

An der Basis der 2. Rückenflosse befindet sich ein nicht komprimierbares Lymphgefäß, das auch in der Flosse die Räume zwischen den Flossenstrahlen durchzieht. Das Lymphgefäß vor und hinter dem nicht komprimierbaren Bereich ist in Muskelgewebe eingebettet, durch das es komprimiert werden kann. Als Folge davon wird die Lymphe in den nicht komprimierbaren Teil unter und zwischen den Flossenstrahlen der 2. Rückenflosse gepresst und diese dadurch steil aufgestellt. Dasselbe System findet sich auch bei der Afterflosse. Der Anstellwinkel der 2. Rückenflosse und der Afterflosse verändert sich in den untersuchten Thunfischen synchron. Mit dem Aufstellen der Flossen kann der Thunfisch die Steuerung seiner Schwimmrichtung beeinflussen.

Anders als bei bisher bekannten Beispielen für Anwendungen der Hydraulik im Tierreich wird bei Thunfischen das Zusammenwirken von Muskeln und Lymphgefäßen zur Manipulation des Skeletts genutzt: Die Muskeln wirken als hydraulische Pumpen, die die Lymphflüssigkeit durch die Gefäße pumpen und den Druck und das System steuern und regulieren. Die Flossenstrahlen wandeln dann diesen Druck in mechanische Energie um.

Die erstaunlichen Zusammenhänge des hydraulisch genutzten lymphatischen Systems in Thunfischen sind auch im Zusammenhang mit der Entwicklung von Tauchrobotern, die in steigender Zahl zur Erforschung der noch vergleichsweise wenig bekannten submarinen Welt entwickelt werden, von Interesse, besonders was deren Steuerbarkeit betrifft. So schreibt Michael S. TRIANTAFYLLOU, Direktor des Center of Ocean Engineering, MIT, in einem Begleitbeitrag im Untertitel: „Wie Thunfische die Form ihrer Flossen regulieren, während sie scharfe Kurven schwimmen, das legt höchste Ingenieurskunst nahe.“ („How tuna control fin shape while making sharp turns suggests optimum engineering design.“)

In der Tat, beim Versuch, Details der Schöpfung ins Auge zu fassen und besser zu verstehen, gerät man immer wieder ins Staunen und ist von Neuem fasziniert.



Abb.1 Blauflossen-Thunfisch (*Thunnus orientalis*) (© Monterey Bay Aquarium, Randy WILDER; mit freundlicher Genehmigung)

[PAVLOV V, ROSENAL B, HANSEN NF, BEERS JM, PARISH G, ROWBOTHAN I & BLOCK BA (2017) Hydraulic control of tuna fins: A role for the lymphatic system in vertebrate locomotion. *Science* 357, 310-314 · TRIANTAFYLLOU MS (2017) Tuna fin hydraulics inspire aquatic robotics. *Science* 357, 251-252.] H. Binder

■ Gene für Wespentoxine – Evolution doch ganz anders?

In Lehrbüchern für Genetik wird die Frage nach der Entstehung von neuen Genen vor allem mit Genduplikation mit anschließender Herausbildung einer neuen Funktion in einer der beiden Gene beantwortet. Daneben sind auch weitere Wege bekannt, auf denen neue Gene entstehen können, z. B. Funktionalisierung von nicht codierender DNA. Ein amerikanisches Wissenschaftlerteam um John WERREN hat die rasche Veränderung der Gene für die Toxine in parasitären Wespen untersucht, um neue Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie neue Genfunktionen entstehen (MARTINSON et al. 2017). Parasitäre Wespen legen mittels eines Legestachels ihre Eier in andere Lebewesen, wo sie sich typischerweise unter massiver Beeinträchtigung des Wirtes entwickeln – letzterer überlebt den Schlupf der Wespenlarven nur selten. Bei der Überwältigung des potenziellen Wirtes setzen die

fortpflanzungsfähigen Wespen verschiedene, jeweils passende Gifte ein. MARTINSON et al. fanden in den Giftdrüsen als Hauptursache für veränderte Giftzusammensetzungen die sog. cis-Regulation der Expression von bekannten Genen. Die Autoren fanden Hinweise darauf, dass viele Gene verschiedene Funktionen erfüllen können. Sie vermuten, dass Koooption, damit ist die Nutzung eines vorhandenen Gens für eine neue Funktion gemeint, ein Prozess ist, der bisher unterschätzt wurde, vor allem in Zusammenhängen, in denen schnelle Veränderungen vorkommen, wie das bei den Giftzusammensetzungen der parasitären Wespen der Fall ist. Dieser Befund belegt die Flexibilität von Organismen, da sie eine Gruppe von Genen höchst variabel einsetzen können. Die Ursache dieser Flexibilität konnte bisher nicht erhellt werden, sie wird in Publikationen typischerweise evolutionären Prozessen zugeschrieben, aber sie könnte auch voreingestellt, auf irgendeine Art programmiert sein. Das könnte auch für andere Mechanismen der Genentstehung wie der oben erwähnten Funktionalisierung gelten.

[MARTINSON EO, MRINALINI, KELKAR YD, CHANG C-H & WERREN JH (2017) The evolution of venom by Co-option of single-copy genes. *Curr. Biol.* 27, 2007-2013.] H. Binder