

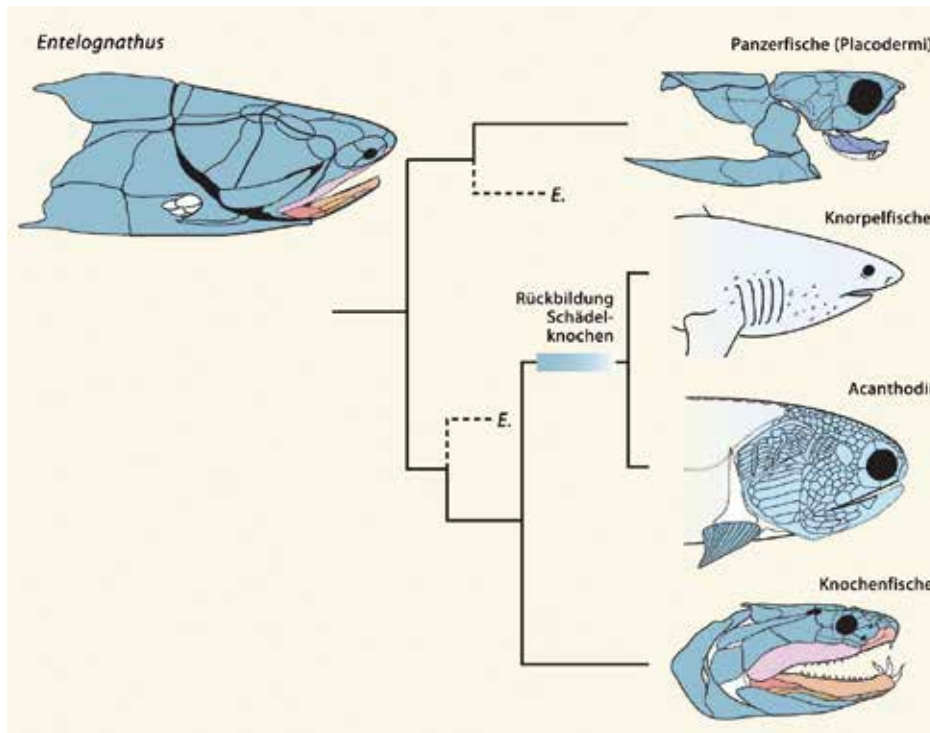


Abb. 1 Modellierung der Evolution des kiefertragenden Gesichts der Wirbeltiere. Die Knochenfische besitzen große Schädelknochen, während die fossilen Acanthodii und Knorpelfische (z. B. Haie) zahlreiche kleine Knochen oder winzige Schuppen tragen. Panzerfische besitzen ebenfalls große Schädelknochen. Die Position von *Entelognathus* (E.) ist unsicher, da diese fossile Gattung anatomische Merkmale der Knochenfische und Panzerfische besitzt. Entgegen früherer Annahmen lassen sich die Merkmalsverteilungen nun eher so erklären, dass die Knorpelfische abgeleitet und nicht ursprünglich sind. Weiteres im Text. (Nach FRIEDMAN & BRAZEAU 2013, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

Der Fund des neuen Fossils, das den Gattungsnamen *Entelognathus* erhielt, stammt aus dem oberen Silur der Yunnan-Provinz Chinas und wurde auf 419 Millionen Jahre datiert. *Entelognathus* ähnelt mit seiner knöchigen Schulter- und Schädelpartie den Panzerfischen, die als frühe Abspaltung der Linie gelten, aus denen sich Knorpel- und Knochenfische entwickelt haben sollen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die neu entdeckte Art auch differenzierte Kieferknochen besaß, wie sie bisher nur von Knochenfischen bekannt sind, ein komplexes Arrangement kleinerer Knochen, die als Prämaxilla und Maxilla im Oberkiefer, als Dentale im Unterkiefer und als Wangenknochen bekannt sind (ZHU et al. 2013). Es handelt sich also um einen Fisch mit Gesicht, der damit der älteste bekannte Fisch mit Gesicht ist.

Das hat weitreichende Folgen für die stammesgeschichtliche Einordnung: *Entelognathus* könnte zu einer Schwesterguppe der Panzerfische gehören oder eng mit dem letzten gemeinsamen Vorfahren von Knorpel- und Knochenfischen verwandt

sein (Abb. 1). In jedem Fall kann der hochentwickelte Kiefer nicht mehr als Alleinstellungsmerkmal der Knochenfische angesehen werden. Der knöcherne Kiefer als Struktur könnte somit zweifach unabhängig (konvergent) entstanden sein. Oder aber, und dazu scheinen die Wissenschaftler zu neigen, die Schädelknochen sind in der Knorpelfisch-Linie wieder verlorengegangen, wenn die Knochenfische vor den Knorpelfischen entstanden sein sollen (FRIEDMAN & BRAZEAU 2013). Beide Möglichkeiten sind wenig plausibel – nicht umsonst wurde die Stammesgeschichte der beiden großen heute lebenden Fischgruppen bisher genau anders herum rekonstruiert: Knorpelfische vor Knochenfischen.

Unerwartete Funde und Evolution. Auf der Basis etablierter stammesgeschichtlicher Hypothesen war das neue Fossil mit der Kombination von Merkmalen aus Placodermen und Knochenfischen nicht vorhergesagt worden. Es erfordert die Annahme einer Umkehr der Evolutionsrichtung gegenüber den bisher favorisierten Hypothesen. Natürlich kann die (Re-)Konstruk-

tion von Stammbäumen immer an neue Fossilfunde angepasst werden; Fossilien können die Evolution als konzeptionelle Vorgabe nicht „umstürzen“. Aber die Anpassung der Theorie an die Befunde erfordert, hier wie in vielen anderen Fällen, eine Verkomplizierung evolutionstheoretischer Hypothesen: Entweder muss eine zweimal unabhängige Entstehung von knöchernem Kiefer und Knochenplatten oder deren Verlust bei den Knorpelfischen angenommen werden. Man kann schwerlich behaupten, dass der neue Fund das evolutionäre Paradigma einmal mehr bestätigt hätte.

[ZHU M, YU X et al. (2013) A Silurian placoderm with osteichthyan-like marginal jaw bones. *Nature* 502, 188-193; FRIEDMAN M & BRAZEAU MD (2013) A jaw-dropping fossil fish. *Nature* 502, 175-177] R. Junker

■ Von komplex nach einfach: Stachelweichtiere

Evolution der Lebewesen bedeutet u.a. schrittweiser Erwerb neuer Organe und neuer Funktionen. Alle lebendigen Konstruktionen müssen in der Regel auf einfacher gebaute Vorläufer zurückführbar sein, jedenfalls auf lange Sicht. Auch rückgebildete Organe müssen irgendwann *de novo* entstanden sein. Aus diesem Grund wird die Vielfalt der Organismen unter evolutionstheoretischen Voraussetzungen im hypothetischen Stammbaum primär so angeordnet, dass einfache Formen näher an der Basis stehen als vergleichbare komplexere Varianten. Allerdings ist schon lange klar, dass es auch die umgekehrte Richtung hin zu Vereinfachung oder Verkümmern gibt. Das ändert jedoch nichts daran, dass auch rückgebildete Organe zuvor erst einmal entstehen mussten. Wenn Evolution abgelaufen ist, müssen alle Organe irgendwann „klein angefangen“ haben.

Vor diesem Hintergrund ist es überraschend, dass neuere Befunde immer wieder darauf hindeuten, dass Organismengruppen – soweit sie fossil zurückverfolgt werden können – in komplexer Ausprägung ihren Einstand in der Fossilüberlieferung geben, um anschließend zum Teil erhebliche Rückbildungen zu

erleben. Über ein solches Beispiel berichten Andreas WANNINGER von der Universität Wien und sein Team (SCHERHOLZ et al. 2013). Um die bis heute unklaren Abstammungsverhältnisse der Weichtiere (Mollusken) zu erhellen, untersuchten die Forscher den Entwicklungszyklus der einfach gebauten Art *Wirenia argentea* (Abb. 1) aus der Weichtiergruppe der Aculifera (Stachelweichtiere). Die Aculifera bilden eine der beiden großen Untergruppen der Mollusken; ihre wurmförmigen oder wälzlichen Vertreter haben keine typische Molluskenschale, sondern Kalknadeln oder kalkige Platten auf der Außenhaut. Unter ihnen werden schalenlose Tiere (Aplacophora, Wurmmollusken) und beschalte Formen (Polyplacophora, Käferschnecken) unterschieden. (Die andere Untergruppe sind die Conchifera, primär einschalige Formen, zu denen Schnecken, Muscheln und Tintenfische gehören.)

Bislang galten die wurmförmigen, meist nur einige Millimeter bis wenige Zentimeter großen Aplacophora als evolutionär ursprünglich, weil ihr innerer Bau deutlich einfacher ist als der der Polyplacophora. Die eher schneckenförmigen Polyplacophora haben dagegen eine ausgesprochen spezialisierte Muskulatur, Saugfüße und acht Schalenplatten.

Die Forscher fanden nun jedoch heraus, dass die Larven von *Wirenia* eine sehr viel komplexere Körpermuskulatur besitzen als die erwachsenen (adulten) Tiere. Der deutlich einfachere Bau der adulten Tiere wird erst nach der Metamorphose verwirklicht. Die komplexe Muskulatur der Larven gleicht dabei zudem der Muskulatur ausgewachsener Formen der Polyplacophora. Daraus ziehen die Wissenschaftler den Schluss, dass der einfache Bau der ausgewachsenen Aplacophora nicht die ursprüngliche Ausprägung gewesen sein kann, vielmehr muss dieser durch massive Vereinfachung sehr viel komplexer gebauter Vorfahren entstanden sein. Der evolutionäre Weg wäre damit von komplex nach einfach verlaufen, die Aplacophora wären sekundär vereinfacht. Das heißt umgekehrt auch,



Abb. 1 Der vier Millimeter lange, schalenlose Furchenfüßer *Wirenia argentea* liefert neue Erkenntnisse zum Entwicklungszyklus von Weichtieren. (© Universität Wien/Thomas SCHWAHA, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

dass der mutmaßliche gemeinsame Vorfahr ziemlich komplex gebaut war und sein Ursprung im Dunkeln liegt. Ein neuerer Fossilfund, *Kulindroplax perissokosmos* aus dem Silur und auf 425 Millionen Jahre datiert, stützt die Rückbildungshypothese (<http://idw-online.de/de/news557238>). Denn diese Art gleicht in wesentlichen Merkmalen den heute lebenden Aplacophoren, nur im Besitz von Schalenplatten unterscheidet sich diese Art von heutigen Formen – ein Beispiel für Stasis (evolutionärer Stillstand). „Es sieht also ganz danach aus, dass unsere heute lebenden, einfach gebauten ‚Nicht-Schalenträger‘ von einem schalentragenden Vorfahr mit einer hochkomplexeren Muskulatur abstammen“, wird WANNINGER zitiert (<http://idw-online.de/de/news557238>).

Wie im Falle der Knorpelfische (im vorigen Streiflicht) wird evolutionstheoretisch auch hier der Schluss einer Entwicklung Richtung Vereinfachung nahegelegt. Es gibt zahlreiche weitere Beispiele dieser Art.

[SCHERHOLZ M, REDL E, WOLLESEN T, TODT C & WANNINGER A (2013) Aplacophoran mollusks evolved from ancestors with Polyplacophoran-like features. *Curr. Biol.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.08.056>] R. Junker

■ Gliederfüßergehirn: Von Beginn an „modern“

Vergleichende Studien und Fossilfunde haben in der jüngeren Vergangenheit wiederholt nahegelegt, dass unter evolutionstheoretischen Voraussetzungen eine früh etablierte große Komplexität von Organen angenommen werden muss und dass sich deren Bau bis heute nicht mehr wesentlich verändert hat. Beispiele aus jüngerer Zeit sind das Gehirn von Fliegen (STRAUSFELD & HIRTH 2012), das Nervensystem von Gliederfüßern (MA et al. 2012) und Komplexaugen (LEE et al. 2011). Entsprechendes gilt auch für die genetische Ausstattung (vgl. z. B. PUTNAM et al. 2007).

Erst kürzlich stellte sich heraus, dass das Gehirn des kambrischen Krebses *Fuxianhuia* in Proto-, Deutero- und Tritocerebrum gegliedert ist – genauso wie bei vielen heute lebenden Höheren Krebsen und Insekten. Nun bestätigt ein weiterer Gliederfüßer aus der Zeit der „Kambrischen Explosion“ die frühe Etablierung eines modernen Gliederfüßer-Gehirns von Beginn der Fossilüberlieferung der betreffenden Tiergruppe an. Es handelt sich dabei um *Alalcomenaeus* sp. aus der berühmten unterkambrischen