

Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht die Fähigkeit zur Generalisierung und Kategorisierung visueller Stimuli bei Bienen (*Apis mellifera*). Zu diesem Zweck wurden verschiedene diskriminative Verhaltensexperimente mit frei fliegenden Bienen durchgeführt. Bienen wurden dressiert, Zuckerlösung auf vertikal präsentierten Stimuli in einem Y-Labyrinth zu sammeln. Die Dressur war entweder differentiell, d. h. ein einzelnes Musterpaar musste diskriminiert werden, oder folgte dem Prinzip typischer Kategorisierungsexperimente, d. h. Bienen wurden mit zwei Gruppen von Mustern dressiert, die alle unterschiedlich waren aber innerhalb einer Gruppe einen gemeinsamen Parameter hatten, der zur Diskriminierung und Kategorisierung genutzt werden konnte. Nach Abschluss der Dressurphase wurden die Bienen in Transfer-Tests mit neuen Stimuli konfrontiert, um ihre Generalisierungs- und Kategorisierungsfähigkeit zu testen.

Weil die Erkennung von Mustertransformationen wie Spiegelbild und Links-Rechts-Transformation einen Sonderfall in bezug auf visuelle Generalisierung darstellt, wurde die Erkennung dieser Transformationen bei Bienen untersucht (Kapitel I). Die Ergebnisse zeigen, dass Bienen auf das Spiegelbild und die Links-Rechts-Transformation eines gelernten Musters generalisieren, wenn dieses nicht mehr zur Wahl steht. Sowohl nach der Dressur auf ein einzelnes Musterpaar als auch nach der Dressur auf sechs verschiedene Musterpaare zogen die Bienen jeweils die Links-Rechts-Transformation dem Spiegelbild vor. Dem Prinzip der einfachsten Möglichkeit folgend, kann das Wahlverhalten der Bienen vollständig anhand bei Bienen bekannter Mustererkennungsstrategien erklärt werden, d. h. durch die Nutzung einer schablonenartigen Musterrepräsentation und Extraktion bestimmter Musterparameter: in jedem Test bevorzugten die Bienen das Muster, welches die größte Ähnlichkeit mit dem belohnten Dressurmuster aufwies. Die Interpretation der Ergebnisse aufgrund einfacher

Mustererkennungsstrategien führte zu der Idee, dass Bienen möglicherweise in der Lage sind, Muster, die mehrere unterschiedliche Orientierungen enthalten, in Form einer Konfiguration dieser Orientierungen lernen können, in der jeder retinale Quadrant mit einer spezifischen Orientierung assoziiert wird.

Diese Idee wurde in Kapitel II weiter untersucht. Hier geht es um die Frage, ob Bienen mehrere Orientierungen in einer spezifischen räumlichen Konfiguration kombinieren können und ob sie in der Lage sind, unbekannte Stimuli aufgrund dieser Konfiguration zu kategorisieren. Für diese Untersuchung wurden Bienen mit einer randomisierten Folge sechs Musterpaare dressiert, um die Nutzung der Orientierungskonfiguration zu garantieren. Anschließend wurden die Bienen mit neuen Mustern konfrontiert, in denen die Orientierungsinformation reduziert und die Konfiguration teilweise verändert wurde. In allen Fällen bevorzugten die Bienen dasjenige Testmuster, das in der Orientierungskonfiguration der belohnten Mustergruppe entsprach gegenüber jeder anderen dargebotenen Alternative. Wir konnten also zeigen, dass Bienen tatsächlich zu konfiguraler Kategorisierung von Mustern, die aus vier Orientierungen bestehen, in der Lage sind. Darüber hinaus wurden Bienen mit farbigen Stimuli trainiert, in denen spezifisch die rezeptor-spezifischen Kontraste für die drei verschiedenen Photorezeptoren (S, M und L – Rezeptoren) unterdrückt wurden. Dieses Experiment wurde durchgeführt, um die visuellen Verarbeitungsbahn, die an der konfiguralen Kategorisierung beteiligt ist, zu bestimmen. Wir stellten fest, dass die Aufgabe nur mit den Mustern gelöst wurde, wenn diese sowohl M- als auch L-rezeptorspezifischen Kontrast aufwiesen.

In Kapitel III wurde untersucht, ob eine konfigurale Musterrepräsentation eine Folge der Dressur auf ein Set von Mustern ist, die eine gemeinsame Orientierungskonfiguration haben, oder ob diese Art von Repräsentation auch nach einer

einfacheren Dressur auftritt. Darüber hinaus wurde untersucht, ob verschiedene Erfahrungsniveaus das Generalisierungs- und Kategorisierungsverhalten beeinflussen. Deshalb wurden die Bienen zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Trainings mit Testmustern konfrontiert. Die Ergebnisse zeigen, dass eine konfigurale Musterrepräsentation auch dann entstehen kann, wenn Bienen nur mit einem Musterpaar dressiert werden und dass sie eine höhere Generalisierungsfähigkeit in bezug auf unbekannte Muster nach einer längeren Dressur aufweisen.