

■ Fischflosse als Inspiration für die Roboterhand

Als der Physiker und Nobelpreisträger Richard FEYNMAN gestorben war, stand auf der Tafel in seinem Büro u.a. geschrieben: What I cannot create, I do not understand. „Was ich nicht erschaffen kann, das kann ich nicht verstehen.“ An dieses Zitat wurde ich beim Lesen einer Arbeit über Biomimese erinnert, in der ein internationales Team von Ingenieuren darüber berichtete, wie sie die Flossen von Strahlenflossern (*Actinopterygii*) als Inspiration für die Robotik nutzen und mittels Modellierung fruchtbar machen wollen.

Strahlenflosser sind eine Klasse der Knochenfische, der ein Großteil der heute lebenden Fische angehört. Als namensgebendes Merkmal weisen sie paarige (Brust- und Bauch-) Flossen auf, die aus knöchernen Strahlen, den Radii aufgebaut und mit einer dünnen Haut überzogen sind. Muskeln befinden sich nur an der körpernahen Flossenbasis. Das bedeutet, dass die Verformung und die Steifheit der Flossen, die zum optimalen hydrodynamischen Antrieb erforderlich sind, durch diese Gegebenheiten gewährleistet werden. Bereits 1983 ist der mikroskopische Aufbau der Radii beschrieben worden (BECERRA et al. (1983), s. Abb. 1). Der segmentierte Aufbau der Strahlen mit den gewölbten knöchernen Blättchen, die mit Kollagenfasern miteinander verbunden sind, war nach den Worten von HANNARD et al. (2021) bezüglich seiner exakten Funktion bisher nicht bekannt. Die Bedeutung der Segmentierung wurde in der Reduzierung der Biegesteifheit gesehen. Dies wird bei anderen Fischen auf andere Weise erreicht, z. B. durch knorpelartiges Gewebe in den Hai-flossen. Als weitere mögliche Funktionen finden sich in der Literatur günstige Bedingungen für Wachs-

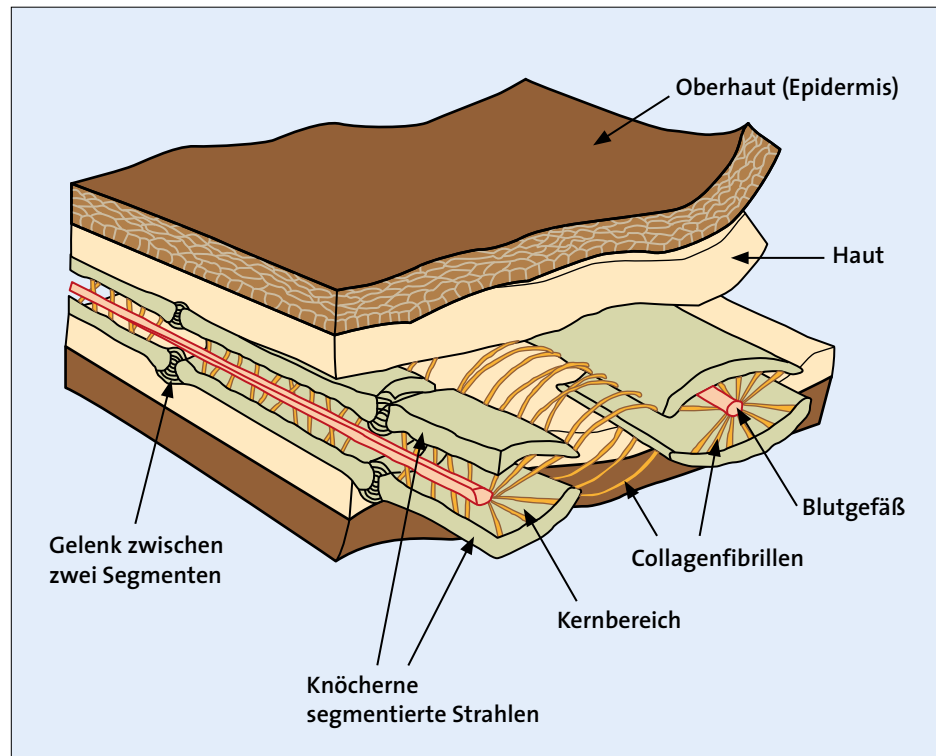


Abb. 1 Skizzierter Querschnitt einer Strahlenflosse. Man erkennt die aus einzelnen, flexibel miteinander verbundenen knöchernen Segmente der Strahlen und die sie überspannenden Hautschichten. Diese Kombination ermöglicht die außerordentlichen hydrodynamischen Eigenschaften der Flosse. (Nach HANNARD et al. 2021)

tum und Regeneration, Verletzungstoleranz und Hydrodynamik.

HANNARD et al. (2021) untersuchen in ihrer Studie die Hypothese, dass die Segmentierung der Schlüssel sein könnte, um die beiden Eigenschaften flexibler Verformbarkeit und Steifheit gleichzeitig zu realisieren. Für technische Problemlösungen sind diese beiden Eigenschaften typischerweise gegensätzlicher Natur und es müssen Kompromisse gefunden werden. In den Modelluntersuchungen zeigen die Autoren, dass sie in Modellen (3D-Druck) den Effekt von Fischflossen nachahmen konnten, nämlich dass mit einer kleinen Kraft an der Basis eine große Verformbarkeit erzielt werden konnte bei gleichzeitiger Steifigkeit gegen die Einwirkung äußerer Kräfte. Sie haben dazu Modelle mit einer durchgängig kontinuierlichen Struktur der Stacheln mit solchen verglichen, die einen segmentierten Auf-

bau hatten. Neben anderen konstruktiven Details erwies sich die Segmentierung tatsächlich als ein Schlüsselaspekt, um hohe Flexibilität in der Form mit großer Steifigkeit zu kombinieren. Diese Erkenntnis könnte bei der Verbesserung des Greifens von Roboterhänden wertvolle Impulse leisten.

Es ist ein schönes Beispiel dafür, dass in der Natur – wenn man sie als Schöpfung betrachtet – geniale Konstruktionen vorliegen, die der Schöpfer realisiert hat! Wir können sie durch aufmerksames Beobachten und Untersuchen verstehen, anwenden und nutzen lernen.

[BECERRA J, MONTES GS, BEXIGA SRR & JUNQUEIRA LCU (1983) Structure of the tail fin in teleosts. Cell Tissue Res. 230, 127-137 • HANNARD F, MIRKHALAF M, AMERI B & BARTHELAT F (2021) Segmentations in fins enable large morphing amplitudes combined with high flexural stiffness for fish-inspired robotic materials. Sci. Robot. 6, eabf9710] H. Binder