern so Magneten im Wasser, die als Fische getarnt sind.“ Er grinst wie ein kleiner Junge. „Solche Experimente machen einfach unheimlichen Spaß!“

Mehr noch als die Tüftelei faszinieren ihn aber die artenübergreifenden Gesetze der Schwarmintelligenz: „Je mehr Arten ich mir anschau, desto mehr allgemeingültige Muster kann ich erkennen.“ Menschen zum Beispiel verhielten sich oft ganz ähnlich wie Fische.

Zum Beweis lässt Couzin grüne Punkte über seinen Computerbildschirm schwirren. „Das ist unser Fischschwarm“, erklärt er. Damit der Schwarm funktioniere, muss-

ten die virtuellen Fische nur drei einfache Regeln befolgen: Bleibe bei der Gruppe, vermeide Zusammenstöße und schwimme in dieselbe Richtung wie deine Nachbarn. Das allein reicht, und schon setzt sich der Schwarm ganz spontan in Bewegung: Plötzlich flitzen die Punkte im Kreis hintereinander her, wie ein sich drehender Donut. „Als ich dieses Muster zum ersten Mal sah, dachte ich, das muss ein Fehler im Programm sein“, gesteht der Biologe. „Aber Fische tun das wirklich manchmal.“

Und Menschen tun es auch. Das hat er bei einem Experiment gemeinsam mit Forschern der University of Leeds herausgefunden. Sie wiesen Gruppen von jeweils acht Versuchspersonen an, auf Kommando loszugehen, nahe beieinander zu bleiben, nicht stehen zu bleiben, sich nicht zu unterhalten oder zu gestikulieren. Nie dauerte es lang, bis das gleiche Muster entstanden war: der sich drehende Donut. „Das ist offenbar die beste Strategie, um Energie zu sparen, während man in Bewegung bleibt.“

In einem zweiten Schritt testeten die Forscher, wie die Gruppe reagiert, wenn einzelne Mitglieder sie in eine bestimmte Richtung lenken sollen. „Die Bewegungen stimmten größtenteils mit dem Modell des Fischschwarms überein“, sagt Couzin und folgert: „Lässt man komplexe Interaktionen wie Sprechen oder Abstimmen weg, funktionieren Menschenmengen weitgehend nach denselben Gesetzen wie andere Schwärme.“

Auch das Rätsel der garstigen Heuschrecken glaubt der Forscher inzwischen gelöst zu haben – wenn auch nicht im fernen Mauretanien. Er fand nämlich heraus, dass die in den USA heimischen Mormonengrillen nach ähnlichen Regeln Kolonien bilden wie die Wüstenheuschrecken.

Um sie zu studieren, brauchte er nur nach Idaho zu fahren. „Dort hatten wir nach fünf Tagen alle Daten beieinander“, sagt Couzin triumphierend. Sein Befund: Die marschierenden Mormonengrillen waren ausgehungert – es mangelte ihnen an Proteinen und Salz. Je weniger sie davon hatten, desto aggressiver war ihr Gruppenverhalten. „Sie versuchten ständig, die Tiere vor sich zu fressen und dabei den Attacken von hinten auszuweichen.“ Nicht nur der Hunger, sondern auch die Gefahr, von hinten angeknabbert zu werden, setzt demnach die Karawane in Gang: „Diese Erkenntnis hat uns echt umgehauen.“

Inzwischen hat sich Couzin einem weiteren faszinierenden Forschungsobjekt zugewandt: Tumorzellen. „Die kommunizieren auch über Botenstoffe und wandern gemeinsam durchs Gewebe“, konstatiert er. Nun will er herausfinden, ob sich die bösartigen Zellen dabei ähnlich verhalten wie Ameisen, Heuschrecken oder Menschen.

SAMIHA SHAFY