

Koordination der Laufbeine bei Arthropoden: ein Vergleich zwischen Stabheuschrecke und Flußkreb

Coordination of walking legs in arthropods: a comparison between stick insect and crayfish

H. CRUSE, Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld, Postfach 8640, D-4800 Bielefeld

Die Beine eines laufenden Tieres bewegen sich in bestimmten Zeitmustern. Zur Aufrechterhaltung eines derartigen Musters sind insbesondere beim Lauf über unebenes Gelände neuronale Mechanismen notwendig, die Informationen zwischen den die Beinbewegungen kontrollierenden Mustergeneratoren austauschen. Diese «Koordinationsmechanismen» wurden beim Flußkreb und bei der Stabheuschrecke unter-

sucht. Dabei ergaben sich folgende gemeinsame Eigenschaften: Die Kopplung zwischen kontralateralen Beinen ist stets schwächer als die Kopplung zwischen ipsilateralen Beinen. Die Kopplungsmechanismen zwischen zwei ipsilateral benachbarten Beinen sind unsymmetrisch in der Weise, daß die von vorne nach hinten wirkenden Einflüsse von qualitativ anderer Natur sind als die von hinten nach vorn gerichteten Einflüsse. Im Gegensatz dazu sind die Einflüsse zwischen zwei benachbarten Beinen eines Segmentes symmetrisch, d. h. die in beiden Richtungen wirkenden Kopplungseinflüsse unterscheiden sich qualitativ nicht. Allerdings findet man Unterschiede derart, daß die Beine einer Seite dominieren können. Direkte Kopplung zwischen diagonal benachbarten Beinen wurde nicht gefunden.

Im einzelnen zeigt der Vergleich der Kopplungsmechanismen jedoch deutliche Unterschiede zwischen Flußkrebis und Stabheuschrecke. Beim Flußkrebis wurde ein nach vorne gerichteter und ein nach hinten gerichteter Einfluß gefunden (Cruse, H, Müller U 1986: J exp Biol 121, 349). Der nach vorn gerichtete Einfluß hemmt den Beginn der Stembewegung, d. h. er verlängert die Schwingbewegung des vorderen Beines solange, bis die Stembewegung des hinteren Beines abgeschlossen ist. Der nach hinten gerichtete Einfluß regt den Beginn einer Stembewegung des hinteren Beines an, wenn sich das vordere Bein im Bereich seines hinteren Umkehrpunktes befindet. In beiden Fällen wird also der vordere Umkehrpunkt des kontrollierten Beines beeinflusst.

Bei der Stabheuschrecke werden fünf ipsilaterale Kopplungsmechanismen gefunden, von denen hier nur die drei wichtigsten behandelt werden. Davon sind zwei von hinten nach vorn, einer von vorn nach hinten gerichtet. Einer der von hinten nach vorn gerichteten Einflüsse hemmt den Beginn der Schwingbewegung des vorderen Beines solange das hintere Bein seinerseits eine Schwingbewegung ausführt. Der zweite von hinten nach vorn gerichtete Einfluß regt den Beginn einer Schwingbewegung im vorderen Bein in dem Moment an, in dem das hintere Bein eine Stembewegung beginnt. Der dritte, von vorn nach hinten wirkende Einfluß regt den Beginn einer Schwingbewegung des hinteren Beines um so stärker an, je weiter sich das vordere Bein während seiner Stembewegung nach hinten bewegt hat. Im Gegensatz zum Flußkrebis wird bei der Stabheuschrecke also in allen drei Fällen der hintere Umkehrpunkt der Beinbewegung beeinflusst.

Welches könnten die Gründe für diese unterschiedlichen Strategien sein? Ein wichtiger Unterschied besteht darin, daß die Einhaltung einer stabilen Körperlage für den Flußkrebis, der acht Beine hat und außerdem unter Wasser läuft, ein sehr viel kleineres Problem darstellt als für die Stabheuschrecke, die mit nur sechs Beinen in Zweigen klettert. Man könnte daher vermuten, daß die Stabheuschrecke es sich viel weniger leisten kann, wie der Flußkrebis eine gestörte Koordination durch Verlängerung der Schwingbewegung wiederherzustellen. Sie sollte vielmehr darauf achten, möglichst viel Beine möglichst lange am Boden zu halten. Diese Strategie als solche sollte auch für den Flußkrebis kein Nachteil sein. Warum hat er eine andere Strategie entwickelt? Die Wiederherstellung der Koordination läßt sich viel leichter durch eine Veränderung der Dauer der Schwingbewegung erreichen als durch die Variation der Stembewegung. Nur während der Schwingbewegung kann nämlich die Bewegung des Beines unabhängig von den Bewegungen der anderen Beine variiert werden. Auf Grund seiner vorgegebenen höheren Stabilität könnte es sich der Flußkrebis leisten, diesen Vorteil auszunutzen.