

VERHALTEN

Gesichtserkennung bei Wespen

Individuen einiger Feldwespenarten können sich untereinander anhand ihrer hochvariablen Körpermusterung erkennen. Diese Fähigkeit wird neuerdings mit der Nestgründungsstrategie in Verbindung gebracht und spiegelt sich auch in der Gehirnanatomie wider.

Uns Menschen erscheint die Fähigkeit, Artgenossen individuell erkennen zu können, als selbstverständlich. Ein Blick ins Tierreich zeigt allerdings, dass die zugrunde liegenden Mechanismen erst im Zuge der Evolution komplexen Sozialverhaltens entstanden sind und sie infolgedessen vor allem bei gruppen- oder staatenbildenden Tieren auftreten. Zu letzteren gehören Bienen, Wespen, Ameisen und Termiten mit ihren zum Teil hochorganisierten Staaten.

Für das Überleben einer Art ist es lebenswichtig, dass ihre Mitglieder imstande sind, zumindest Artgenossen von Fressfeinden oder Parasiten von Symbionten unterscheiden zu können. Auch innerartlich ist das Erkennen von „Klassen“ von Individuen, wie denen des jeweils anderen Geschlechts oder – bei staatenbildenden Tieren – den Vertretern verschiedener Kasten, essentiell. In einem bestimmten sozialen Kontext kann allerdings auch die individuelle Erkennbarkeit von Bedeutung sein.



Abb. 1. Feldwespen (Polistinae) sind staatenbildende Insekten, die vergleichsweise kleine, einschichtige Nester bauen, die im Gegensatz zu denen der Echten Wespen offen sind. Von den Vespinae unterscheiden sie sich außerdem durch die charakteristische Form des Hinterleibs. [Photo H. Berkhoudt]

Die Hautflügler (Hymenoptera), zu denen die staatenbildenden Bienen-, Wespen- und Ameisenarten gehören, sind schon lange ein bevorzugtes Studienobjekt der Soziobiologen. US-amerikanische Forscher um Elizabeth Tibbets von der University of Michigan (früher Cornell University, Ithaca) beschäftigen sich seit einigen Jahren mit Feldwespen (Polistinae) und ihren potentiellen Fähigkeiten zur individuellen Gesichtserkennung. In der neuesten Studie der Arbeitsgruppe wurde jetzt zum ersten Mal ein Zusammenhang zwischen der Fähigkeit zur visuellen Identifizierung von Gesichtsmustern und dem Gehirnaufbau hergestellt [1].

Die Feldwespen gehören wie auch die hierzulande bekannteren und ebenfalls mit einer schwarz-gelben Warnfärbung ausgestatteten Echten Wespen (Vespinae) zu den eusozialen (staatenbildenden) Vertretern der Faltenwespen (Vespidae), zu denen auch eine Reihe solitärer Arten zählen. Der alternativ verwendete Name Papierwespen bezieht sich auf das papierähnliche Material, das die Tiere durch Zerkauen von Holzfasern produzieren und zum Bau ihrer wabenförmigen Nester (Abb.1) einsetzen. Die meisten Feldwespenarten finden sich in den Tropen, wo sie durch das teilweise aggressive Verteidigen ihrer Nester auffallen. Bei unseren heimischen Feldwespen erfolgt die Nestgründung in der Regel durch ein einzelnes fortpflanzungsfähiges Weibchen, die Königin, die im Frühjahr einen Nistplatz auswählt und ein einschichtiges Nest mit sechseckigen Zellen baut. Später am Nest eintreffende Königinnen werden zwar von der Nestgründerin akzeptiert, ordnen sich dieser aber unter [2]. Solche einfachen (linearen) Hierarchien können sich nur in relativ kleinen Insektenstaaten etablieren wie sie die Feldwespen bilden. Ein Weibchen (die Königin) ist einem zweiten Weibchen gegenüber dominant, dem wiederum ein drittes untergeordnet ist [3]. Insgesamt unterscheidet man bei Feldwespen drei verschiedene Nestgründungsstrategien. Neben der beschriebenen solitären Nestgründung sind dies die kooperative Nestgründung, bei der sich mehrere Weibchen zur Gründung einer Kolonie zusammenfinden, und die flexible



Abb. 2. Die schwarzen Flecken auf dem Kopfschild der Feldwespen können innerartlich stark variieren und werden als individuelles Erkennungszeichen genutzt. [Photo H. Berkhoudt]

Strategie, bei der die erste Königin die Option hat, entweder alleine oder zusammen mit anderen eierlegenden Weibchen einen Staat zu gründen [5].

Die Rangordnung innerhalb von Insektenstaaten (soziale Dominanz) wird durch Interaktionen zwischen der Königin und anderen Weibchen festgelegt und bestimmt auch, in welchem Maße die Fortpflanzung an subordinierte Weibchen delegiert wird (reproduktive Dominanz). Ist die Rangordnung einmal etabliert, dienen nachfolgende Interaktionen nur noch der Bestätigung des jeweiligen Status eines Individuums. Bis vor kurzem ging man noch davon aus, dass dabei vor allem chemische Botenstoffe (Pheromone) eine Rolle spielen [3].

2002 demonstrierte jedoch Elisabeth Tibbets erstmals, dass die Feldwespe *Polistes fuscatu*s die Fähigkeit besitzt, Artgenossen individuell aufgrund ihrer Gesichtszeichnung zu erkennen. Eine wichtige Voraussetzung und somit auch ein Hinweis auf visuelle Identifizierung ist eine ausreichend hohe Variabilität sowohl der schwarzen Fleckenmuster auf den Vorderköpfen (dem „Gesicht“ der Wespen) als auch des Streifenmusters auf dem Hinterleib [4]. Dabei spielen die Größe und Form der dunklen Flecken auf dem Kopfschild (Clypeus) eine wesentliche Rolle (Abb. 2). Wespenindividuen, deren Gesichtsmuster experimentell verändert wurden, waren heftigen Attacken ihrer Schwarmgenossinnen ausgesetzt, bis sich ein „Gewöhnungseffekt“ einstellte [4]. Eindringlinge werden also als solche erkannt und daher (zunächst) heftig bekämpft.

Messungen der Variabilität des Zeichnungsmusters verschiedener *Polistes*-Arten ergaben, dass mindestens acht von den etwa 70 *Polistes*-Arten eine hohe Variabilität des Zeichnungsmusters aufweisen [5]. Durch einen Vergleich des Sozialverhaltens der *Polistes*-Arten fand die amerikanische Forscherin heraus, dass variable Gesichtsmuster deutlich häufiger bei *Polistes*-Arten mit flexibler Nestgründungsstrategie auftreten als bei den Arten, die an eine bestimmte Strategie gebunden sind. Zwar gibt es vier *Polistes*-Arten mit flexibler Nestgründungsstrategie, die keine hochvariablen Muster aufweisen [5]. Doch ergaben auf der Basis eines mit Hilfe von morphologischen Merkmalen rekonstruierten *Polistes*-Stammbaums (Kladogramms) durchgeführte phylogenetische Tests eine höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten hochvariabler Gesichtsmuster in jenen Linien, die zu Arten mit flexibler Nestgründungsstrategie hinführen. Interessanterweise scheint dies mindestens fünfmal unabhängig im Laufe der Evolution der Gattung *Polistes* der Fall gewesen zu sein [5].

Nach der Hypothese der Wissenschaftler haben Individuen von Arten mit flexibler Nestgründungsstrategie einen Selektionsvorteil, wenn sie von ihren Artgenossinnen erkannt werden können, da hierdurch unnötige aggressive Konflikte vermieden werden. Derartige Konflikte, so eine weitere These, sind besonders häufig in dem komplizierten, durch Auf- und Verteilung von Fortpflanzungsaufgaben geprägten System der flexiblen Nestgründung [5].

In einer kürzlich publizierten Studie befassten sich die Forscher mit der Frage, ob die zur Individualerkennung befähigten *Polistes*-Arten sich auch gehirnanatomisch von anderen Vertretern der Gattung unterscheiden [1]. Bei sozialen Insekten, denen komplexe Aufgabenbereiche innerhalb des Staates zugeordnet sind, haben sich derartige neuroanatomische Anpassungen verschiedentlich nachweisen lassen [1].

Das Gehirn der Insekten ist aus drei Abschnitten aufgebaut [6]. Der vordere, größte Abschnitt ist das Protocerebrum, von dem aus das optische System (Komplex- und Punktaugen) innerviert wird. In den zwei vom Zentrum zu den

Augen verlaufenden optischen Loben befinden sich jeweils der aufgrund seiner Form so genannte Pilzkörper sowie die ihm aufsitzende Calix. Diesen Strukturen kommt allgemein die größte Bedeutung bei der Steuerung komplexer Verhaltensweisen zu. Der zweite Gehirnabschnitt ist das Deutocerebrum, das über die zu beiden Seiten verlaufenden Antennalloben die sensorischen und motorischen Funktionen der für die Geruchswahrnehmung zuständigen Antennen regelt. Der dritte Gehirnabschnitt schließlich ist das Tritocerebrum, von dem aus u. a. der Verdauungstrakt der Insekten innerviert wird [6].

Um herauszufinden, welche Teilabschnitte des Wespengehirns an der individuellen Erkennung beteiligt sind, vermaßen die Forscher die relative Größe von Gehirnabschnitten von vier *Polistes*-Arten, von denen nur zwei (*P. dominulus* und *P. fuscatus*) nachgewiesenermaßen die Fähigkeit zur individuellen Erkennung besitzen [1]. Die Ergebnisse sind auf den ersten Blick ernüchternd: Es ließen sich keine großen und auffällenden gehirnanatomischen Veränderungen des optischen Systems nachweisen. Namentlich die im Protocerebrum gelegenen optischen Loben waren bei *P. dominulus* und *P. fuscatus* nicht signifikant größer als bei der Vergleichsgruppe (*P. flavus* und *P. arizonensis*).

Interessanterweise zeigte sich aber, dass die für die Verarbeitung olfaktorischer Reize zuständigen Antennalloben bei *P. dominulus* und *P. fuscatus* kleiner sind als bei den übrigen Arten. Die Autoren folgern daraus, dass eine größere Bedeutung der visuellen Kommunikation einhergeht mit einer Reduzierung der olfaktorischen Fähigkeiten und dass die Kapazität des Wespengehirns ausreicht, um ein individuelles Erkennen zu ermöglichen. Die nötigen Voraussetzungen (Präadaptationen) lassen sich mit der Fähigkeit der Wespen, räumliche Orientierungspunkte, Futterquellen und natürliche Feinde unterscheiden zu können, in Verbindung bringen. Die Reduktion der Antennalloben deutet auf das Ausbleiben von Selektionsdrücken hin, das sich wiederum durch die schwindende Bedeutung, die der Geruchssinn bei den sich vorwiegend visuell orientierenden Arten hat, erklären lässt.

Die Fähigkeit zur individuellen Erkennung ist im Tierreich weit verbreitet und spielt wahrscheinlich nicht nur bei den bisher vornehmlich untersuchten Bereichen des Territorial-, und aggressiven Konfliktverhaltens sowie der elterlichen (Brut-) Fürsorge eine Rolle. Die Wissenschaftler um Elisabeth Tibbets kommen deshalb zu dem Schluss, dass der Selektion für individuelle Verschiedenheit eine bisher unterschätzte Rolle bei der Entstehung und Aufrechterhaltung der natürlichen Vielgestaltigkeit der Organismen, also der phänotypischen Variabilität, zukommt [5].

[1] Gronenberg et al., *Brain, Behavior and Evolution* **71**, 1 (2008). – [2] W. Rathmayer: Die Wespen und ihre Verwandten. In: B. Grzimek (Hrsg.): *Grzimeks Tierleben. Enzyklopädie des Tierreichs*. Zürich 1969. – [3] P.-F. Röseler, *Naturwissenschaften* **78**, 114 (1991). – [4] E. A. Tibbets, *Proc. Royal Soc. London B* **269**, 1423 (2002). – [5] E. A. Tibbets, *Proc. Royal Soc. London B* **271**, 1955 (2004). – [6] H. Weber: *Grundriß der Insektenkunde*. 5. Auflage. G. Fischer. Stuttgart, New York 1974.

Dr. Dirk Gassmann, Leiden, Niederlande