

Kurzdarstellung

Die Körpersegmente von Fischen zeigen eine gezackte Form, die als Chevronform bezeichnet wird. An der schrägen Orientierung von Fischgräten ist sie klar ersichtlich. In der Fachliteratur wurde vorgeschlagen, dass die Chevronform optimal für die wechselseitigen Biegebewegungen von Fischen während des Schwimmens ist. Viel weniger ist über die physikalischen Mechanismen, die der Entwicklung dieser Form während der Embryogenese zugrunde liegen, bekannt.

In dieser Diplomarbeit werden die vorgeschlagenen Mechanismen geprüft und befinden sie für ungenügend. Basierend auf unserer Datenanalyse der Segmentformänderungen schlagen wir einen neuartigen Mechanismus vor, um die anfängliche Chevronbildung zu erklären. Ein mathematisches Modell der Wechselwirkungen zwischen sich entwickelnden Muskelfasern und Segmentgrenzen wird aufgestellt und es werden analytische und numerische Lösungen des Modells durchgeführt. Die Modellvorhersagen für die anfängliche Chevronbildung werden durch Vergleich mit den experimentellen Daten bestätigt.

Wir diskutieren mögliche Erweiterungen unseres Modells, um damit Aussagen über spätere Abschnitte der Chevronbildung machen zu können. Desweiteren schlagen wir Experimente zur Bestätigung unserer „Pioniermuskel-Hypothese“ vor und zeigen offene Fragen zur Chevronbildung auf, die in dieser Diplomarbeit nicht behandelt werden konnten.

Abstract

The body segments of fish have a folded shape, called chevron, which is obvious from the oblique orientation of fish bones. The chevron shape has been proposed to be optimal for the alternating body movements during swimming. Much less is known about which physical mechanisms underly the development of this shape during embryogenesis.

In this thesis we will review which mechanisms have been proposed in the literature and show that they are insufficient. Based on our data analysis of segment shape changes, we propose a novel mechanism to explain the beginning chevron development. A mathematical model of the interactions between developing muscle fibers and segment boundaries is derived and solved analytically and numerically. Model predictions are verified for early chevron formation by comparison to experimental data.

We discuss possible extensions of our model to account for additional properties of later stages in chevron formation. Furthermore we propose experiments that could validate our “Muscle Pioneer Hypothesis” and state open questions concerning chevron pattern development that could not be discussed in this thesis.