



Bienen beim Wabenbau: Die leeren Zellen dienen den Tieren als Telefonleitung.

Bild: Helga R. Heilmann/Beegroup

# Bienen haben ihr eigenes Telefonnetz

Das Geheimnis der Bienensprache: Würzburger Wissenschaftler widerlegen die gängige Lehrmeinung zum so genannten Schwänzeltanz

Von unserem Mitarbeiter  
Helge Sieger

Der Mars im Jahr 2050: Ein Roboter-Schwarm wird über dem Roten Planeten ausgestreut. Nicht alle der kleinen Einheiten überstehen die unsanfte Landung. Doch ihr Ausfall bleibt ohne große Folgen für die Mission. Sofort beginnen die „überlebenden“ Mitglieder der Gruppe, das Gelände nach einem geeigneten Basislager abzusuchen. Die Auswahl dieses Ortes wird mit größter Sorgfalt vorgenommen. Denn egal, welchen Auftrag diese Kleinstroboter in den kommenden Monaten erledigen: Stets werden sie hierher zurückkehren, ins Zentrum der kleinen Roboter-Kolonie.

Es ist der Platz, an dem sie sammeln, sich regenerieren oder reparieren, ja sogar weitere Roboter nach eigenem Vorbild gemeinsam erschaffen. Hier lagern sie Rohstoffe und energiereiche Verbindungen. Hier planen sie ihre nächsten Schritte. Denn dieser Ort ist vor allem eines: ein Marktplatz der Informationen, eine Nachrichtenbörse.

Der ständige Informationsaustausch ist für den Erfolg der Roboterkolonie unabdingbar. Er ermöglicht dem System als Ganzes, blitzschnell auf veränderte Situationen reagieren zu können. Obwohl für sich allein genommen nicht sonderlich intelligent, meistern die Mini-Roboter auf diese Weise im Verbund selbst komplizierte Aufgaben mit Bravour. Fällt ein Roboter aus, übernehmen die übrigen seine Aufgabe. Eine fantastische Utopie à la Jules Verne oder Isaac Asimov? Fast scheint es so. Doch: Ein solches System existiert bereits. Seit etwa 50 Millionen Jahren. Auf unserer Erde. Mitten unter uns: Honigbienen lassen Wissenschaftler immer wieder staunen.

Bienen zeigen ein perfektes Modell für vernetzte Mikrosysteme. Ein Bienenvolk besteht aus rund 50 000 gleichartigen Individuen: kleine, hoch bewegliche Einheiten, die untereinander in sinnvoller Wechselwirkung stehen. Jede von ihnen kann alle im Bienenalltag anfallenden Aufgaben übernehmen. Dabei reagiert die Kolonie selbst auf unvorhersehbare Ereignisse kompetent und konkurrenzlos flexibel.

Ein Beispiel bietet das Auffinden und Ausbeuten von Nahrungsquellen. Wann und wo die nächste Pflanze lohnenswerte Blüten treibt, ist für Bienen nicht vorhersehbar. Ausgehend von einer festen Basis – sprich dem Bienenstock – erforschen sie deshalb unablässig ihre Umgebung. Eine kleine Anzahl so genannter Scoutbienen ist dazu ständig im Einsatz. Sie überfliegen das Einzugsgebiet des Volkes, das leicht hundert Quadratkilometer betragen kann. Entdeckt ein Scout einen frisch erblühten Kirschaum, legt er einige Orientierungsflüge zwischen dem Baum und seinem „Basislager“ zurück. Auf diese Weise prägt sich der Späher den kürzesten Weg zwischen Nahrungsquelle und Bienenstock ein.

Zuhause informiert er seine Nestgenossen über den gemachten Fund. Dazu

bedient sich die Scoutbiene eines ausgeklügelten Kommunikationssystems. Bereits vor mehr als 60 Jahren wies der spätere Nobelpreisträger Karl von Frisch nach, dass die Insekten den inzwischen berühmten „Schwänzeltanz“ als Bienensprache nutzen. Mit seiner Hilfe lockt die Scoutbiene weitere Helferinnen zur entdeckten Nektarquelle. Dies muss rasch geschehen – „schließlich schläft die Konkurrenz auch unter Bienenvölkern nicht“, so Jürgen Tautz, Professor am Biozentrum der Universität Würzburg.

Zudem sollte die Einteilung der verfügbaren Hilfskräfte möglichst ökonomisch erfolgen, die Anzahl rekrutierter Bienen der Aufgabe angemessen sein. „Um derart flexibel auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren zu können, haben Bienen ein Repertoire an Signalen entwickelt, das wir erst in Ansätzen verstehen“, sagt Tautz. Um sich etwa in der Finsternis ihres Stockes verständigen zu können, haben Bienen ein eigenes Telefonnetz erfunden. Als Telefonleitung fungieren die oberen Ränder leerer Waben. Allerdings benutzen Bienen ihre Kommunikationseinrichtung nur, um grobe Informationen zu übermitteln, wie: „hier ist eine Tänzerin“, „das Volk wird bedroht“ oder „die alte Königin ist tot“.

Für detaillierte Informationen suchen Bienen stets direkten Kontakt. So kodieren sie Richtung und Entfernung eines wichtigen Ziels (Nistmöglichkeit für ein Volk, Futter- oder Wasserstelle) über die Dauer und die Ausrichtung des Schwänzeltanzes relativ zur Schwerkraft. Dessen Botschaft ist ebenso klar, wie einfach. Es gilt: langes Schwänzeln gleich langer Flug; kurzes Schwänzeln gleich kurzer Flug. Trotzdem stand dieser „Schwänzellauf“ Jahrzehnte nach seiner Entdeckung kürzlich wieder im Blickpunkt wissenschaftlichen Interesses. „Wir haben uns die Frage gestellt: Woher wissen die Nachfolge-Bienen eigent-

lich, das irgendwo auf der Wabe ein Scout „tanzt“. Schließlich ist es stockfinster im Nest“, sagt Bienenforscher Jürgen Tautz.

Über die akribische Auswertung von Zeitlupenaufnahmen gelang es seinem Team, eine lang gehegte Lehrmeinung zu widerlegen. Tatsächlich kann von einem Schwänzeln-„Lauf“ keine Rede sein. Vielmehr hält sich die Biene während der gesamten Schwänzelpause mit ihren Füßen an den Rändern der Wabenzellen fest – zumindest so lange es ihr mechanisch möglich ist.

„Der Schwänzellauf ist eine optische Illusion“, so Tautz. Der irreführende Eindruck des Laufens entsteht, weil die Tänzerin ihren Körper durch einfaches Strecken der Beine vorwärts schiebt und nur ab und zu mit dem einen oder anderen Bein festeren Halt sucht. Das Ergebnis ist ein mechanisch wohlbegründetes Schwänzeln-„Stehen“. „Wie wir entdeckt haben, lockt die Tänzerin Stockgenossinnen über Vibrations Signale an“, sagt Tautz. Zu diesem Zweck bringen Tänzerinnen für einen kurzen Moment ihre stärkste Maschine auf Touren: ihren Flugmotor.

Bis zu 270 Schwingungen pro Sekunde erzeugt die für das Schwänzeln verantwortliche Muskulatur. Dabei werden die Flügel ausgekoppelt. „Sie können es mit dem Autofahren vergleichen: Sie treten die Kupplung, geben gleichzeitig Vollgas und der Motor geht ab wie nichts“, erklärt Tautz. Die auf diese Weise erzeugte Energie leitet die tanzende Biene gezielt in den Untergrund – „indem sie ihr Triebwerk dort durchstartet, wo sie am stärksten an den Zellrändern zieht. Die Schaukelbewegung, das Schwänzeln, dient nur dazu, die Schwingungen des Bienenkörpers effektiv in das Telefonnetz einzuspeisen. Solche vibrierenden Nachrichten erregen noch in vier Zentimetern Entfernung das Interesse arbeitsloser Bienen.“

Damit wichtige Botschaften nicht im Rauschen allgemeinen Bienengetrampels untergehen, greifen die Insekten zu einem faszinierenden Kniff. Sie verrechnen über ihre sechs Beine das räumliche Muster der

sich ausbreitenden Vibrationswelle. Stör-signale werden dadurch einfach ausgeblendet.

Nach einem vergleichbaren Prinzip arbeiten die heutigen Astronomen. Indem sie Radioteleskope in Deutschland, Australien und den USA miteinander verknüpfen, filtern sie Signale ferner Sterne aus dem Weltraumrauschen.

Für das Anwerben weiterer Sammelbienen ist vor allem wichtig, dass die Tänzerin weiß, wovon sie spricht. Doch wie erkennt sie, aus welcher Himmelsrichtung und Entfernung sie von der Nahrungsquelle zum Nest zurückgefliegen ist? Die Richtung, soviel ist schon länger bekannt, liest sie am Sonnenstand und am Polarisationsmuster des Himmels ab.

Neu ist die Erkenntnis, wie sie die zurückgelegte Strecke bestimmt.

„Früher dachte man, es sei der Energieverbrauch, über den Bienen berechnen, wie weit sie geflogen sind“, sagt Bienenexperte Tautz. Er kam der Wahrheit mit einem raffinierten Versuch auf die Spur. In Tunnelexperimenten konfrontierte er seine Versuchstiere mit wechselnden „Landschaftsmustern“ – variablen Abfolgen von schwarz-weißen Quadraten. Anschließend beobachtete er, welche Entfernungsangaben von den Scoutbienen im Stock übermittelt wurde.

Gemeinsam mit seinen Würzburger Mitarbeitern sowie australischen Kollegen

machte Tautz dabei eine spannende Entdeckung: Bienen schätzen Distanzen anhand der Abfolge von Bildern, die sie während eines Fluges sehen. „Der optische Kilometerzähler der Biene misst keine absoluten Entfernungen. Fliegt aber eine Folgebene die gleiche Strecke wie eine tanzende Sammelbiene ab, nimmt sie auch dieselbe Bildfolge wahr. So kann sie die Information zielgerecht abarbeiten“, erklärt Tautz.

Inzwischen ist es den Würzburger Forschern sogar gelungen, die dafür verantwortlichen Sinneszellen zu identifizieren. Ähnlich dem Menschen verfügen Honigbienen über drei verschiedene Arten von Lichtrezeptoren, die aber auf etwas andere Wellenlängen abgestimmt sind – einen grünempfindlichen, einen blauen und einen für ultraviolette Licht.

„Bienen setzen ausschließlich den Grünrezeptor als optischen Kilometerzähler ein, was angesichts der grünen Vegetation in ihrer Umwelt Sinn macht“, sagt Tautz.

Natürlich ist eine derartige Entfernungsangabe nicht sehr präzise. Bienen begegnen diesem Problem, indem sie ortsunkundigen Neulingen auf der letzten Wegstrecke erfahrene Führer an die Seite stellen. Diese Tiere markieren das Ziel und dessen nähere Umgebung gewissermaßen mit duftenden „Straßenschildern“ – freigesetzt aus speziellen Drüsen in ihrem Hinterleib.

## Scoutbienen plaudern im Basislager

## Der Lauf der Insekten ist eine optische Illusion



Astronomen arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die findigen Insekten, wenn sie Signale weit entfernter Sterne aus dem Weltraumrauschen herausfiltern.



Wie der Kilometerzähler der Bienen funktioniert, konnten die Würzburger Forscher beim Experiment mit einem schwarz-weißen Tunnel nachweisen.

Bild: Marco Kleinhenz/Beegroup

Bild: dpa