

Fortbewegung ist eine entscheidende Komponente für das Überleben von Tieren, diese muss anpassungsfähig sein, um dauerhaft erfolgreich zu sein. Für laufende Insekten ist diese Anpassungsfähigkeit notwendig, um Kontext-abhängig auf komplexe und sich verändernde Terrains zu reagieren. Die sechs Insektenbeine werden durch lokale und intersegmentale Netzwerke koordiniert und kontrolliert, die jede einzelne Gliedmaße und jedes Gelenk steuern, und diese modulare Struktur verschafft dem System die notwendige Flexibilität. Netzwerke zur Fortbewegungskontrolle bestehen aus mustergenerierenden Interneuronen, Motoneuronen, Muskeln und Sinnesorganen. Sinnesorgane überwachen den motorischen Ausgang und ihre rückgekoppelten Signale modifizieren oder verstärken dynamisch andere Netzwerkkomponenten. Propriozeptive Information über die Position und Bewegung von Gliedmaßen ermöglicht es den Netzwerken Störungen auszugleichen.

Campaniforme Sensillen (CS), Sinnesorgane, die an den meisten Gliedmaßen zu finden sind, ähneln dem Golgi-Sehnenorgan der Wirbeltiere. CS kodieren hochdynamische Spannkkräfte, die sich in der Kutikula ausbreiten. Unterschiedliche Kräfte treten bei verschiedenen Verhaltensweisen auf. Wenn beispielsweise ein Bein während des Laufens zwischen Stemm- und der Schwingphase wechselt, ist das Bein verschiedenen Belastungen ausgesetzt, die sich im Zeitverlauf ändern. CS auf verschiedenen Gliedmaßen können diese tonischen Kräfte und deren Änderungsrate über die Zeit wiedergeben. Diese Rückmeldung kann die Muskelkraft verändern oder verstärken, um koordinierte Bewegungen und Stabilität zu gewährleisten.

Bei *Drosophila melanogaster*, einem Modellorganismus mit einem einzigartigen Repertoire an genetischen Werkzeugen, ist das bisherige Wissen über die CS der Beine begrenzt. Die Werkzeuge, die in *D. melanogaster* zur Verfügung stehen, können zur Beantwortung von Fragen

zur Kodierung und Funktion von CS, sowie der Netzwerkdynamik genutzt werden. In dieser Dissertation werden diverse Experimente zu den CS der Beine von *D. melanogaster* vorgestellt. Eine weite methodische Bandbreite gibt Einblick in die Morphologie, Biomechanik und Funktion dieser Sinnesorgane.

Zunächst untersuchte ich mit Hilfe der Elektronenmikroskopie die äußere Morphologie der CS. Diese Experimente zeigten, dass die Anzahl und Position der CS zwischen Individuen und Beinen variiert. Anschließend setzte ich die Nanocomputertomographie ein, um die morphologischen Daten mit Modellierung zu verbinden, wodurch die Rolle der detaillierten Strukturen der CS bei der Verteilung der Kräfte über die Kutikula unterstrichen wurde. In einer parallelen Reihe von Experimenten konzentrierte ich mich auf die neuronale Komponente der CS und untersuchte mit Hilfe optogenetischer Manipulationen, wie CS Beinbewegungen und -koordination beeinflussen. Dabei konnte ich nachweisen, dass kleine Untergruppen von CS für diese Verhaltensweisen hinreichend und notwendig sind. Dies unterstreicht die Bedeutung der CS für die kinematische und zeitliche Koordination der Beine.

Die hier vorgestellten Forschungsergebnisse zeigen die Komplexität der Morphologie der CS auf dem Insektenbein und verdeutlichen ihre Rolle in der nur wenige Milligramm schweren Insektenart *D. melanogaster*. Im Zeitalter der Konnektomik ist das Zusammenspiel von Morphologie und Verhalten ein entscheidender Aspekt für die vollständige Untersuchung neuronaler Netzwerke. Die in dieser Dissertation gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage für ein umfassendes Verständnis der Funktion propriozeptiver Information in den motorischen Netzwerken von *D. melanogaster*.