

Sonderseite
Coronavirus

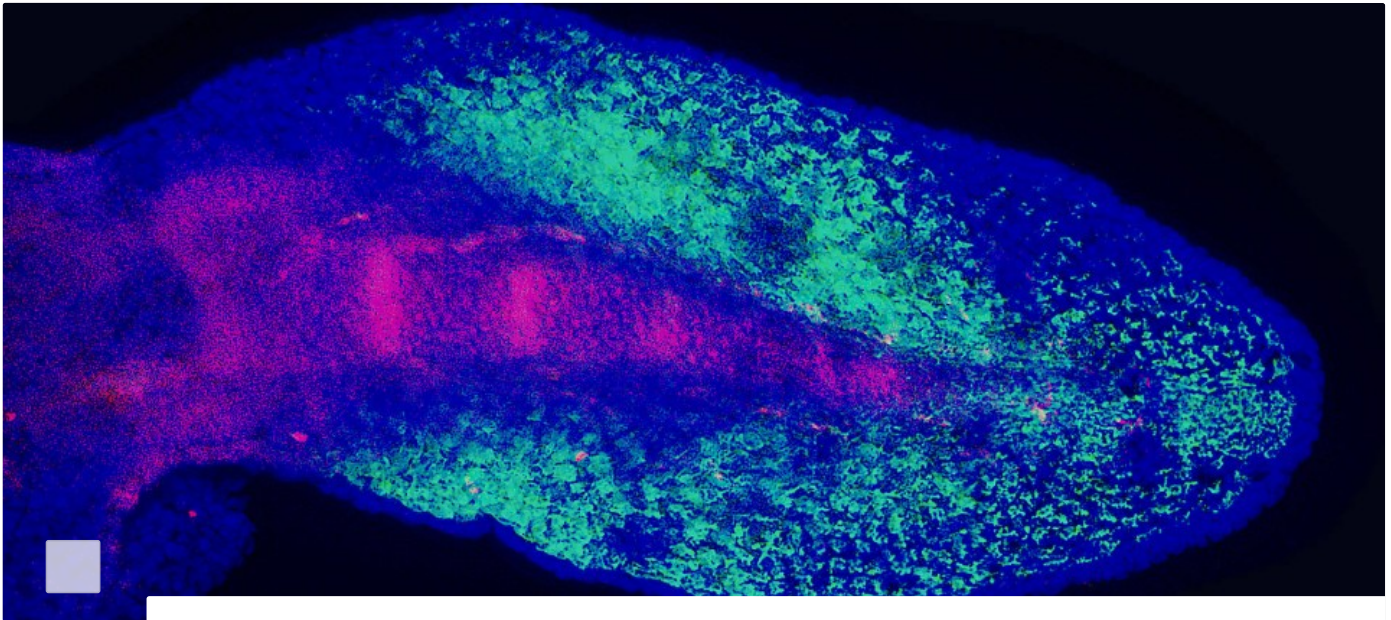
Frankfurter Allgemeine

HERAUSGEGEBEN VON GERALD BRAUNBERGER, JÜRGEN KAUBE, CARSTEN KNOP, BERTHOLD KOHLER

EVOLUTION

Erst war die Flosse, dann kam die Hand

VON SONJA KASTILAN - AKTUALISIERT AM 05.09.2020 - 17:37



Was muss geschehen, damit Land das Wasser als Lebensraum ersetzen kann und Fische zu Vierfüßern werden? Ein Gespräch mit dem Evolutionsbiologen Joost Woltering von der Universität Konstanz.

Luft zum Atmen, das war nicht der einzige Unterschied zum Dasein unter Wasser. Für den Landgang brauchten Wirbeltiere zudem eine dickere Haut und mussten sich anders fortbewegen. Auf Flossen kommt man nicht weit, das lässt sich an Walrossen oder Seehunden beobachten, deren Ahnen zurück ins Meer gingen, obwohl sie an ein Leben auf dem Trockenen angepasst waren. Das geschah Hunderte Jahrmillionen später, nachdem die ersten Tetrapoda sich entwickelt hatten, zu denen Reptilien, Amphibien, Vögel und wir Säugetiere heute zählen. Wie die Landwirbeltiere entstanden sind, lässt sich mit Hilfe genetischer Studien erkunden, wie sie der Evolutionsbiologe Joost Woltering an der Universität Konstanz unternimmt.



Sonja Kastilan

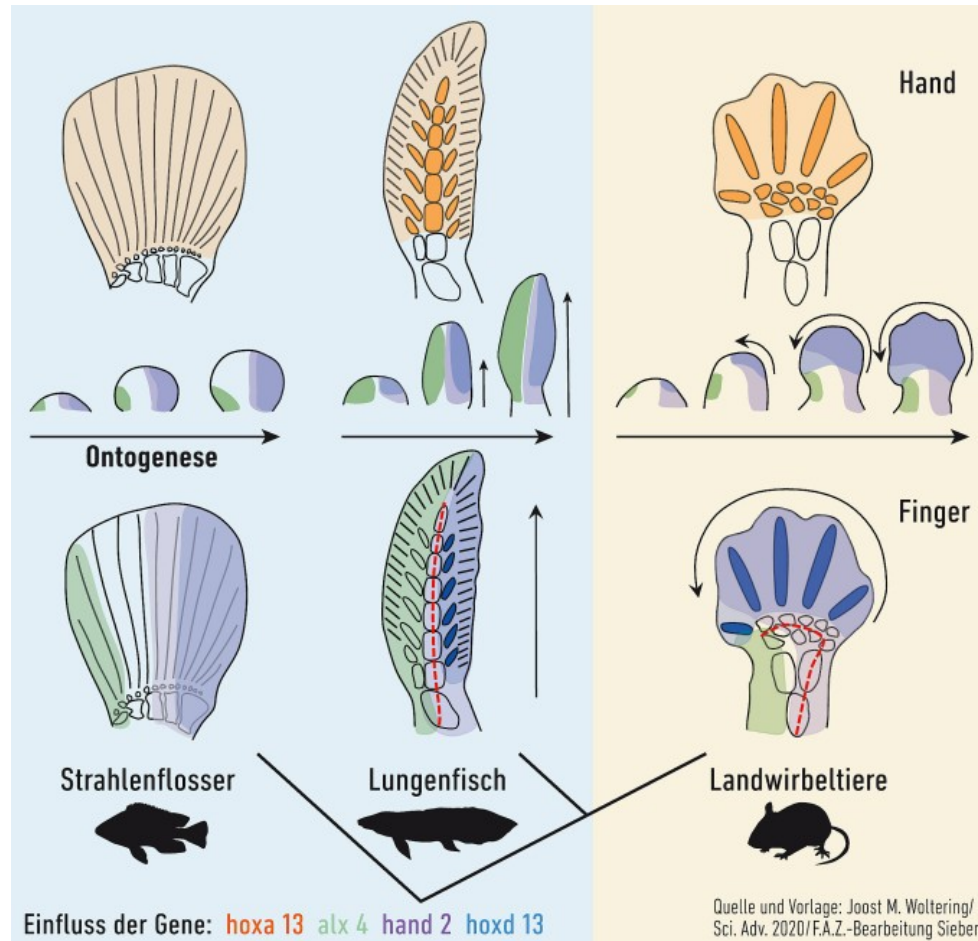
Verantwortlich für das Ressort „Wissenschaft“ der Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung.

Herr Woltering, der Mensch ist ein Landwirbeltier, doch eigentlich liegen die Anfänge im Wasser, wie schafften es unsere Ahnen an Land?

Das liegt natürlich sehr lange zurück. Im Kambrium haben sich die ersten Wirbeltiere entwickelt, also vor rund 530 Millionen Jahren. Im Wasser, daher waren es Fische, auch wenn sie noch ganz anders aussahen als die heute. In den Meeren entstanden komplexere Fische; irgendwann verließen sie das Wasser, gingen an Land. Zunächst in kurzen Ausflügen, daraus wurde eine Besiedelung durch Vierbeiner, den Tetrapoden, von denen wir abstammen. Der Landgang war eine enorme Herausforderung.

Welche Veränderungen waren nötig?

Für den Weg vom Fisch zum Tetrapod? Eine ganze Menge Evolution, die Tiere brauchten zum Beispiel gute Lungen, um Sauerstoff aus der Luft zu atmen, ein anderes Hörsystem, und was wichtig zu bedenken ist: An Land ist die Schwerkraft mit ganzer Macht zu spüren. Während im Meer ja das archimedische Prinzip wirkt, man durch den Auftrieb fast gewichtslos ist, wird man hier regelrecht zu Boden gezogen. Fische, die sich im Wasser mit den Flossen leicht fortbewegen konnten, waren sehr schlecht für ein Vorwärtskommen außerhalb ihres Elements gerüstet. Deshalb ist das, was wir „fin to limb transition“ nennen, ein riesiger Schritt, Flossen mussten sich in Arme und Beine verwandeln. Wie, das erforsche ich seit einigen Jahren neben ein paar anderen Fragestellungen, wie etwa die ungewöhnlichen Körperformen von Seenadeln oder Seepferdchen, und die Vielfalt der Flossen, die mittlerweile, von einem einfachen Grundbauplan ausgehend, entstanden ist.



Die Grafik veranschaulicht, wie ausgewählte Gene während der frühen, individuellen Entwicklung (Ontogenese) die Bildung von Flosse oder Hand beeinflussen. Während *hoxa13* bei den untersuchten Wirbeltieren etwa ähnlich aktiv ist, zeigen sich für *hoxd13* große Unterschiede im Bereich der Finger.
Bild: Joost M. Woltering; FAZ-Grafik

Auf welche Weise? Der evolutionäre Wechsel aufs Land liegt ja schon sehr lange zurück.

Es geschah im Devon, vor rund 400 bis 360 Millionen Jahren, und manche Wissenschaftler versuchen die Evolution nachzuvollziehen, indem sie nach Fossilien suchen, um so vielleicht den letzten gemeinsamen Vorfahren aller Landwirbeltiere zu finden. Die Paläontologen leisten auf diesem Gebiet hervorragende Arbeit, wir verfolgen aber einen anderen Ansatz und nähern uns eher über die Entwicklungsbiologie an, indem wir untersuchen, wie sich Flossen während der embryonalen Entwicklung bilden und wo die Unterschiede liegen zur Entstehung der Körperglieder von Vierbeinern. Ob Frosch, Maus oder Mensch: Die Extremitäten entstehen auf ähnliche Weise aus einer bestimmten Gruppe von Zellen, die Arme, Hände und Finger bilden. Schaut man sich das beim Fisch an, ist das anfangs genauso. Doch dann nimmt das Ganze einen

anderen Lauf, am Ende hat man statt Armen oder Beinen eben Flossen. Diese Abweichung untersuchen wir auf der genetischen Ebene, um zu verstehen, welche Mechanismen sich ändern müssen, damit aus einem Fisch ein Tetrapod wird.

Quastenflosser hielt man lange für unsere nächsten lebenden Verwandten im Wasser, aber das ist nicht so?

Nein, *Latimeria* ist keine Schwesterngruppe. Außerdem wäre es schwer, an Forschungsmaterial von den bedrohten und in großer Tiefe lebenden Quastenflossern zu kommen, und die typischen Modellorganismen wie die Zebrafische sind schon zu weit entwickelt. Von den Lungenfischen wiederum, die den Landwirbeltieren am nächsten stehen, gibt es drei Gruppen: Die afrikanischen und südamerikanischen Arten, die man zwar im Handel erwerben, allerdings nicht züchten kann, sowie eine australische Art mit ausgeprägten Flossen. Diese gilt allerdings ebenfalls als bedroht, und die Züchtung für Forschungszwecke wurde vor etwa zehn Jahren gestoppt.



Joost M. Woltering ist Assistenzprofessor der Fakultät für Biologie an der Universität Konstanz. Er erforscht die Evolution unterschiedlicher Fischformen sowie der Körperglieder. Bild: privat

Woher hatten Sie dann das Gewebe für Ihre aktuelle Studie zur Entwicklung von Flossen und Händen?

Das war großes Glück, fast ein Wunder. Auf einer Konferenz traf ich auf einen italienischen Kollegen, der seit Jahren seltene Proben von Lungenfischen bei minus 80 Grad im Gefrierschrank aufbewahrte, selbst aber nicht mehr daran forschte. Und von ihm erhielt ich nun die letzten Reste, die an embryonalem Gewebe zur Verfügung standen.

Das Mega-Genom der Lungenfische umfasst im Vergleich zum Menschen das 30- bis 40-Fache an Basenpaaren, stellte das ein Problem dar?

Wenn Sie das Erbgut sequenzieren oder Kontrollregionen definieren wollen, ist das tatsächlich sehr aufwendig, eine Tour de Force. In unserem Fall genügte das Transkriptom: Wir haben uns somit nur um jene Gene gekümmert, die aktiv waren, den Rest konnten wir ignorieren.

Sie entdeckten, wie Architektur-Gene Einfluss darauf haben, welche Gestalt die Glieder annehmen und konnten ein genetisches Netzwerk aufklären.

Ja, bestimmte *hox*-Gene sind wichtig, und wir sahen außerdem, wie sich die mittlere Achse verschiebt, was übrigens auch die Homologie unserer Knochen betrifft. Was in Beinen und Armen einer geraden Linie gleicht, macht in Fuß oder Hand eine Art Biegung, die vom kleinen Finger bis zum Daumen verläuft. Eine Gruppe von Zellen auf der einen Seite teilt sich anders, als die auf der anderen. Das ließ sich an den Genaktivitäten während der Embryogenese gut nachvollziehen. In den embryonalen Flossen, in denen wir diese Genaktivität visualisieren konnten, spiegelte sich ein morphologisches Szenario wider, das den Biologen bis heute Rätsel aufgibt. Vermutet wird, dass die Zellen von einer Seite nach vorne an Spitze drängen und dort Zehen oder eben Finger formen.

Warum verbiegt sich die Achse so?

Die Ursache dafür kennen wir nicht, aber das wollen wir klären. Zum Beispiel indem wir bei Buntbarschen einzelne Gene ausschalten, um zu beobachten, wie das die Entwicklung der Glieder beeinflusst. Uns interessiert, wie unterschiedlich diese Architektur-Gene bei Fischen

und Tetrapoden kontrolliert werden. Durch den Vergleich der embryonalen Entwicklung heute lebender Vertreter möchten wir den Bauplan finden, der vor rund 400 Millionen Jahren die ersten Schritte an Land ermöglichte.

MEHR ZUM THEMA



SOMMERHITZE

Eine Brise, nur für mich



STUMPFE KLINGEN

Wenn Metall am Haar zerbricht



GRIPPE-VIREN IN STÄLLEN

In Europa könnte ein Erreger für die nächste Pandemie entstehen

Quelle: FA.S.

[Hier](#) können Sie die Rechte an diesem Artikel erwerben.

Die digitale Sonntagszeitung

ZUR E-PAPER AUSGABE

ÄHNLICHE THEMEN [UNIVERSITÄT KONSTANZ](#) [ALLE THEMEN](#)

**JETZT MIT F+
LESEN**

AMERIKAS URSPRUNGSLEGENDE