

Die Damen haben die Wahl

Schon Charles Darwin galten die Schwertträger-Fische (Xiphophorus) als beispielhaft für seine Theorie der sexuellen Selektion. Denn bei den Schwertträgern herrscht Damenwahl (female choice) und die Länge des Schwerts, eine farblich auffällige Verlängerung der Schwanzflosse, entscheidet darüber, mit welchem Männchen die Dame sich paart. Die Arbeitsgruppe des Evolutionsbiologen Priv.-Doz. Dr. Gerrit Begemann an der Konstanzer Universität untersucht an Schwertträgern die Evolution der Entwicklungsmechanismen, die zur Entstehung des Schwerts geführt haben. Schwerpunkt dabei sind die molekularen Mechanismen der Wachstumskontrolle in der Schwanzflosse. Oder einfach gesagt: Warum wächst dem Fisch ein Schwert?

Schwertträger sind kleine Süßwasserfische, die auch als Aquarienfische beliebt und bekannt sind. Zusammen mit den verwandten Platyfischen gibt es rund 24 Arten der Gattung Xiphophorus, doch die Platyfische haben im Laufe der Entwicklung ihr Schwert wieder verloren, wie Arbeiten des Konstanzer Evolutionsbiologen Prof. Axel Meyer in den 90er Jahren ergeben hatten. Welche Kriterien bei der Wahl des Geschlechtspartners eine Rolle spielt, war lange Zeit unklar. Doch inzwischen weiß man, dass die Gesamtlänge des Männchens für das Weibchen attraktiv ist.



Priv.-Doz. Dr. Gerrit Begemann untersucht die Evolution von Entwicklungsmechanismen an Schwertträger-Fische. (Foto: Keller-Ullrich)

Offensichtlich zeigt die Körpergröße, wie „fit“ der Geschlechtspartner ist. Hat das Weibchen allerdings die Wahl zwischen gleich großen Partnern, kommt die zusätzliche Attraktivität des Schwerts zu tragen. Dabei ist der Reiz dieser auch farblich akzentuierten Flosse so stark, dass selbst Platy-Weibchen, wenn man sie vor die Wahl stellt, die männlichen Schwertträger bevorzugen.

Auch wenn sie damit bei der Damenwelt punkten können, hat das Schwert für seine Träger diverse Nachteile. So ist es hinderlich beim Schwimmen und sorgt für ungewollte Aufmerksamkeit bei Feinden. Dass es ein solcher Prachtkerl trotz dieser Widrigkeiten geschafft hat, eine Partnerin anzubalzen, scheint in deren Augen ein Zeichen „guter Gene“ zu sein. In diesem Sinne erben die gemeinsamen Nachkommen die günstigen genetischen Anlagen des Vaters, wobei Söhne wiederum mit langen Schwertern und Töchter mit der Vorliebe für dieses Merkmal ausgestattet werden. Auf diese Weise konnte sich dieses Selektionssystem über viele Generationen hinweg behaupten und die Evolution immer längerer Schwerter begünstigen.

Signalweg wird gesucht

Im Verlauf der Schwert-Evolution müssen sich mehrere Veränderungen im Erbgut angehäuft haben, die dafür sorgten, dass die Schwanzflosse der Männchen länger wurde als die der

Weibchen, erklärt Gerrit Begemann. Die Konstanzer Forscher untersuchen nun, welche molekularen Prozesse das Schwertwachstum regulieren und hoffen dabei einen Einblick in die Spielregeln der Evolution zu erhalten.



Schwertträger, *Xiphophorus helleri* (links nach C. Darwin, *The Descent of Man*, 1871). Die Männchen (oben) besitzen eine verlängerte Schwanzflosse, das Schwert, das sich durch eine entsprechende Präferenz der Weibchen entwickelte.

Schwertträger, wie Charles Darwin sie zeichnete (links) und als Fotografie (rechts) (Foto: Begemann)

"Denn wenn wir jene genetischen Schaltstellen entdecken können, die Schwertträgern und Platyfischen ein unterschiedliches Flossenwachstum ermöglichen, so erhalten wir aufschlussreiche Erkenntnisse über die Art der Mutationen, die zur Entwicklung dieses komplexen Fortpflanzungssystems geführt haben", erläutert Begemann.

Inzwischen hat Begemanns Arbeitsgruppe nachgewiesen, dass Testosteron eine wichtige Rolle für das Schwert-Wachstum spielt. Gibt man nämlich das männliche Sexualhormon ins Wasser des Aquariums, bilden auch die Platy-Fische ein Schwert, allerdings nur ein ganz kleines. Testosteron allein macht aus einem Platy keinen Schwertträger, aber der Versuch zeigt, dass auch in Platy noch Reste des genetischen Programms schlummern müssen, um ein Schwert zu entwickeln. Daher begaben sich die Konstanzer Biologen auf die Suche nach möglichen Zielgenen, die durch die Testosteron-Gabe aktiviert werden. Weil die Suche nach Genen derjenigen nach der sprichwörtlichen Nadel im Heuhaufen ähnelt, haben die Forscher nach vergleichbaren, bereits bekannten Mechanismen gesucht und wurden bei den Zebrafischen fündig. Bei diesen sind eine Reihe von Genen bekannt, die für die Regeneration der Flossen sorgen, wenn diese verletzt werden. Solche Gene spielen regelmäßig auch während der Entwicklung der Flosse eine Rolle. „Wir haben daher Kandidatengene gesucht, die bereits aus den Zebrafischen bekannt waren,“ erläutert Gerrit Begemann.

Dabei hatte sich gezeigt, dass die Aktivität des Transkriptionsfaktors *msxC*, der auch in anderen Geweben die Zellteilung und damit das Wachstum fördert, und die eines Fibroblast Growth Factor Rezeptors (FGFR) mit dem Schwertwachstum korrelieren. „Ein unerwartetes Gen lässt sich so zwar nicht finden, aber wir füllen langsam unsere Wissenslücken,“ erklärt Gerrit Begemann.

Regulation macht Unterschied

Gezeigt hat sich dabei auch, dass dasselbe System, das beim Schwertwachstum funktioniert, sich bereits früher bewährt hat. Denn bei den Schwertträgern unterscheiden sich Männchen und

Weibchen nicht nur durch das Schwert, sondern auch durch die Form der Analflosse. Bei Männchen ist sie zu einem röhrenförmigen Geschlechtsorgan umgebildet, dem so genannten Gonopodium. Damit werden die Eier im Körper des Weibchens befruchtet, denn Schwertträger sind lebendgebärende Fische. Entwicklungsgeschichtlich ist das Gonopodium älter als das Schwert. Die Forscher gehen davon aus, dass beim Wachstum von Gonopodium und Schwert dieselben Gene eine Rolle spielen. Der Unterschied liegt aber in ihrer Regulation.

In diesem Fall scheint sich Evolution also nicht dadurch zu manifestieren, dass Proteine sich verändern. „Nicht die Gene, sondern die Schalter vor den Genen verändern sich,“ erklärt Gerrit Begemann. Die Ahnen der Schwertträger hatten bereits ein Entwicklungsprogramm entwickelt, das die Analflosse bei der Geschlechtsreife, also unter Testosteroneinfluss, zu einem verlängerten Gonopodium umformte. Was die Evolution wohl anschließend erreichte, war die Aktivierung dieses „Wachstums-Moduls“ in der Schwanzflosse, indem Gene wie *msxC* und *FGFR* dort unter die regulatorische Kontrolle des Sexualhormons kamen.

Um zu zeigen, wie das Wachstum kontrolliert wird und wie die typische Form und Färbung des Schwerts zu Stande kommt, haben Gerrit Begemanns Mitarbeiter einzelne Schwertstrahlen von der Unter- auf die Oberseite der Schwanzflosse transplantiert. Dabei hat sich gezeigt, dass auch dort ein Schwert wachsen kann. Ein einziger Flossenstrahl regt demnach die Nachbarstrahlen dazu an, ebenfalls auszuwachsen. Dies müsse durch Signalmoleküle geschehen, die von Zelle zu Zelle wandern, sagt der Forscher und erklärt damit ein weiteres Forschungsziel: „Wir wissen nun, wonach wir suchen müssen, nämlich nach diffundierenden Signalmolekülen, die von Schwertern produziert werden und Wachstum und Pigmentierung ihrer direkten Umgebung organisieren können.“

Fachbeitrag

21.02.2008

mek

BioLAGO

Weitere Informationen

Universität Konstanz

Abteilung Biologie

Universitätsstraße 10

78464 Konstanz

Tel.: 07531 88-2881

Fax: 07531 88-3018

E-Mail: gerrit.begemann@uni-konstanz.de

- ▶ [Universität Konstanz, Fachbereich Biologie](#)