

■ Spinnengift als hochwirksames Insektizid

Als Jäger eines umfangreichen Spektrums von Insekten setzen Spinnen zu deren Überwältigung und Verdauung komplexe Stoffgemische ein, die sie durch ihre Kieferklauen (Cheliceren) in die Beutetiere injizieren. In toxikologischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Spinnengifte einzelner Spinnen mehr als 1000 giftige Peptide enthalten können; die meisten davon dürften für Insekten schädlich sein.

Bestimmte Insekten können unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bei der Herstellung von Nahrungsmitteln und deren Lagerung einen großen Schaden anrichten. Da viele dieser schädlichen Insekten gegen Insektizide Resistenzen entwickelt haben, wird intensiv nach neuen Peptiden gesucht, mit deren Hilfe diese Insekten kontrolliert werden können. Besonders interessant sind dabei Peptide, die von den Insekten mit der Nahrung (oral) aufgenommen werden und dann möglichst rasch ihre Wirkung entfalten.

Da Spinnen ihre komplexen Toxingemische direkt in ihre Beute injizieren, ist man bisher davon ausgegangen, dass diese nach oraler Verabreichung ihre Wirksamkeit durch Verdauung weitgehend einbüßen. Für eine Optimierung der Spinnengifte bezüglich ihrer Wirksamkeit nach oraler Aufnahme gibt es unter natürlichen Bedingungen keinen erkennbaren Selektionsdruck, da die Spinnengifte nicht durch die Mundöffnung in den Körper der Beutetiere gelangen. Dennoch gibt es Bestandteile in Spinnentoxinen, die bei oraler Aufnahme auch in sehr kleinen Mengen wirksam sind. HARADY et al. (2013) haben aus dem Spinnengift der Australischen Vogelspinne (*Selenoptus plumipes*) ein oral hoch aktives, als Insektizid wirksames Peptid isoliert und genauer untersucht. Das von den Autoren als OAIP-1 (orally active insecticidal peptide) bezeichnete Peptid erweist sich als hochwirksam gegen Termi-

ten, Mehlwürmer und die Baumwoll-Kapselseule (*Helicoverpa armigera*).

Das Peptid besteht aus 34 Aminosäuren und ist durch drei Disulfidbindungen (Cystein-Knotenstruktur) in seiner kompakten Struktur stabilisiert. OAIP-1 zeigt auffallende thermische und chemische Stabilität und ist auch widerstandsfähig gegen Proteasen (= Protein abbauende Enzyme). Bei Temperaturen von bis zu 30 °C ist das Peptid mindestens eine Woche lang in seiner Struktur unverändert und in Hämolymphe von Insekten über mehrere Stunden stabil.

HARADY et al. haben die Hoffnung, dass das von ihnen beschriebene Peptid zur Entwicklung neuer Insektizide führt. Ihre Untersuchung ist auch insofern interessant, als dass hier eine Komponente im Spinnengift beschrieben wird, die eine sehr spezifische Eigenschaft besitzt – nämlich die auffällig starke Wirkung als Insektizid nach oraler Aufnahme –, ohne dass hierfür bisher ein Selektionsfaktor bekannt ist.

[HARADY MC, DALY NL, MOBLI M, MORALES RAV & KING GF (2013) Isolation of an orally active insecticidal toxin venom of an Australian Tarantula. PLoS ONE 8: e73136.doi:10.1371/journal.pone.0073136.] H. Binder

■ Fisch mit Gesicht stellt Abstammung auf den Kopf

Bestätigen neue Fossilfunde immer wieder Evolution? Der Fund eines Fischfossils aus dem oberen Silur Chinas stellt eine etablierte Abstammungsvorstellung auf den Kopf: Knochenfische sollen nun vor den Knorpelfischen entstanden sein. Das hätte allerdings evolutionstheoretisch zur Folge, dass ein knöcherner Kiefer zweimal unabhängig entstand oder dass die Entstehung der Knorpelfische mit zahlreichen Rückbildungen einherging. Beides ist nicht gerade plausibel.

Die Einschätzung, dass eine allgemeine Evolution der Lebewesen eine Tatsache sei, wird häufig damit begründet, dass neue Befunde sich

immer wieder in das evolutionstheoretische Theoriegebäude einfügen ließen und aus Evolutionstheorien abgeleitete Vorhersagen sich erfüllten. So wird beispielsweise auf passende fossile Übergangsformen verwiesen. Tatsächlich aber entsprechen viele neue Fossilfunde jedoch gerade nicht den evolutionstheoretisch motivierten Erwartungen.

Ein jüngst entdecktes Fossil verlängert die Reihe evolutionstheoretisch völlig unerwarteter Formen. Von diesem Fund, der den Stammbaum der Wirbeltiere kräftig „durcheinanderwirbelt“ (<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/forschak/2266356/>) berichteten Min ZHU und Kollegen von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in der Wissenschaftszeitschrift *Nature*. Es handelt sich dabei um das Fossil eines etwa 20 cm langen Fisches, das die etablierte Theorie über die stammesgeschichtlichen Beziehungen von Knochen- und Knorpelfischen komplett in Frage stellt (ZHU et al. 2013).

Bisher war man davon ausgegangen, dass Knorpelfische ähnlich den heutigen Haien Vorfahren der Knochenfische seien. Die beiden Gruppen bilden zusammen mit den ausgestorbenen Panzerfischen (Placodermi) und den Acanthodii die Kiefermäuler (Gnathostomata). Zu den Knorpelfischen gehören Haie, Rochen und Seekatzen. Sie besitzen keine Knochen; ihr Skelett ist aus Knorpel aufgebaut, der jedoch durch Kalkeinlagerung eine hohe Festigkeit erreicht, die die enorme Größe mancher Haie erlaubt. Richtiges Knochengewebe wird nur ganz selten bei großen alten Haien in den Wirbeln ausgebildet. Der Großteil der Fische (über 95% der Arten) hat dagegen ein knöchernes Skelett, das als evolutionäre Weiterentwicklung betrachtet wird. Im Kopfbereich besitzen die Knochenfische anders als die Knorpelfische feste Platten und hochentwickelte Kieferknochen, was den Fischen sozusagen ein „richtiges Gesicht“ verleiht. Dagegen besitzen die Knorpelfische im Schädelbereich nur winzige Schuppen.

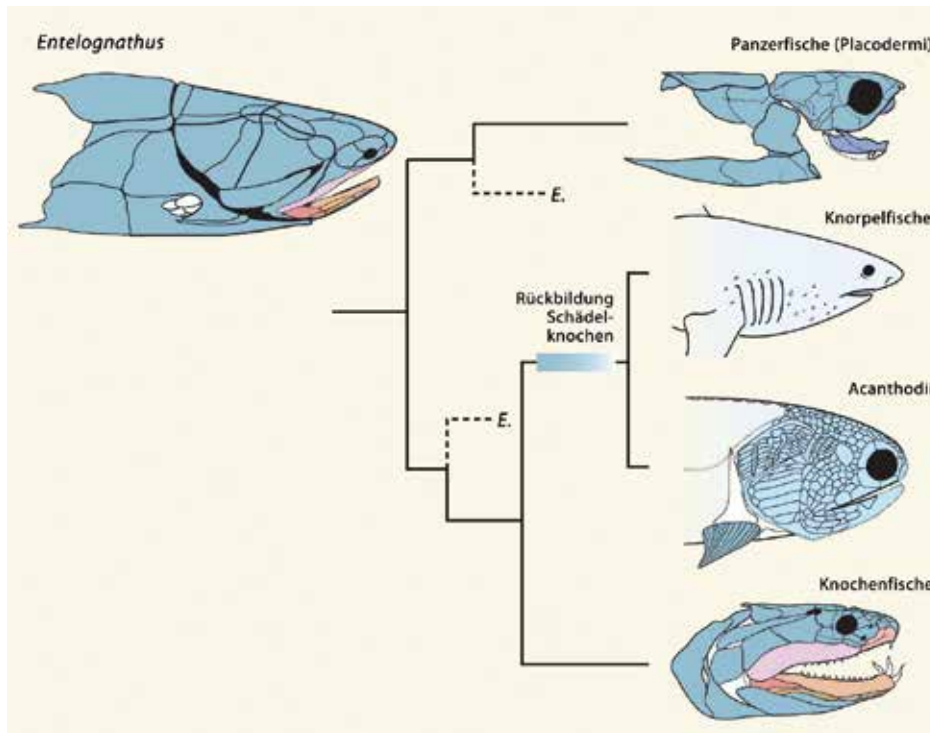


Abb. 1 Modellierung der Evolution des kiefertragenden Gesichts der Wirbeltiere. Die Knochenfische besitzen große Schädelknochen, während die fossilen Acanthodii und Knorpelfische (z. B. Haie) zahlreiche kleine Knochen oder winzige Schuppen tragen. Panzerfische besitzen ebenfalls große Schädelknochen. 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