

Zusammenfassung:

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem olfaktorischen Lernen in der Honigbiene *Apis mellifera*. In den ersten beiden Kapiteln dieser Arbeit werden komplexe Formen des Lernens beschrieben: Second-Order-Konditionierung (SOC) in Kapitel eins und kontextabhängiges Lernen in Kapitel zwei. Das dritte Kapitel konzentriert sich auf das Schlafverhalten.

1) Zum Nachweis der SOC nutzten wir die Klassische Konditionierung des Rüssel-Streck-Verhaltens (Proboscis-Extension-Response PER) der Honigbiene. Dabei wird ein Duft, als konditionierter Stimulus (CS), mit Zuckerwasser, als unconditionierten Stimulus (US), gepaart. Wir konnten zeigen, dass Bienen einen Duft (C) auch ohne US - Präsentation erlernen können, allerdings nur wenn C zuvor mit einem belohnten Duft (A) gepaart wurde. Anders ausgedrückt, die fünfmalige Paarung von A-US, gefolgt von der fünfmaligen C-A Paarung (A-US → C-A), führt dazu, dass die Bienen auf den neuen Duft C mit dem Strecken des Proboscis reagieren. Wurde jedoch die Sequenz der Düfte vertauscht (A-US → A-C) konnte keine erfolgreiche SOC erzielt werden. Neben der Sequenz der Düfte, ist auch die Sequenz des Trainings wichtig. Vertauscht man die Trainingssequenzen von A-US → C-A zu C-A → A-US reagieren weniger Bienen auf C mit einer konditionierten Antwort. Diese Ergebnisse helfen uns die entscheidenden Bedingungen bei der SOC zu verstehen.

2) In den Experimenten zum kontextabhängigen Lernen konnten wir verschiedene Kombinationen von Kontexten präsentieren und zeitgleich extrazellulär ableiten. Wir konnten zeigen, dass die Bienen in relativ kurzer Zeit (< 1 Std.) lernen können verschiedene Kontexte zu diskriminieren. Präsentierte man zwei Kontexte zusammen anstelle eines einzelnen Kontextes zeigten die Bienen ein besseres Lernverhalten. Extrazellulär Ableitungen vom Alphaschloß des Pilzkörpers zeigten, dass die Erregungsmuster der Neurone sich in Abhängigkeit des Temperaturkontextes (heiß-kalt) stark veränderten. Die Neuronen antworteten stärker im belohnten Kontext verglichen mit dem unbelohnten Kontext, jedoch waren die Antworten auf den belohnten Duft schwächer im Vergleich zu anderen Düften.

3) Schlaf-ähnliches Verhalten wurde schon zuvor bei Bienen beschrieben, die Auswirkungen auf das Lernen und die Gedächtnisbildung wurde allerdings noch nicht untersucht. Hier wird eine Technik beschrieben, die es ermöglicht nach der Klassischen Konditionierung eines Duftes, das Schlafverhalten zu beobachten und zu quantifizieren. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Bienen, wie viele andere Tiere, mehr während der Nacht schlafen als während des Tages. Die Bewegungen der Antennen (als ein Schlafindikator) führen während der Schlafperiode öfter rhythmische symmetrische Bewegungen aus, im

Vergleich zu den Wachperioden. So konnten wir zeigen, dass Bienen, die auf einen Duft konditioniert wurden weniger schliefen im Vergleich zu unkonditionierten Bienen. Wurden die Bienen durch Schütteln am Schlaf gehindert, ist das Erwerbslernen nicht betroffen, jedoch das Extinktionslernen.