

Botschaft vom Quastenflosser

Ein rundmäuliger Parasit und ein fleischflossiger Raubfisch: Genforscher studieren exotische Kreaturen, um die Wendepunkte in der Geschichte des Lebens zu verstehen.



Quastenflosser bei den Komoren

SCOOONES / XXPOOL / SPL / AG. FOCUS

Als Marjorie Courtenay-Latimer ihren Taxifahrer überredete, einen 60 Kilogramm schweren Fischkadaver in seinem Auto zu befördern, da war sie überzeugt davon, einen bedeutenden Fang nach Hause zu bringen. Dass sie damit Wissenschaftsgeschichte schreiben würde, das ahnte sie nicht.

Heute gilt der stahlblaue, dickschuppig gepanzerte Fisch, den die junge Museumsangestellte kurz vor Weihnachten des Jahres 1938 im Fang eines südafrikanischen Trawlers aufspürte, als vielleicht größte zoologische Entdeckung des 20. Jahrhunderts.

Bis zu jenem Moment hielt man das urtümlich anmutende Tier für ausgestorben. Etwa 70 Millionen Jahre alt war das jüngste bekannte Fossil eines solchen Fisches. Erst durch Courtenay-Latimers Entdeckung wurde offenbar: In der Tiefe des Indischen Ozeans existierten noch lebende Exemplare. Fasziniert erklärte

der Fischkundler James Smith: „Ich wäre kaum erstaunter gewesen, wenn mir auf der Straße ein Dinosaurier begegnet wäre.“

Jetzt, 75 Jahre nach jener legendären Entdeckung, ist es gelungen, die Erbinformation dieses Urzeit-Fisches auszulesen. Ein Team von 91 Forschern aus 40 Instituten veröffentlichte vorige Woche im Fachblatt „Nature“ das Genom des Quastenflossers.

Für Evolutionsbiologen ist das ein Triumph. Denn seine Stellung im Stammbaum aller Organismen macht den Quastenflosser zum idealen Untersuchungsobjekt, um einen der großen Wendepunkte in der Geschichte des Lebens zu studieren: den Landgang der Wirbeltiere.

Vor rund 380 Millionen Jahren robbten erstmals Fische an Land, um sich dort irgendwann dauerhaft einzurichten. Aus diesen unbeholfen watschelnden Kreaturen ging die überbordende Vielfalt der

Landwirbeltiere hervor. Egal ob Kolibri, Maulwurf, Laubfrosch oder Kobra – sie alle sind Nachfahren jenes Pioniers.

Zu gern möchten die Forscher die Vorgänge genau verstehen, die den Sprung aufs Trockene möglich machten: Was ließ die Flossen zu Watschelbeinen mutieren? Wann schob sich erstmals ein Hals zwischen Kopf und Körper? Wie erlernten die Tiere das Hören von luftgetragenem Schall? Und vor allem: Was trieb die Innovation voran, worin liegt das Geheimnis evolutionärer Kreativität?

Wenn sie nach Antworten auf derlei Fragen suchen, ziehen Wissenschaftler gern Fossilien zu Rate. Aus den Sedimenten des Devon-Zeitalters kratzten sie eine Reihe fischiger Übergangsformen, die an der Schwelle zum Landleben gestanden hatten.

Zuletzt sorgte die Entdeckung von Tiktaalik für Aufsehen: Das Team des Chicagoer Evolutionsforschers Neil Shu-

bin war auf einer kanadischen Insel auf die versteinerten Überreste eines flachköpfigen Fisches gestoßen, der offenbar mit seinen muskulösen Flossen im seichten Uferwasser Liegestütze gemacht hatte, um nach Beute zu schnappen. Die Knochen, aus denen Jahrtausende später Hände werden sollten, sind bereits zu erkennen.

Anhand solcher Funde gelingt es den Paläontologen, den Prozess evolutionärer Gestaltwerdung detailgenauer nachzuvollziehen. Die Genforscher vermochten dazu lange Zeit wenig beizutragen. Sie konnten allenfalls Verwandtschaftsbeziehungen aufklären und Stammbäume rekonstruieren. Zwar ist gewiss, dass Mutationen verantwortlich für den Formenreichtum des Tierreichs sind. Wie diese aber ihre Wirkung ausüben, wissen die Forscher zumeist nicht.

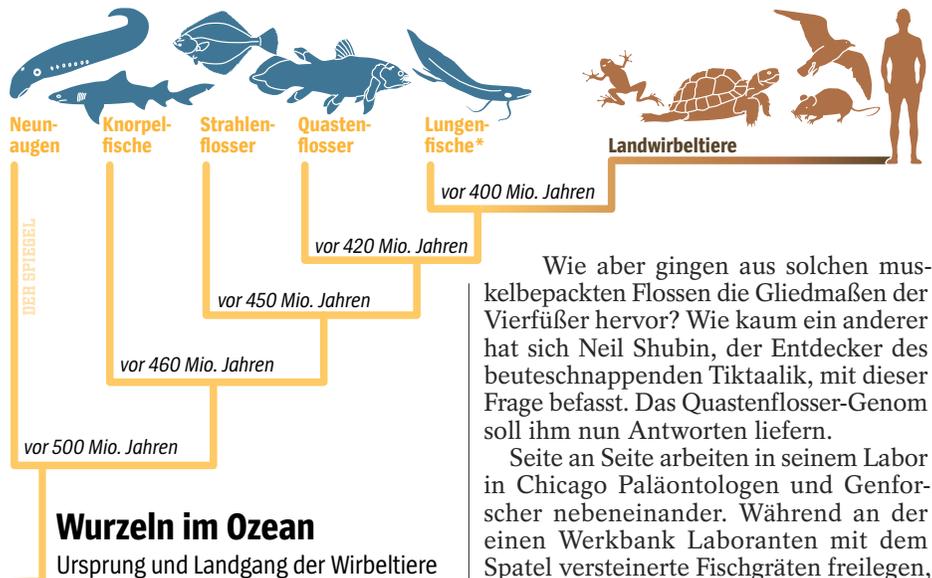
Mit der Entschlüsselung von Genomen wie dem des Quastenflossers beginnt sich das nun zu ändern. Denn versteckt in der schier endlosen Buchstabenfolge der DNA solcher Kreaturen sind viele Geheimnisse aus der Vorgeschichte verborgen.

Das besondere Interesse der Forscher gilt dabei evolutionären Sonderlingen, deren Erbgut Aufschluss über einschneidende Neuerungen in der Entwicklungsgeschichte geben könnte. Vor wenigen Wochen erst veröffentlichten sie zum Beispiel die DNA-Sequenz des Meerneunauges, eines aalförmigen Parasiten, dessen kreisrundes, mit Hornzähnen besetztes Maul einem Saugnapf ähnelt. Mit ihm hält sich das Neunauge am Leib seiner Opfer fest, um deren Haut abzuraspeln und ihre Körpersäfte zu schlürfen.

Das Rundmaul ist das urtümlichste aller Wirbeltiere. Rund 500 Millionen Jahre ist es her, dass sich der letzte gemeinsame Vorfahr von Neunauge und Mensch durchs kambrische Meer schlängelte. Das Studium des Neunaugen-Genoms macht es nun möglich, die genetische Mitgift zu ermitteln, die der Homo sapiens von diesem Urwirbeltier geerbt hat. Insgesamt 224 Genfamilien konnten die Forscher identifizieren, die das Meerneunauge zwar mit mindestens einem Wirbeltier, nicht aber mit irgendeinem Wirbellosen teilt – eine Art Wirbeltier-Grundausstattung, die beim Menschen etwa 1,3 Prozent seiner Gene ausmacht.

Vor allem ein Ereignis aus der Frühgeschichte der Wirbeltiere aber interessiert die Forscher besonders; einige halten es für eines der bedeutsamsten in der Stammesgeschichte des ganzen Tierreichs: Irgendwann muss sich das gesamte Erbgut der Wirbeltiere zweimal verdoppelt haben. Diese doppelte Duplikation könnte eine Art Schicksalsmoment für die weitere Entwicklung gewesen sein.

Die Vervierfachung aller Gene ist mehr als eine bloße Vermehrung des Erbmater-



rials. Sie gilt als wirkmächtiger Motor der Innovation, als Quell einer Vielfalt, die vom Seepferdchen bis zum Pfau, vom Narwal bis zum Flughund und vom Ochsenfrosch bis zum zweibeinigen Menschenaffen reicht.

Denn vor dem großen Duplikationsereignis bestand bei Mutationen eines Gens stets die Gefahr, dass seine alte Funktion verlorengeht. Für den Organismus ist das oft verheerend, die Mutation kann sich folglich nicht durchsetzen. Liegt jedoch von jedem Gen eine Sicherungskopie vor, kann die Natur unbeschwert herumexperimentieren, ohne bei Mutationen unter dem Verlust der Originalfunktion zu leiden. Vieles spricht dafür, dass dies die Experimentierlaune der Evolution enorm befördert hat.

Die Neunaugen-Forscher konnten nun diesen kreativen Schlüsselmoment in der Wirbeltiergeschichte präziser datieren: Offenbar hat er sich schon im frühen Kambrium ereignet, noch ehe sich die Rundmäuler vom Rest der Wirbeltiere abspalteten. Denn auch im Erbgut der Neunaugen finden sich die Spuren der frühen Genomduplikationen.

Einem anderen Trick, mit dessen Hilfe die Natur Neuerungen hervorbringt, sind die Forscher nun anhand des Quastenflossers auf der Spur. Unter den Fischen zählt dieser zu den nächsten Verwandten der Landwirbeltiere. Deshalb ist er geeignet, den Landgang zu studieren.

In der Tat scheinen beim Quastenflosser erste Weichen gestellt, die das Verlassen des Wassers erleichtert haben dürften. Besonders die fleischigen Paddel, mit denen das Tier seine eigenartig tänzelnden Bewegungen vollführt, muten an wie eine Vorahnung von Beinen.

* Lungenfische stehen den Landwirbeltieren noch näher als Quastenflosser. Für eine Sequenzierung sind sie aber ungeeignet, weil ihr Erbgut rund 30-mal so umfangreich ist.

Wie aber gingen aus solchen muskelbepackten Flossen die Gliedmaßen der Vierfüßer hervor? Wie kaum ein anderer hat sich Neil Shubin, der Entdecker des beuteschnappenden Tiktaalik, mit dieser Frage befasst. Das Quastenflosser-Genom soll ihm nun Antworten liefern.

Seite an Seite arbeiten in seinem Labor in Chicago Paläontologen und Genforscher nebeneinander. Während an der einen Werkbank Laboranten mit dem Spatel versteinerte Fischgräten freilegen, surrt an der anderen die DNA-Zentrifuge. In Käfigen springen unterdessen transgene Mäuse umher, die Fischgene im Erbgut tragen. Alles, was hier geschieht, dient dem Ziel, das Rätsel der Gliedmaßen-Evolution zu knacken.

Sämtliche Extremitäten – gleichgültig ob Flügel, Sprungbein oder Arm mit Greifhand – sind nach demselben Masterplan konstruiert. „Die Formel lautet: 1 – 2 – viele – 5“, sagt Shubin, „beim Arm heißt das: ein Oberarmknochen, dann Elle und Speiche, ein vierteiliges Handgelenk und schließlich fünf Finger.“

Verantwortlich für die genaue Gestalt, die eine solche Extremität einnimmt, sind dabei vermutlich gar nicht die Gene selbst. Zunehmend setzt sich unter den Forschern die Einsicht durch: Wichtiger für den Fortgang der Evolution könnten vielmehr jene Schalter sein, die diese Gene regulieren.

Einen solchen Schalter, der anscheinend einen ersten Schritt hin zum Bauplan der Gliedmaßen darstellte, konnten die Forscher nun im Erbgut des Quastenflossers dingfest machen. „Insel 1“ heißt dieses genetische Steuerelement, das sich in Landwirbeltieren, nicht aber im Erbgut von Knochenfischen findet.

Genschalter und Genomduplikation – zwei maßgeblichen Mechanismen, die zur Formenfülle der Tiere beitragen, kommen die Forscher so langsam auf den Grund. Doch das ist erst ein Anfang. Rasant nimmt die Zahl entschlüsselter Tiergenome zu.

Schon ist am chinesischen Forschungszentrum BGI das Projekt „Genome 10K“ angelaufen. Das Ziel des ehrgeizigen Vorhabens: die Erbgut-Sequenz von 10 000 Wirbeltierarten auszulesen.

Ein regelrechter Datentsunami wird damit über die Gene Labors weltweit niederziehen. Tausende wundersame Schöpfungsgeschichten aus dem Evolutionslabor der Natur werden in diesem Datenwust versteckt sein. Die Kunst wird darin bestehen, sie auch zu lesen.

JOHANN GROLLE