

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



Abb. 1 *Alalcomenaeus* sp. aus der Chengjiang-Lagerstätte Chinas, seitliche Sicht. ey Auge, GA große Anhänge, C1-C3 zweigabelige Kopfanhänge, T1-T3 zweigabelige Rumpfanhänge. Balken: 2 mm. (Aus TANAKA et al. 2013; Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

Chengjiang-Lagerstätte in Südwestchina (Alter: ca. 520 Millionen radiometrische Jahre). Gengo TANAKA (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka) und Mitarbeiter beschrieben dieses Fossil in einem *Nature*-Artikel.

Der fossile ca. 3 cm lange Gliederfüßer gleicht einigen typischen Vertretern der damaligen Fauna. Sein Körper ist segmentiert, das Tier besitzt ein Dutzend Beinpaare mit leicht verbreiterten Anhängen, die sowohl ein Krabbeln auf dem Meeresgrund als auch das Schwimmen ermöglichten. Erhalten sind auch paarige Augen mit einem Durchmesser von je 0,75 mm und zusammengesetzt aus 15 mm großen Facetten. Am Kopf trug das Tier zwei mit großen Klauen ausgestattete Anhänge, aufgrund derer es zu den Megacheira („große Hände“) gestellt wird.

Bei Fossilien ist es allerdings schwer zu entscheiden, ob die Scheren vom Krebstyp oder vom Spinnentyp sind. Die Scheren beider Gruppen sind zwar ähnlich, entstehen ontogenetisch aber auf verschiedene Weise und entsprechen verschiedenen Körperteilen. Bei *Alalcomenaeus* half jedoch die spinnentypische Struktur des Gehirns,

eine Entscheidung bezüglich der Zugehörigkeit zu treffen. Es konnte nachgewiesen werden, dass die großen, paarigen Scheren vom gleichen Hirnteil kontrolliert wurden wie bei den heutigen Spinnentieren (Webspinnen, Weberknechte, Skorpione und Milben) und Pfeilschwänze, die als Kieferklauen- oder auch Scheren-träger (*Chelicerata*) zusammengefasst werden. Somit ist klar, dass die Megacheira evolutionstheoretisch als die bislang ältesten bekannten Vorfahren der heutigen Spinnentiere angesehen werden können.

Mittels Computertomografie und einer Laser-Scanning Technik konnten TANAKA et al. (2013) die Anatomie des Nervensystems von *Alalcomenaeus* genau untersuchen – dank der sehr guten Erhaltung des Fossils. Der Urzeit-Gliederfüßer aus dem Kambrium ist so gut erhalten, dass sein Gehirn und Nervensystem weitgehend intakt konserviert sind. Dabei zeigte sich große Ähnlichkeit mit Gehirn und Nervensystem der heutigen Cheliceraten („Scheren-träger“). Die Ähnlichkeiten betreffen die Anordnung der paarigen optischen Neuropile (Sehzentrum), das Gehirn (eine Art Vorhirn sowie ein aus vier Nervenknotten verschmolzenes Gehirn) und die Ganglien (TANAKA et al. 2013, 364).

Einmal mehr zeigt sich, dass Organe von Tieren, die während der „kambrischen Explosion“ fossil auftauchen, in ihrer Komplexität heutigen Formen gleichen. Mit *Alalcomenaeus* und *Fuxianhuia* sind nun aus Chengjiang Fossilien überliefert, deren Gehirn modernen Vertretern der beiden Hauptgruppen der Gliederfüßer ähnelt. Die Auto-

ren stellen fest: „*Alalcomenaeus* und *Fuxianhuia protensa* zeigen, dass die beiden Hauptkonfigurationen des Gehirns, wie wir sie bei modernen Gliederfüßern kennen, nämlich der Chelicerata und Mandibulata, im frühen Kambrium evolviert waren“ (zur Taxonomie siehe Kasten). Damit ist auch klar, dass diese beiden Gruppen bereits im Unterkambrium getrennt waren, denn *Alalcomenaeus* und *Fuxianhuia* lebten gleichzeitig, sind aber den beiden verschiedenen Gruppen zuzuordnen.

[LEE MSY, JAGO JB, GARCÍA-BELLIDO DC, EDGE-COMBE GD, GEHLING JG & PATERSON JR (2011) Modern optics in exceptionally preserved eyes of Early Cambrian arthropods from Australia. *Nature* 474, 631-634; MA X, HOU X, EDGE-COMBE GD & STRAUSFELD NJ (2012) Complex brain and optic lobes in an early Cambrian arthropod. *Nature* 490, 258-261; STRAUSFELD NJ & HIRTH F (2012) Deep homology of arthropod central complex and vertebrate basal ganglia. *Science* 340, 157-161; TANAKA G, HOU K, MA X, EDGE-COMBE GD & STRAUSFELD NJ (2013) Chelicerate neural ground pattern in a Cambrian great appendage arthropod. *Nature* 502, 364-367; PUTNAM NH, SRIVASTAVA M et al. (2007) Sea anemone genome reveals ancestral eumetazoan gene repertoire and genomic organization. *Science* 316, 86-94.] R. Junker

■ Ausgeklügelter Bau der Fledermauszunge

Manche Fledermäuse sind Feinschmecker. Anstatt nach Beutetieren zu jagen, halten sie Ausschau nach der nächsten besonders geeigneten Blüte, um sich deren Nektar auf der Zunge zergehen zu lassen. Nektar ist ein zuckerhaltiger nahrhafter Saft, den viele Blüten als „Gegenleistung“ für die Bestäubung den Blütenbesuchern anbieten. Da sich der Nektar meist

Gliederfüßer

Die Gliederfüßer (Arthropoda) werden unterteilt in:

Chelicerata

Spinnentiere (Webspinnen, Weberknechte, Skorpione und Milben) und Pfeilschwänze

Mandibulata

Krebse, Hexapoden (Insekten u. a.) und Tausendfüßer