

Geheimnis wie der Ursprung des Lebens.“ Wie weit die evolutionäre Geschichte des tierischen Lebens ins Präkambrium reiche, sei reich an Spekulationen und spärlich an Belegen.

[BAILEY JV, JOYE SB, KALANETRA KM, FLOOD BE & CORSETTI FA (2006) Evidence of giant sulphur bacteria in Neoproterozoic phosphorites. *Nature* 445, 198-201; DONOGHUE PCJ (2006) Embryonic identity in crisis. *Nature* 445, 155-156; XIAO S, ZHANG Y & KNOLL AH (1998) Three-dimensional preservation of algae and animal embryos in a Neoproterozoic phosphorite. *Nature* 391, 553-558.] RJ

Neues Szenario zur Entstehung der Insekten

Gliederfüßer mit sechs Beinen (Hexapoda), darunter als Hauptgruppe die Insekten, sind die vielseitigste Gruppe unter den heutigen Lebewesen, sowohl was ihre Artenzahl als auch was ihre Lebensräume betrifft. Dennoch wird über ihren Ursprung kontrovers diskutiert. Mit diesen Feststellungen beginnen GLENNER et al. (2006) einen Kurzbeitrag über den Ursprung der Insekten in *Science*. Als „Schlüsselproblem“ betrachten sie die fast vollständige Abwesenheit von Fossilien, welche die Hexapoden mit den anderen größeren Gliederfüßergruppen verbinden. Dazu gehören die Crustaceen (Krebsartige), Myriapoden (Hundert- und Tausendfüßer) und die Cheliceraten wie Skorpione und Spinnen. Während die Crustaceen schon im Oberkambrium (vor ca. 510 Millionen Jahren nach üblicher Datierung) fossil überliefert sind, tauchen die Hexapoden erst 100 Millionen Jahre später ab dem Devon auf.

Auch die Merkmalsverteilungen dieser Gruppen legen offenbar keine eindeutigen Verwandtschaftsbeziehungen nahe: die Hexapoden wurden im Laufe der Zeit mit allen eben genannten Gliederfüßergruppen schon stammesgeschichtlich verbunden – ein sicherer Hinweis auf die mosaikartige bzw. baukastenartige Verteilung von Merkmalen, die sich gegen ein klares Abzweigungsschema sperrt.

Traditionell wurden die Hexapoden mit den Myriapoden aufgrund morphologischer (gestaltlicher) Ähnlichkeiten zusammengefasst. Molekulare Daten und neuere morphologische Studien dagegen deuten auf eine Verwandtschaft der Hexapoden mit den Crustaceen hin, während neurologische Studien eine Verbindung der Myriapoden mit den Cheliceraten nahelegen. Insgesamt zeigt

sich einmal mehr, dass morphologische und molekulare Daten nicht ohne weiteres zusammenpassen und sich nicht gegenseitig stützen.

Die durch die neueren Studien gewonnenen Daten ermöglichen nun aber ein neues evolutionäres Szenario der Entstehung der Hexapoden. Sie könnten von einer vornehmlich im Süßwasser lebenden Untergruppe der Crustaceen, den Branchioden (zu denen z. B. Wasserflöhe gehören) abgeleitet werden. Diese stammesgeschichtliche Beziehung würde auch gut zum zeitlichen Auftreten in der Fossilüberlieferung passen. Allerdings gibt es auch hier einen Widerspruch zwischen morphologischen und molekularen Daten: Erstere verbinden die Hexapoden eher mit den Krabben und Flusskrebsen, letztere eher mit den genannten Branchiostomen, die aber bezüglich der Fossilüberlieferung besser passen. Die Hexapoden sollen demnach relativ spät im Süßwasser entstanden sein und von dort aus das Land erobert haben, während sie nach bisherigen Vorstellungen schon viel früher unter marinen (meerischen) Verhältnissen im Kambrium entstanden sein sollen.

Dass die auf Land so unvergleichlich erfolgreichen Hexapoden nicht mehr die Wasserlebensräume erobern konnten, wird darauf zurückgeführt, dass dieser Lebensraum schon besetzt gewesen sei. Evolutionstheretisch gedacht erscheint dies aber angesichts des ungeheuren „Erfolgs“ der Hexapoden mindestens zweifelhaft und eine *ad-hoc*-Annahme. Das neue Entstehungsszenario ändert auch nichts an den markanten fossilen Lücken wie auch den eingangs erwähnten Merkmalswidersprüchen.

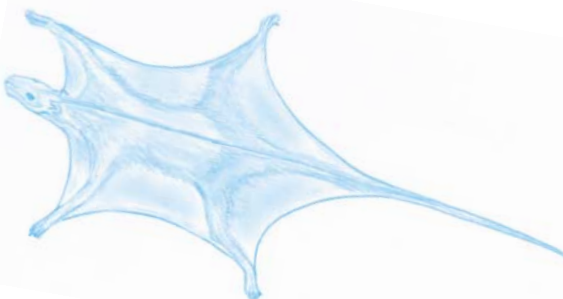
[GLENNER H, THOMSON PF, HEBBSGAARD MB, SORENSEN MV & WILLERSLEV E (2006) The Origin of Insects. *Science* 314, 1883-1884.] RJ

Früher Gleiter

Die Fähigkeit zum Gleitflug findet sich in einer ganzen Reihe von Tiergruppen, so bei Reptilien, Fröschen, Fischen und Säugern. Zur Geschichte des Gleitflugs bei jenen Säugetieren lieferten MENG et al. kürzlich interessante neue Ergebnisse. Mindestens siebenmal unabhängig soll die Gleitfähigkeit allein bei Säugetieren – auf vier verschiedene Säugetierordnungen verteilt – entstanden sein – ein bemerkenswertes Beispiel von Konvergenz. Dabei galt bislang die Gruppe der Fledertiere als die erste, die den Luftraum erobert haben soll, und zwar im Untereozän (ca. 50 Millionen Jahre nach radiometrischen Datierungen). Nagetiere mit der Fähigkeit zum Gleitflug tauchen fossil erst vor ca. 30 Millionen Jahren auf. Es schien daher eine klare Sache zu sein, dass die Eroberung des Luftraumes durch Säuger erst recht spät, in der Erdneuzeit, vonstatten gegangen war.

Ein Team US-amerikanischer und chinesischer

Abb. 1: Rekonstruktion des Gleiters *Volaticotherium antiquum*.
(Nach www.membrana.ru/print.html?1166109420; dort gibt es viele weitere Bilder)



Wissenschaftler berichtete nun jedoch in *Nature* über einen spektakulären Fund, der ein erhebliches Umschreiben der Geschichte der Flugfähigkeit unter Säugern erfordert: ein zum Gleiten befähigtes Säugetier aus der Unterkreide. *Volaticotherium antiquum* (etwa „altes Flugtier“) heißt das gerade einmal 12-14 cm lange und 70g schwere, heutigen Flughörnchen ähnelnde und sich allem Anschein nach von Insekten ernährende Tier, dessen Fossil bei Daohugou in der Inneren Mongolei Chinas gefunden wurde (vgl. Abb. 1). (Die Namensbezeichnung wurde nachträglich von *antiquus* auf *antiquum* geändert: *Nature* 446, 102.) Die von den Forschern zwischen Vorder- und Hinterextremitäten ausgemachte, dicht mit Haaren besetzte Struktur wurde als Flughaut identifiziert. Mit einem geologischen Alter von 125 Millionen Jahren beweist dieser Fund, dass schon im Erdmittelalter durch die Luft gleitende Säugetiere lebten. Völlig unabhängig von der Entstehung der Fledermäuse und Flughunde hätten damit einige Kleinsäuger folglich schon mindestens 70 Millionen Jahre früher die Fähigkeit des Gleitfluges erworben.

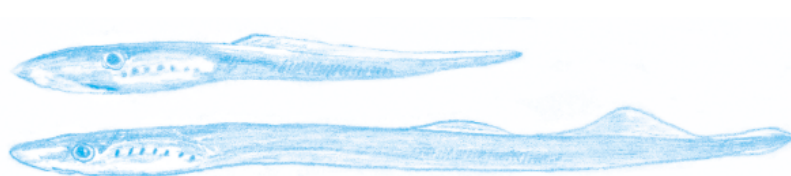
Der Fund demonstriert einmal mehr, dass frühe Säuger in ihren Fortbewegungsstrategien und Lebensstilen äußerst verschiedenartig waren. Diese erstaunliche Diversifikation in einem solch frühen Stadium der Geschichte der Säugetiere war evolutionstheoretisch früher nicht erwartet worden und reiht sich ein in eine ständig länger werdende Liste von Bauplantypen, die bereits zu Zeiten der „primitiven“ Säuger hochspezialisiert waren (MARTIN 2006; LUO & WIBLE 2005; vgl. JUNKER 2005; JUNKER & SCHERER 2006, 230f.).

Bemerkenswert ist nicht nur, dass durch diese Entdeckung eine neue Ordnung („Volaticotheria“) geschaffen wurde; sie wirft auch eine in der Schulwissenschaft bislang unangebrachte Frage auf: Waren es tatsächlich die Vögel oder nicht doch sogar die Säuger, welche den Luftraum als erste eroberten? Das häufige unabhängige (konvergente) – und nun auch äußerst frühe – Auftreten der Fähigkeit zum Gleitflug stellt evolutionstheoretische Deutungen auf eine harte Probe.

[MARTIN T (2006) Early Mammalian Evolutionary Experiments. *Science* 311, 1109-1110; LUO ZX & WIBLE JR (2005) A late Jurassic digging mammal and early mammalian diversification. *Science* 308, 103-107; MENG J et al. (2006) A Mesozoic gliding mammal from northeastern China. *Nature* 444, 889-893; JUNKER R & SCHERER S (2001) Evolution – ein kritisches Lehrbuch; JUNKER R (2005) Alte Termitenfresser. *Stud. Int. J.* 12, 88.] CH

„Modernes“ Neunauge aus dem Devon

Neunaugen (Petromyzontida) sind fischähnliche Wirbeltiere mit aalartigem langgestrecktem Körper. Zusammen mit den Schleimfischen (Myxinoidea) werden sie zu den Rundmäulern (Cyclostomata) zusammengefasst, die insgesamt ca. 60



Arten umfassen. Sie besaßen keine Kiefer und auch keine paarigen Flossen, sondern einen flossenartigen Rücken- und Schwanzsaum. Unter anderem aus diesen Gründen gelten sie als stammesgeschichtlich primitiv. Andererseits sind sie ausgesprochen spezialisiert und leben als Parasiten, die sich mit ihrem rundlichen, mit Hornzähnen gesäumten Maul an Fischen festaugen, Blut trinken und Fleischstücke herausraspeln. Der Name „Neunauge“ entstand durch den augenartigen Eindruck, den die Nasenöffnung und die sieben seitlichen Kiemenspalten erwecken. Fossilien von ihnen sind kaum bekannt, die bislang ältesten Formen beider Untergruppen stammten aus dem Karbon.

Bis zum Ende des 20. Jahrhunderts wurden die Rundmäuler als „degenerierte“ Abkömmlinge der gepanzerten Kieferlosen (als Ostracodermi zusammengefasst) betrachtet, die aus dem Ordovizium bis zum Devon fossil überliefert sind (JANVIER 2006, 921).

Nun haben Wissenschaftler ein gut erhaltenes Fossil eines Neunauges (*Priscomyzon riniensis*) in marinen (meerischen) Ablagerungen des Oberdevons in Grahamstown/Südafrika gefunden (GESS et al. 2006; Abb. 1). Es weist alle typischen spezialisierten Merkmale heutiger Neunaugen auf und unterscheidet sich von diesen nur in geringfügigen Details. Der Körperbau der Neunaugen erweist sich damit als außerordentlich stabil, was für einen Zeitraum von 360 Millionen Jahren im evolutionstheoretischen Deutungsrahmen „erstaunlich“ ist (JANVIER 2006, 923) – es handelt sich um ein ausgeprägtes „lebendes Fossil“. *Hardistiella montana* aus dem Unterkarbon der USA war zuvor der geologisch früheste Angehörige der Neunaugen (THENIUS 2000, 118). Damit wird das Auftauchen des evolutionstheoretisch ältesten Wirbeltiers, das mit seinen heutigen Verwandten praktisch identisch ist, geologisch noch einmal zurückverlegt.

Mit diesem unerwartet frühen fossilen Auftreten müssen nun die Vorstellungen über die Abstammungsverhältnisse deutlich revidiert werden. Denn der Ursprung der Neunaugen muss soweit vorverlegt werden, dass die bisherige Ableitung von den kieferlosen Ostracodermen aufgegeben werden muss. Ihr Ursprung bleibt somit im Dunkeln.

JANVIER weist in seinem Kommentar darauf hin, dass die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den heutigen Schleimfischen, Neunaugen und kiefertragenden Wirbeltieren „heiß debattiert“ wird, weil gestaltliche und physiologische Merkmale mit Sequenzdaten von DNA und RNA im Konflikt stehen – einmal mehr, möchte man ergänzen. Die

Abb. 1: Rekonstruktion of *Priscomyzon riniensis* (oben) im Vergleich mit dem heute lebenden Neunauge *Lampetra fluviatilis* (unten). (Nach Gess et al. 2006)