

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Dissertation habe ich die zellulären Verarbeitungsstrukturen im primären olfaktorischen Neuropil, dem Antennallobus (AL), der Honigbiene *Apis mellifera* untersucht. Zu diesem Zweck habe ich eine neue Methode entwickelt, die es erlaubt, die verarbeitete Information des ALs durch selektive Anfärbung der Ausgangsneurone (d.h. Projektionsneurone, PNs) mittels der 'Calcium Imaging' Methode zu messen. Ich konnte einige wichtige Aspekte des zellulären Netzwerkes des ALs der Honigbiene aufklären: der afferente Eingang wird durch zwei unabhängige Netzwerke verarbeitet. Das eine Netzwerk ist Picrotoxin (PTX)-empfindlich und damit GABAerg und kontrolliert die globale Aktivität, das andere Netzwerk ist wahrscheinlich histaminerg und bewirkt eine duft- und glomeruluspezifische Kontrastverstärkung. Beide Netzwerke sind in die Optimierung der Repräsentation von Duftintensitäten, Duftmischungen und reinen Düften involviert. Diese Ergebnisse wurden in den folgenden Kapiteln detaillierter beschrieben:

- I. Es wurden die Kalzium-Aktivitätsmuster der PNs bei verschiedenen Düften im AL der Honigbiene gemessen. Die Antworten der PNs wurden zu identifizierten Glomeruli, welche die strukturellen und funktionellen Einheiten des ALs darstellen, kartiert, um einen Vergleich zwischen verschiedenen Individuen zu ermöglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass Düfte komplexe raum-zeitliche Aktivitätsmuster hervorrufen, die aus exzitatorischen und inhibierten Glomeruli bestehen. Diese Antworteigenschaften waren duft- und glomeruluspezifisch und zwischen den Tieren konstant. Vergleiche mit früher publizierten Daten, welche hauptsächlich die Rezeptorantworten widerspiegeln, ergaben, dass sich die Antworten der PNs auf weniger aktive Glomeruli beschränkten. Das deutet darauf hin, dass inhibitorische Verschaltungen den Kontrast zwischen den Glomeruli im AL erhöhen. Applikation von GABA und dem GABA-Antagonisten PTX zum AL zeigte, dass zwei inhibitorische Netzwerke existieren (wie oben beschrieben). Mittels dieser Ergebnisse konnte ein Verschaltungsmodell des AL-Netzwerkes entwickelt werden.
- II. Um nun den Transmitter des glomeruluspezifischen und PTX-unempfindlichen Netzwerkes zu finden, wurde die funktionelle Rolle des Transmitters Histamin untersucht. Dazu wurden die Duftrepräsentationen des Eingangs zum AL, welcher mittels eines sogenannten 'compound signals' abgeschätzt werden konnte, und des Ausgangs, während einer Histaminzugabe optisch gemessen. Die Ergebnisse zeigten, dass Histamin eine starke und reversible Verringerung der duftvezierten Antworten jeweils der Eingangs- als auch der Ausgangsneurone hervorruft. Damit ist gezeigt, dass Histamin als inhibitorischer Transmitter im AL der Honigbiene eine Rolle spielt.

- III. Da die meisten natürlich vorkommenden Düfte als komplexe Mischungen auftreten, wurde die Repräsentation von binären Duftmischungen in den Ausgangsneuronen untersucht. Binäre Mischungen haben generell ein Muster hervorgerufen, dass eine einfache Kombination der Einzeldüfte darstellte. Jedoch wiesen die Antwortstärken der am stärksten aktivierten Glomeruli inhibitorische Interaktionen in der Mischungsantwort bei den meisten Tieren auf. Dieser Effekt wurde durch die Zugabe von PTX, welches das globale inhibitorische Netzwerk blockierte, noch verstärkt. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass die beobachteten Mischungseffekte durch interglomeruläre Verrechnungen im AL entstehen.
- IV. Düfte treten als Duftwolken auf, deshalb müssen Bienen einen Duft auch bei verschiedenen Konzentrationen wiedererkennen. Das olfaktorische System muss dazu einen konzentrationsinvarianten Kode der Duftqualität bieten. Es wurde die Repräsentation verschiedener Duftintensitäten bei simultaner Messung des Eingangs zum AL und des Ausgangs der Glomeruli untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass ansteigende Konzentrationen generell die Antwortstärke und die Anzahl aktiver Glomeruli im AL erhöhen. Ein Vergleich zwischen den Eingangs- und Ausgangsantworten zeigte, dass die relativen Antworten spezifischer Glomeruli in einer duftspezifischen Weise verändert werden. Schwache Antworten erschienen im Ausgang im Gegensatz zum Eingang verringert, wobei starke Antworten auf der Ausgangsebene verstärkt auftraten. Aufgrund einer Kontrastverstärkung der Duftrepräsentationen, einer Verbesserung der Dufterkennung bei geringen Konzentrationen und einer Erhöhung der Konzentrationsinvarianz der duftvozierten Antwortmuster, moduliert und optimiert das AL Netzwerk den afferenten Eingang.