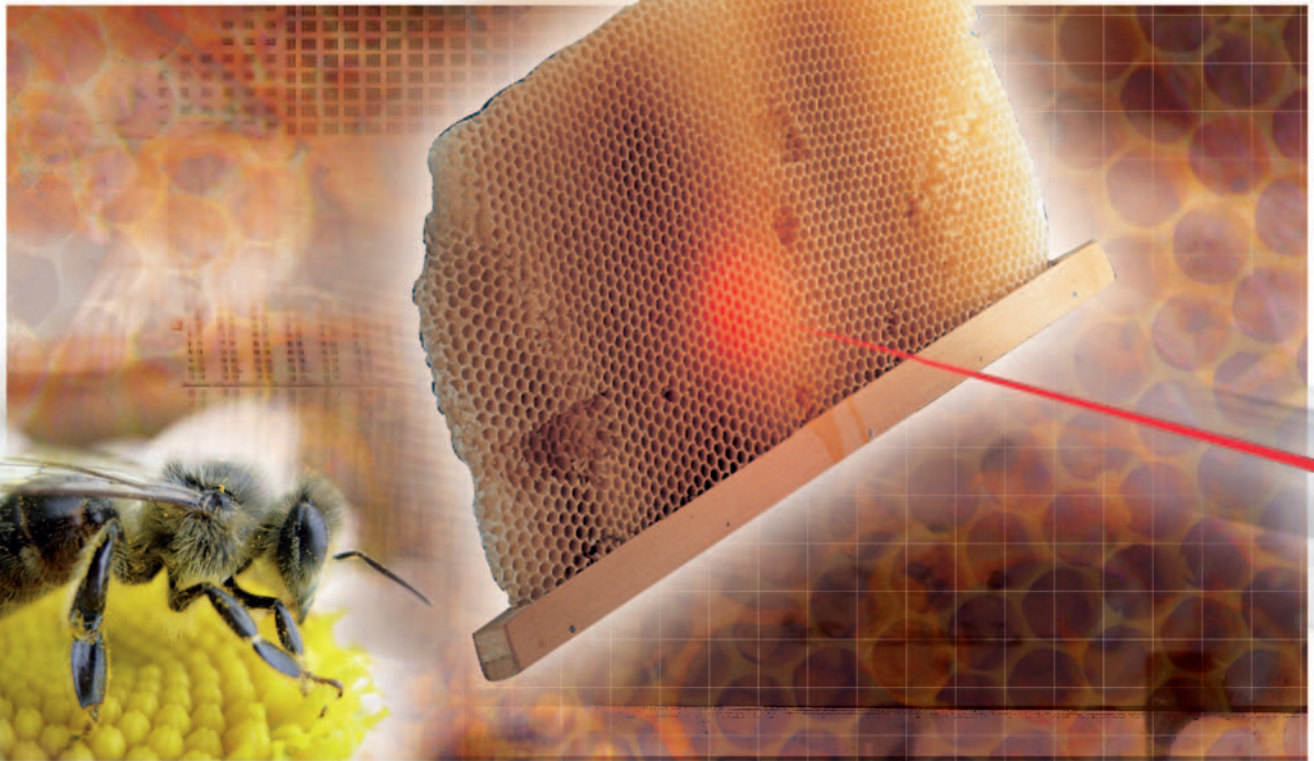


Good Vibrations



Tanzende Bienen erzeugen Wabenschwingungen als Kommunikationsform

Honigbienen leben in Staaten von im Mittel etwa 50.000 Individuen. Wir beginnen erst so allmählich den Reichtum des Informationsaustausches in diesem „Superorganismus“ zu verstehen. Moderne physikalische Methoden gestatten es, unsere Kenntnis zum Einsatz mechanischer Signale in der Kommunikation zwischen den Honigbienen stark zu erweitern.

Futterplatzrekrutierung bei der Honigbiene

Sammelbienen, die eine neue Futterstelle entdeckt haben, führen im dunklen Stock den so genannten Bientanz, auch Schwänzeltanz genannt, auf. Im zeitlich-räumlichen Aufbau der Tanzfigur steckt die Information über die geographische Lage des Futterplatzes. Diese Information wird während der Tanzbewegungen von der Tänzerin auf die im direkten Körperkontakt mittanzenden Nachfolgebienen übertragen. Die hochkomplexe Kette der Informationsweitergabe beginnt im Stock damit, dass die anderen Bienen auf eine Tänzerin aufmerksam werden und sie aufsuchen. Oft bewegen sich mehrere Tänzerinnen in Abständen

von wenigen Bienenlängen voneinander, wobei unterschiedliche Futterstellen gleichzeitig angezeigt werden können. Die anlockenden Signale, die diese Tänzerinnen aussenden, sollten, um gegenseitige Störungen zu minimieren und um nicht zu viele Bienen anzulocken, eine geringe Reichweite besitzen.

Die Tänzerin als Quelle von Wabenschwingungen

Diese Funktion erfüllen Wabenvibrationen, die durch die Tänzerinnen generiert werden. Die Messung dieser Wabenschwingungen erwies sich als extrem schwierig, da ein aktives Volk für einen ständigen enormen Rauschpegel sorgt. Mittels berührungsloser Laser-Doppler-Vibrometrie konnte

jedoch, wenn die Bewegungsphasen der Biene und die Zeitfenster der Analyse sehr exakt abgestimmt wurden, auf der Wabe direkt neben einer Tänzerin gemessen werden (Bild1).

Die tanzbedingten Frequenzen, die man dabei messen kann, liegen im Bereich zwischen 200 und 300 Hz. Dabei treten Pulse von ca. 30 – 50 Millisekunden Länge auf.

Diese Pulse liegen im Zeitverlauf der Schwänzeltbewegung in der Regel so, dass die Umkehrphase der Schwänzeltbewegung betont ist. Das lässt vermuten, dass eine wichtige Rolle der für uns auffallenden Schwänzeltbewegung darin besteht, die Vibrationspulse der Flugmuskulatur effektiv an die Wabe anzukoppeln.

Wie gut leiten Waben Schwingungen?

Unter einigen vereinfachenden Annahmen hat man berechnet, dass eine Tänzerin während der Schwänzelstrecke die Kraft von maximal 1 Milli-Newton auf die Ränder der Zellen ausübt. Auf dieser Grundlage wurden im Experiment die Ränder der Zellen einer leeren Wabe mit dieser Kraft und dem Frequenz- und Zeitmuster, wie es für Tänzerinnen gemessen wurde, angeregt, um zu untersuchen, ob, wie, welche und wie gut Schwingungen über die Wabe geleitet werden. Dabei zeigte sich, dass die Waben die Schwingungen im untersuchten Frequenzbereich am besten als horizontale Verschiebungen des Netzes, gebildet aus den Zellrändern, weiterleiten.

Ein Problem taucht auf, wenn man bedenkt, dass in einer rauschartigen Anregung, wie sie durch die Aktivität aller Bienen auf einer Wabe auftritt, ebenfalls Wabenschwingungen im Sendebereich der Tänzerinnen auftreten. Das Signal kann also im Rauschen versteckt sein. Die Verhaltensreaktionen der Bienen, die in der Nähe einer Tänzerin auf einer Wabe stehen oder gehen, zeigen aber, dass die Tänzerin sehr zuverlässig erkannt wird. Neben der hohen Wahrscheinlichkeit, dass parallel weitere Informationskanäle (Luftbewegung, höhere Körpertemperatur der Tänzerin, chemische Reize) genutzt werden, bietet auch die Wabenschwingung selbst Optionen zur Lösung dieses Signal-/Rauschproblems.

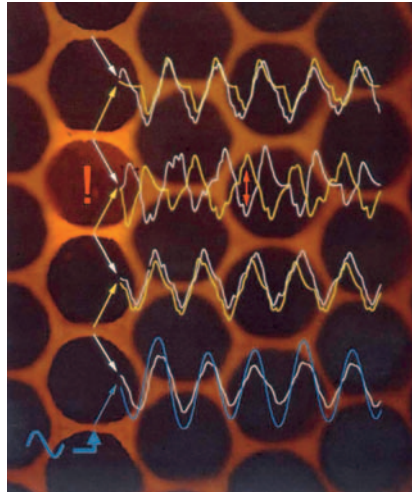


Bild 2: Messergebnisse an einer Reihe angrenzender Zellen. Die gegenüberliegenden Wände der einzelnen mit „!“ markierten Zelle schwingen im Gegentakt.

Bienen stehen mit sechs Beinen auf den Zellrändern und verfügen somit über sechs simultan arbeitende Sensoren. Mit Hilfe zweier identischer Polytec OFV Einpunkt-Laservibrometer wurde an leeren Waben die Schwingung der Zellränder an zwei Stellen gleichzeitig gemessen. So konnte nachvollzogen werden, was zumindest zwei der sechs Bienenbeine gleichzeitig wahrnehmen können.

Es zeigte sich, dass bei der bestübertragenen Frequenz in einer gesamten Reihe von Zellen quer über die ganze Wabe hinweg alle gegenüberliegenden Wände jeder einzelnen Zelle in die gleiche Richtung schwingen.

Man findet jedoch in jeder Zellreihe eine einzige Zelle (Bild 2), deren Wände in exakter Gegenphase schwingen (Schwingungsknoten). Diese Zelle ist je nach Lage des Anregungspunktes zwischen einer und sieben Zellen vom Anregungsort entfernt. Es ist denkbar, dass die auf den Zellrändern stehenden oder gehenden Bienen diese besondere Zelle erkennen und als Nähe zu einer Tänzerin deuten. Der maximale Abstand, aus dem die Folgebienen noch von einer Tänzerin angelockt werden, liegt nämlich bei genau sieben Zellen.

Resümee

Soziale Insekten sind hervorragende Studienobjekte, wenn es um Fragen der Mechanismen und der Evolution von differenzierten inhaltsreichen Signalen geht. Der Einsatz zeitgemäßer physikalischer Messmethoden zur quantitativen Erfassung der Signale und ihrer Ausbreitung hat gezeigt, wie hervorragend die Honigbienen im Laufe ihrer Evolution die durch sie produzierten Vibrationssignale, die Weiterleitung solcher Signale über die Waben und die jeweils gewünschte Publikumsgröße aufeinander abgestimmt haben.

AUTOR · KONTAKT

Prof. Dr. Jürgen Tautz
Beegroup Würzburg
Biozentrum, Universität Würzburg
97074 Würzburg
tautz@biozentrum.uni-wuerzburg.de

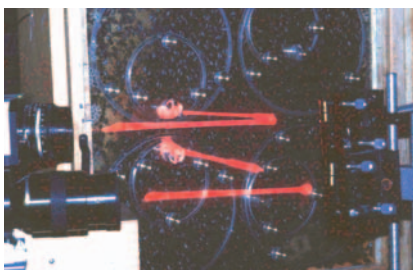


Bild 1: Versuchsaufbau. Die Kolonie ist durch eine Plexiglasscheibe mit beweglichen Kreisausschnitten verschlossen. Mit Hilfe weiterer beweglicher und transparenter Elemente und von 90°-Umlenkspiegeln kann an nahezu jeder Position der Wabe gemessen werden, ohne dass Bienen in den Messstrahl gelangen.

