

Dass eine neue Art entstehen konnte oder mindestens eine „beginnende Art“, hängt mit der speziellen Ökologie des Einwanderers zusammen.

Die Artbildung erforderte keine neuen Mutationen oder nennenswerte genetische Änderungen der beteiligten Populationen (GRANT & GRANT 2009, 2014b). Dafür genügten zwei Extremereignisse in der Umwelt (Einwanderung eines ungewöhnlichen Individuums und extreme Trockenheit, die zur Dezimierung führte), die zur einer Verringerung des Genpools führten: Artbildung durch Spezialisierung im Rahmen der vorhandenen Bandbreite an Merkmalsausprägungen.

Die beeindruckende Langzeitstudie von GRANT & GRANT (2009) ermöglicht einen bis-

lang kaum möglichen Blick auf Vorgänge in der Natur, indem sie einige Stadien der Artbildung direkt dokumentieren. Sie zeigt aber auch, dass Vorgänge wie die auf Daphne Major keine innovativen Veränderungen benötigen, sondern auf dem Ausschöpfen vorhandener Variabilität beruhen.

Literatur

- GRANT BR & GRANT PR (1993) Evolution of Darwin's finches caused by a rare climatic event. *Proc. R. Soc. Lond. 251B*, 111-117.
- GRANT PR & GRANT BR (2006) Evolution of Character Displacement in Darwin's Finches. *Science 313*, 224-226.
- GRANT PR & GRANT BR (2009) The secondary contact phase of allopatric speciation in Darwin's finches. *Proc. Natl. Acad. Sci. 106*, 20141-20148.

Unser Großhirn – „out of the blue“?

Ringelwürmer (Annelida) sind nicht gerade als Intelligenzbestien verschrien. Ihr Gehirn ist relativ einfach aufgebaut, aber gerade deshalb gut geeignet als Modell zur molekularen Erforschung von Gehirnentwicklung und -funktion. Neue Genexpressions-Analysen am Gehirn von *Platynereis dumerilii*, einem im Meer lebenden Borstenwurm, haben deutliche Gemeinsamkeiten mit der Großhirnrinde der Wirbeltiere belegt, dem komplexesten Organ in der belebten Welt (TOMER et al. 2010). Die Autoren der Studie schließen daraus: „Die Evolutionsgeschichte unseres Großhirns muss neu geschrieben werden.“

Hans-Bertram Braun

Eine auffällige paarige Struktur im Annelidenhirn wie auch im Zentralhirn vieler Insekten ist der sogenannte Pilzkörper. Seine pilzförmige Struktur bildet ein Zentrum mit dicht gepackten Neuronen (Nervenzellen), die tausende bis zu mehreren hunderttausend parallel laufende Nervenfortsätze entsenden. Der Pilzkörper ist vor allem für die Verarbeitung von Geruchsinformationen zuständig, mischt aber auch bei Lern- und Gedächtnisleistungen mit. Aktuell wird z. B. an der Fruchtfliege erforscht, wie Gedächtnis und Lernen molekular im Pilzkörper funktioniert (DAVIS 2011). Es gibt auch Hinweise, dass der Pilzkörper eine Rolle beim Ausfiltern wichtiger gegenüber weniger wichtigen Umgebungsinformationen spielt (FARRIS 2011).

Es war schon länger bekannt, dass es strukturelle, anatomische und funktionelle Ähnlichkeiten des Pilzkörpers mit dem Cortex (oder Pallium, Großhirnrinde) der Wirbeltiere gibt, also mit dem Teil unseres Gehirns, das für komplexe Leistungen zuständig ist,

wie zum Beispiel dem Ersinnen von Experimenten zur Erforschung des Gehirns. Weil Ringelwürmer und Wirbeltiere stammesgeschichtlich sehr weit entfernt stehen (Protostomia vs. Deuterostomia, Urmünder vs. Neumünder), wurden diese Ähnlichkeiten aber bisher nicht als Homologien (Ähnlichkeit durch Verwandtschaft) gedeutet, sondern als konvergent erworben interpretiert (Ähnlichkeiten, die durch funktionelle Notwendigkeit in nicht näher verwandten Gruppen erzwungen wurden). Nachdem nun aber die oben erwähnten Genexpressions-Experimente neben einigen Unterschieden auch viele Parallelen im Muster aktiver Gene im Pilzkörper zu dem entsprechenden Muster im Wirbeltier-Cortex aufdeckten, schließen die Autoren, dass diese Ähnlichkeiten zu komplex und zahlreich sind, um *unabhängig* durch funktionelle Notwendigkeit, also konvergent, erworben zu sein. Stattdessen folgern sie, dass der letzte gemeinsame Vorfahr von Ringelwürmern und Wirbeltieren schon die

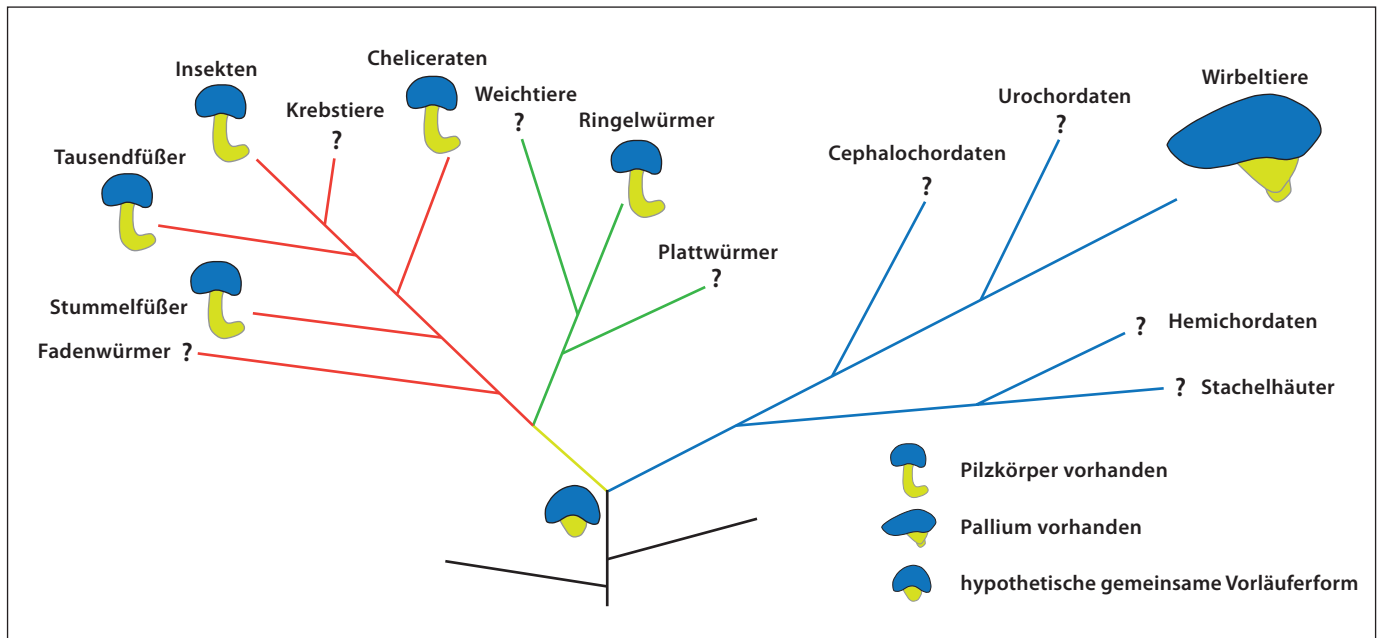


Abb. 1 Stammesgeschichtliche Verbreitung des Pilzkörpers und des Palliums (Großhirnrinde) bei den Bilateria („Zweiseitentiere“). Nach TOMER et al. (2010)

entsprechenden molekularen Gemeinsamkeiten trug, der Vorläufer des Großhirns also schon sehr früh entstanden sei, bevor sich die Linien trennten, die zu den Ringelwürmern bzw. zu den Wirbeltieren führten.

Eigenschaften, die bisher als durch funktionelle Notwendigkeit erworben galten, sollen nun Folge gemeinsamer Abstammung sein.

Die Arbeit ist methodisch beeindruckend, die Autoren entwickelten ein Protokoll, das es ermöglicht, Genexpressions-Profile mit zellulärer Auflösung für den gesamten Organismus der Anneliden-Larve durchzuführen. Aufschlussreich ist allerdings auch die Methodik in Bezug auf stammesgeschichtliche Schlussfolgerungen. Im vorliegenden Fall hat sich offensichtlich durch die neuen Genexpressions-Befunde die Anzahl an Ähnlichkeiten von Großhirnrinde zu Pilzkörper gegenüber der Zahl der Unterschiede so erhöht, dass sie einen (keineswegs vordefinierten) „Grenzwert für Plausibilität“ überschritt, so dass Merkmale, die zuvor als vielfache Konvergenzen gedeutet wurden, nun zu Homologien umdefiniert werden. Eigenschaften die bisher als durch funktionelle Notwendigkeit erworben galten, sind nun Folge gemeinsamer Abstammung mit der Konsequenz: die Evolutionsgeschichte des Großhirns muss umgeschrieben werden.

Etwas erstaunlich ist, dass offenbar die gerade erschlossene neue Einstufung dann selbstbewusst von den Autoren als endgültig angesehen wird: Um zu einer möglichen Rekonstruktion des Gehirns des erwarteten letzten gemeinsamen Vorfahren zu gelangen,

könnte man das Gehirn von Krebstieren oder Mollusken (Protostomia) oder des Lanzettfischchens (Deuterostomia) untersuchen, so die Autoren im Ausblick ihres Artikels. Bei diesen Organismen sind noch keine deutlichen Pilzkörper-Morphologien entdeckt worden und im angenommenen Stammbaum stehen sie zwischen Ringelwürmern und Wirbeltieren. Sollten Genexpressions-Untersuchungen auf ähnliche Muster wie bei Ringelwürmern stoßen, bestätige dies, dass ihre Gehirne dem angenommenen einfacheren Gehirn des letzten gemeinsamen Vorfahren ähneln. Wenn dagegen die Muster nicht gefunden würden, stelle das die neue Gehirn-Systematik allerdings auch nicht infrage: Dann hätten die untersuchten Gruppen vorherige Komplexität eben sekundär wieder verloren ...

Wie in dieser Ausgabe für *Archaeopteryx* beschrieben (JUNKER 2012) zeigt auch dieses Beispiel, dass Ähnlichkeiten von Merkmalen an sich keine verlässlichen Verwandtschaftsanzeiger sein können. Es kann nicht im Voraus definiert werden, welche Qualität oder Quantität eines ähnlichen Merkmals den Erwerb durch gemeinsame Vorfahren wahrscheinlicher macht als einen unabhängigen, konvergenten Erwerb. Ob Merkmale als Homologien oder Konvergenzen gedeutet werden hängt immer vom vorher erwarteten bzw. bislang konstruierten Stammbaum ab. Dieses Vorgehen führt zu unauflösbaren Zirkelschlüssen. Insbesondere wenn, wie wiederholt berichtet, komplexe Merkmale mosaikartig gleichzeitig bei einfachen und höheren Lebewesen auftauchen, führt dies oft zu neuen, wiederum auch nicht unproblematischen evolutionären Einordnungen. Meist werden sie als Konvergenzen gedeutet, im hier beschriebenen Artikel als

Homologien. Das führt dazu, dass ARENDT spekuliert: „... we learn that it (der Vorläufer des Palliums, d. Verf.) came ‘out of the blue’ – as an adaptation to early marine life in Precambrian oceans“ (http://insciences.org/article.php?article_id=9476).

Im schöpfungstheoretischen Rahmen können entsprechende Mosaik-Befunde schlüssig im Sinne eines der geschaffenen Natur zugrunde liegenden „Baukastensystems“ gedeutet werden, so dass sich spekulative Ausflüge ins Blaue erübrigen.

Literatur

- DAVIS RL (2011) Traces of *Drosophila* memory. *Neuron* 70, 8–19.
- FARRIS S (2011) Locusts Provide Clues to Insect Mushroom Body Function. *Brain Behav. Evol.* 77, 3–4, doi: 10.1159/000322939
- JENETT et al. (2006) The Virtual Insect Brain protocol: creating and comparing standardized neuroanatomy. *BMC Bioinformatics* 7, 544, doi: 10.1186/1471-2105-7-544
- JUNKER R (2012) Fällt eine Ikone vom Sockel? *Stud. Int. J.* 19, 37–40.
- TOMER R, DENES A, TESSMAR-RAIBLE K & ARENDT D (2010) Profiling by Image Registration Reveals Common Origin of Annelid Mushroom Bodies and Vertebrate Pallium. *Cell* 142, 800–809

Eine Mosaikform besiegelt die Konvergenz des Schlangenkörpers

Ein Fossilfund der Echse *Cryptolacerta* aus der Grube Messel deutet stark darauf hin, dass Schlangen und die schlangenartigen Doppelschleichen unabhängig voneinander entstanden sind. Ihre gemeinsamen Merkmale, die früher als Hinweise auf gemeinsame Vorfahren gewertet wurden, müssen somit als Konvergenzen interpretiert werden. Als Übergangsform zwischen Eidechsen und Doppelschleichen eignet sich *Cryptolacerta* nur bedingt.

Reinhard Junker

Rein äußerlich sehen sie sich sehr ähnlich: Schlangen (Serpentes) und Doppelschleichen (Amphisbaenia, Abb. 2) haben einen meist beinlosen, stark verlängerten, dünnen Körper. Nur wenige Schlangenarten haben als Extremitäten sogenannte Aftersporne und auch bei den Doppelschleichen gibt es nur eine Untergruppe, die Handwühlen, die Extremitäten besitzen. Merkmalsvergleiche des Körperbaus legten trotz mancher deutlicher Unterschiede – beispielsweise atmen Doppelschleichen mit dem linken, Schlangen mit dem rechten Lungenflügel – einen gemeinsamen Vorfahren beider Gruppen nahe (MÜLLER et al. 2011, 365 unter Hinweis auf mehrere Studien). Molekulare Studien sprechen jedoch in neuerer Zeit für einen stammesgeschichtlichen Zusammenhang mit den Eidechsen (Lacertidae).

Diese Verbindung wurde nun durch ein jüngst beschriebenes, sehr gut erhaltenes Fossil aus der berühmten Fossilagerstätte Grube Messel bei Darmstadt unterstützt. Es handelt sich um *Cryptolacerta hassiaca*, was „verborgene Echse aus Hessen“ bedeutet (Abb. 2). Eine computertomographische Untersuchung erlaubte eine detaillierte Darstellung kleinster Strukturen im Inneren des Skeletts. Es zeigte sich, dass der Schädel sehr kräftig gebaut und als Bohrkopf



Abb. 1 Computertomographische Darstellung des Skeletts der Messel-Eidechse *Cryptolacerta hassiaca*. Diese Technik erlaubte es den Wissenschaftlern, interne und mit dem bloßen Auge nicht sichtbare anatomische Strukturen im Detail zu untersuchen.
© MfN/Helmholtz-Zentrum Berlin