



Schützenfische unter der Wasseroberfläche.

5.383 Zeichen
Abdruck honorarfrei
Beleg wird erbeten

Blitzschnell und pünktlich am Ziel

Mit einem kleinen, hocheffizienten neuronalen Netzwerk beherrschen Schützenfische die Gesetze der Ballistik

Die Fähigkeit, auf der Jagd nach Beute zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein, ist im Tierreich überlebenswichtig. Sie beruht auf neuronalen Netzwerken, die Sinneseindrücke, die Auswahl von Handlungsoptionen und motorische Bewegungen präzise aufeinander abstimmen. Schützenfische können derartige Aufgaben mit nur wenigen hundert Neuronen äußerst erfolgreich lösen, wie Prof. Dr. Stefan Schuster – Lehrstuhl für Tierphysiologie an der Universität Bayreuth – in einem aktuellen Beitrag für die Zeitschrift „Current Opinion in Neurobiology“ zeigt. Die an Fischen erzielten Forschungsergebnisse können grundsätzlich dazu beitragen, tiefer in die neuronalen Grundlagen von Entscheidungsprozessen vorzudringen.



Spezieller Versuchsaufbau am Lehrstuhl für Tierphysiologie:
Doktorandin Caroline Reinel konfrontiert Schützenfische mit verschiedenen Ausgangssituationen. Die Fische müssen entscheiden, in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit sie starten, damit sie pünktlich ihre Beute aufschnappen können.

Wie sich das Jagdverhalten den Gesetzen der Ballistik anpasst

Schützenfische sind vor allem in tropischen Brackwassergebieten zuhause. Sie ernähren sich mit Vorliebe von Insekten, die sich auf Blättern und Halmen von Pflanzen dicht am Ufer niederlassen. Mit einem scharfen gezielten Wasserstrahl gelingt es den Fischen, die Insekten seitlich von unten anzuschließen, so dass diese im hohen Bogen ins Wasser fallen. Damit ein Schützenfisch seiner Beute habhaft werden kann, muss er sich blitzschnell dorthin begeben, wo das Insekt auf die Wasseroberfläche trifft. Andernfalls ist die Gefahr groß, dass ihm die Beute von einem Artgenossen oder einem anderen Fisch weggeschnappt wird. Denn Schützenfische leben nicht nur in Schwärmen, sondern müssen auch mit einer Vielzahl anderer Oberflächenfische um die abgeschossene Beute konkurrieren.



In einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsprojekt untersucht Prof. Dr. Stefan Schuster seit mehreren Jahren die Frage, wie es den Schützenfischen gelingt, rechtzeitig – noch während die getroffene Beute im hohen Bogen herabfällt – genau dorthin zu schwimmen, wo sie auftreffen wird. Er hat herausgefunden, dass der Schützenfisch nur drei Informationen benötigt, um die Beute pünktlich an der Wasseroberfläche in Empfang nehmen zu können: Sobald der ‚Schuss aus dem Wasser‘ das Insekt getroffen hat, nimmt der Fisch durch optische Sinnesreize wahr, an welcher Stelle über der Wasseroberfläche es sich befindet, in welche Richtung es sich bewegt und welche Geschwindigkeit es dabei hat. Als würde er die Gesetze der Ballistik kennen, setzt sich der Schützenfisch zielgenau und mit der erforderlichen Geschwindigkeit in Bewegung.

Keine alternativlosen Reflexe, sondern Entscheidungen zwischen Optionen

Die Schützenfische können also auf die Informationen, die sie zu einem beliebigen Zeitpunkt über Ort, Richtung und Geschwindigkeit ihrer Beute gewonnen haben, blitzschnell und präzise reagieren – ohne ihr Schwimmverhalten zu einem späteren Zeitpunkt nachjustieren zu müssen. „Das ist eine erstaunliche Leistung, die nicht zu verwechseln ist mit einem alternativlosen Reflex“, erläutert Schuster. „Denn unsere Experimente haben gezeigt, dass dem Schwimmverhalten der Fische eine komplexe Entscheidung zugrunde liegt, nämlich eine Auswahl aus einem Kontinuum verschiedener Handlungsoptionen.“

Dies wird besonders deutlich in Ausnahmesituationen, die sich mit einem geeigneten Versuchsaufbau künstlich erzeugen lassen. Dabei werden die Fische mit zwei Beuteobjekten konfrontiert, die zeitgleich und gleich schnell, aber in unterschiedliche Richtungen fallen. Das neuronale System des Schützenfisches ist leistungsstark genug, um die sich daraus ergebenden Handlungsoptionen zu bewerten und eine klare Entscheidung zu treffen. Der Fisch startet so, dass er sicher zu derjenigen Beute geführt wird, deren spätere Ankunftsstelle auf dem Wasser der eigenen Startposition am nächsten liegt.



Prof. Dr. Stefan Schuster,
Lehrstuhl für Tierphysiologie,
Universität Bayreuth.

Mauthner-Zellen: Steuerungszentralen des Jagdverhaltens

Im Bayreuther Laboratorium haben Schuster und seine Mitarbeiter das neuronale Netzwerk der Schützenfische genauer untersucht, insbesondere mithilfe der Elektrophysiologie und der Zwei-Photonen-Mikroskopie. Jeder Schützenfisch verfügt im hinteren Bereich des Gehirns über ein Paar sogenannter Mauthner-Zellen. Es handelt sich dabei um besonders große Nervenzellen, die bei anderen Knochenfischen das Fluchtverhalten steuern. Sobald ein Schützenfisch den Ort, die Richtung und die Geschwindigkeit seiner Beute wahrgenommen hat, feuert eine der beiden Zellen Signale ab. Diese lösen – im Konzert mit weiteren Zellen des Netzwerks – den Start des Fisches aus, der dabei durch eine Längskrümmung seines Körpers eine charakteristische C-förmige Gestalt annimmt. Der Start muss so gewählt werden, dass der Drehwinkel des Fisches und seine Startgeschwindigkeit exakt zu dem späteren Landepunkt der Beute passen, so dass der Fisch genau zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort sein wird.

„Da der Schützenfisch für seine komplexe Entscheidung nur extrem wenig Zeit hat, muss er dafür ein sehr kleines hocheffizientes Netzwerk verwenden“, erklärt Schuster. „Das eröffnet uns die einmalige Chance, erstmalig und auf zellulärer Ebene zu einem Verständnis vorzudringen, wie Gesetzmäßigkeiten der Umwelt – beispielsweise



die Fallgesetze mit und ohne Luftreibung – in unserem Nervensystem einprogrammiert sind.“ Die DFG unterstützt diese Untersuchungen im Rahmen ihrer Reinhart Koselleck-Projekte, die nach ihren Worten darauf abzielen, „besonders innovative und im positiven Sinne risikobehaftete“ Forschungsarbeiten zu fördern.

Veröffentlichung:

Stefan Schuster,

Fast-starts in hunting fish: decision-making in small networks of identified neurons

in: Current Opinion in Neurobiology 2012, 22, pp. 279–284

DOI: 10.1016/j.conb.2011.12.004

Zu den Reinhart-Koselleck-Projekten der DFG:

www.dfg.de/foerderung/programme/einzelfoerderung/reinhart_koselleck_projekte/

Kontaktadresse für weitere Informationen:

Prof. Dr. Stefan Schuster

Lehrstuhl für Tierphysiologie

Universität Bayreuth

D-95440 Bayreuth

Tel.: +49-(0)921 / 55-2470 und -2471 / E-Mail: stefan.schuster@uni-bayreuth.de

Text und Redaktion:

Christian Wißler M.A.
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55-5356 / Fax: 0921 / 55-5325
E-Mail: mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de

Fotos Seite 1 und 2:

Lehrstuhl für Tierphysiologie, Universität Bayreuth;
mit Quellenangabe zur Veröffentlichung frei.

Foto Seite 4:

Prof. Dr. Stefan Schuster; zur Veröffentlichung frei.

Alle Fotos in hoher Auflösung zum Download:
www.uni-bayreuth.de/presse/images/2012/201