

Press release

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Dr.rer.nat. Arne Claussen

02/24/2023

<http://idw-online.de/en/news809875>

Research results, Scientific Publications
Biology, Zoology / agricultural and forest sciences
transregional, national



Fluoreszierendes Protein bringt Licht ins Bienenhirn

Biologie: Veröffentlichung in PLoS Biology Ein internationales Team von Bienenforschenden unter Beteiligung der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHU) hat einen Calcium-Sensor in eine Biene integriert. Mit seiner Hilfe kann die neuronale Informationsverarbeitung bei der Honigbiene, unter anderem die Reaktion auf Gerüche, untersucht werden. Dies gibt auch Aufschlüsse darüber, wie soziales Verhalten im Gehirn verortet ist, wie die Forschenden in der Fachzeitschrift PLoS Biology erläutern.

Insekten sind wichtige sogenannte Modellorganismen für die Forschung. Denn auch wenn sich die Entwicklungslinien von Insekten und Menschen schon vor mehr als 600 Millionen Jahren getrennt haben, haben sie doch immer noch mehr als 60 Prozent der DNA gemeinsam.

Während seit über einem Jahrhundert vor allem die Fruchtfliege (*Drosophila melanogaster*) der Forschung dient, wird inzwischen immer mehr die Honigbiene (*Apis mellifera*) eingesetzt. Denn Bienen weisen ein komplexes Sozialverhalten auf – sie müssen Leistungen in den Bereichen Orientierung, Kommunikation, Lernen und Gedächtnis erbringen –, welches Bienen insbesondere auch für die Untersuchung der Gehirnentwicklung und neuronaler Prozesse interessant macht.

Ein Team von Forschenden der Universitäten in Düsseldorf, Frankfurt am Main, Paris-Saclay und Trient hat nun eine Methode entwickelt, um dem Bienenhirn direkt bei der Arbeit zusehen zu können. Von der HHU ist die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Martin Beye vom Institut für Evolutionsgenetik an der jetzt in PLoS Biology erschienenen Studie beteiligt.

Dazu wurde ein Calcium-Sensor ins Nervengewebe – die Neuronen – eingebaut. Calcium spielt eine wichtige Rolle bei der Aktivität von Nervenzellen. „Wir haben den genetischen Code von Honigbienen so verändert, dass ihre Gehirnzellen ein fluoreszierendes Protein produzieren. Dieses dient als Sensor, mit dem wir die Bereiche überwachen können, die als Reaktion auf Umweltreize aktiviert werden. Die Intensität des ausgestrahlten Lichts variiert je nach neuronaler Aktivität“, erklärt Dr. Albrecht Haase, Professor für Neurophysik an der Universität Trient.

Prof. Beye weist darauf hin, dass „es eine besondere Herausforderung war, diese ‚Sensor-Biene‘ zu realisieren. Denn wir mussten mit der DNA der Bienenkönigin arbeiten. Im Gegensatz zu Fruchtfliegen können Bienenköniginnen aber nicht einfach im Labor gezüchtet werden, da jede von ihnen zum Überlegen eine eigene Kolonie benötigt.“

Die Arbeit begann damit, in über Viertausend Bienenweibchen eine spezifische genetische Sequenz einzupflanzen. Am Ende eines langwierigen Zucht-, Test- und Auswahlprozesses standen schließlich sieben Königinnen, die den genetisch kodierten Sensor in sich trugen. Wenn sie sich in ihrem eigenen Staat fortpflanzten, gaben sie das Gen an einige ihrer Nachkommen weiter.

Der von dem Forschungsteam entwickelte Sensor diente dann zur Untersuchung des Geruchssinns der Bienen und wie die Wahrnehmung von Geruch in den Neuronen genetisch kodiert ist. Prof. Dr. Julie Carcaud von der Universität

Paris-Saclay und Prof. Dr. Jean-Christophe Sandoz, Forschungsdirektor am CNRS in Paris, erklären: „Die Insekten wurden mit verschiedenen Gerüchen stimuliert und mit einem hochauflösenden Mikroskop beobachtet. Auf diese Weise konnten wir feststellen, welche Gehirnzellen durch diese Gerüche aktiviert werden und wie diese Informationen im Gehirn verteilt werden.“

Dr. Marianne Otte, Koautorin der Studie aus Düsseldorf: „Die Messungen am lebenden Tier wurden mit einem ‚Konfokalen Zwei-Photonen-Fluoreszenzmikroskop‘ durchgeführt, mit dem wir von außen ins Gehirn der Biene schauen können. Dazu wird das Tier in einen Messstand geschnallt und dann werden ihm verschiedene Geruchsproben präsentiert.“

Prof. Dr. Bernd Grünewald von der Universität Frankfurt und Leiter des Instituts für Bienenkunde in Oberursel: „Mit der neuen ‚Sensor-Biene‘ lässt sich untersuchen, wie die Kommunikation innerhalb von Kolonien funktioniert und wie sich die Sozialität allgemein auf das Gehirn der Tiere auswirkt.“

Hintergrund: Konfokales Zwei-Photonen-Fluoreszenzmikroskop

Bei einem solchen Gerät wird Licht aus verschiedenen Richtungen auf einen winzigen Punkt fokussiert. Nur wenn zum gleichen Zeitpunkt zwei Lichtteilchen (Photonen) auf eines der fluoreszierenden Proteine treffen, das an einen gerade aktiven Calciumkanal gekoppelt ist, wird dieses Protein angeregt. Anschließend gibt es Licht einer charakteristischen Wellenlänge ab, welches dann mit sehr hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung aufgezeichnet wird.

Original publication:

Carcaud J, Otte M, Grünewald B, Haase A, Sandoz J-C, Beye M (2023) Multisite imaging of neural activity using a genetically encoded calcium sensor in the honey bee. *PLoS Biol* 21(1): e3001984.

DOI: [10.1371/journal.pbio.3001984](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001984)



Mit der ‚Sensor-Biene‘ kann untersucht werden, wie Bienen neuronal Umweltreize verarbeiten und wie ihr Sozialverhalten im Gehirn repräsentiert ist.
Christian Verhoeven (www.verhoevenfoto.de)