

■ Das älteste vollständige Fossil eines „Insekts“: ein Kleinkrebs?

In der fossilen Überlieferung der ältesten Landwirbeltiere (Vierbeiner, Tetrapoda) gibt es eine markante Lücke, in der vergleichsweise sehr wenige Fossilien bekannt sind, die sogenannte Romer-Lücke. Sie ist nach dem berühmten Wirbeltierpaläontologen Alfred S. ROMER benannt und umfasst mit etwa 15 Millionen Jahren einen Teil des Unterkarbons (oft werden auch 20 Millionen Jahre angegeben). Die Romer-Lücke war schon manches Mal Gegenstand von Artikeln in *Studium Integrale Journal* (vgl. zuletzt JUNKER 2012). Im Blick auf die Gliederfüßer (Arthropoda) ist dieser Abschnitt der Fossilüberlieferung noch spannender, da hier eine sehr viel größere Lücke in der Fossilüberlieferung vorliegt, die nach radiometrischen Datierungen mit dem Zeitraum von 385–325 Millionen Jahren sogar 60 Millionen Jahre umfasst und die Romer-Lücke einschließt (360–345 Millionen Jahre).

Ein Unterschied zur Romer-Lücke ist jedoch, dass vor der Überlieferungslücke bisher nur wenige Fossilien von Insekten – die artenreichste Klasse der Arthropoda – vorliegen und diese zudem nur bruchstückhaft überliefert sind. Dazu gehört das älteste Insekten-Fossil *Rhyniognatha hirsti* aus dem berühmten Rhynie-Chert Schottlands (Unterdevon, auf 402 Millionen Jahre datiert), das für hervorragend erhaltene Funde früher Landpflanzen bekannt ist. Von *Rhyniognatha* ist ein Paar Kiefer fossil überliefert, das von einem geflügelten Insekt stammt, das innerhalb der basalen Ectognathen (Freikiefler) als abgeleitet („höherentwickelt“) eingestuft wird (ENGEL & GRIMALDI 2004; vgl. SHEAR 2012, 34). Über die Entstehung der Insekten kann diese Art kaum Auskunft geben. Im US-Bundesstaat New York wurden Bruchstücke von Insektenfossilien gefunden, die auf 385 Millionen Jahre datiert werden.

Letztes Jahr wurde ein Fund beschrieben, der die Gliederfüßer-Lücke zu verkleinern schien (GARROUSTE et al. 2012) und als das älteste *vollständig erhaltene* Insektenfossil bekanntgegeben wurde. Der Fund erhielt den Namen *Strudiella devonica*, ist acht Millimeter lang und 1,7 Millimeter breit, wurde im Oberdevon des Namur-Dinant-Becken im Südosten Belgiens entdeckt und auf 370 Millionen Jahre datiert. Die Autoren beschrieben dreieckige Mundwerkzeuge, gegliederte Antennen, sechs Beine am Brustkorb sowie einen Hinterleib, der sich in zehn Segmente gliedert. In dieser Kombination sind diese Kennzeichen ausschließlich für Insekten typisch. Das Tier besaß lange Antennen und große Augen. Vermutlich lebte es an Land. Obwohl Flügel fehlen, gingen die Forscher davon aus, dass das Tier Flügel besaß, da es Insekten einer Insektengruppe mit Flügeln ähnelt, und dass es sich beim Fossilfund um eine Nymphe handelt und nicht um ein ausgewachsenes Exemplar.

Eine Nachuntersuchung mit Hilfe hochauflösender Kamertechnik einer Arbeitsgruppe der Universität Göttingen offenbarte jedoch, dass das Fossil mehr als die insektentypischen sechs Beine besaß. (HÖRNSCHEMEYER et al. 2013). Weitere subtilere Details deuteten eher darauf hin, dass es sich um das Fossil eines zerfallenden Kleinkrebss handelt. Für die Interpretation von fossilen Resten als Mundwerke und Augen gebe es keine überzeugenden Hinweise. In einer Replik verteidigen GARROUSTE et al. (2013) jedoch die Möglichkeit, das Fossil als Insekt zu deuten. Es bestehen offenbar mehrere Deutungsmöglichkeiten und ein abschließendes Urteil scheint nicht möglich zu sein.

Ähnlich wie bei den mittlerweile entdeckten Fossilien von Vierbeinern aus der Romer-Lücke (SMITHSON et al. 2012) würde der umstrittene neue Fund zwar eine Überlieferungslücke verkleinern, nicht aber eine morphologische

Lücke (Bauplan-Lücke) zwischen verschiedenen Formen. Nach der Gliederfüßer-Lücke taucht fossil „explosiv“ eine große Vielfalt verschiedener Insektengruppen wie Eintagsfliegen, Proto-Libellen und andere, auch ausgestorbene Formen in großer morphologischer Verschiedenartigkeit auf (SHEAR 2012, 34; GARROUSTE et al. 2012, 84) – eine bemerkenswerte Parallele zum explosiven Auftreten von Vierbeinern nach der Romer-Lücke, wenn auch zu einem späteren Zeitpunkt. Ob die Überlieferungslücke auf besondere atmosphärische Bedingungen zurückzuführen ist oder ob sie gar nicht „echt“ ist, also einfach nur zu wenige Entdeckungen gemacht wurden, ist eine offene Frage. SHEAR (2012, 35) beklagt, dass bisher fast gar nicht nach Insekten in Schichten gesucht worden sei, die älter als diejenigen sind, in denen *Strudiella* gefunden wurde. Bis auf weiteres bleiben daher sowohl die Überlieferungslücke als auch die morphologischen Lücken zwischen Insekten und möglichen Vorläufern in der Fossilüberlieferung herausfordernd groß.

[ENGEL MS & GRIMALDI DA (2004) New light shed on the oldest insect. *Nature* 427, 627–630; GARROUSTE R, CLÉMENT G et al. (2012) A complete insect from the Late Devonian period. *Nature* 488, 82–85; GARROUSTE R, CLÉMENT G et al. (2013) Garrouste et al. reply. *Nature* 494, E4–E5; HÖRNSCHEMEYER T et al. (2013) Is *Strudiella* a Devonian Insect? *Nature* 494, E3–E4; JUNKER R (2012) Eine Lücke weniger? Vierbeiner aus der Romer-Lücke. *Stud. Int. J.* 19, 110–111; SHEAR WA (2012) An insect to fill the gap. *Nature* 488, 34–35; SMITHSON TR, WOOD SP, MARSHALL JEA & CLACK JA (2012) Earliest Carboniferous tetrapod and arthropod faunas from Scotland populate Romer's Gap. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 4532–4537.] R. Junker

■ „Urzeitkrebse“ *Triops* – lebendes Fossil mit unklarer Geschichte

Er gehört zu den Standardbeispielen für „lebende Fossilien“, also Formen, die fossil bekannt sind und heute in kaum veränderter oder unveränder-

ter Form nach wie vor existieren: Der „Urzeitkreb“ *Triops* (Abb. 1). Der zur Klasse der Kiemenfußkrebse (Branchiopoda) und Ordnung der Rückenschaler (Notostraca) gehörende Krebs besiedelt einen Lebensraum, dessen Bedingungen sich häufig und radikal ändern, nämlich kurzlebige, austrocknende Gewässer, und zwar hauptsächlich im Süßwasser. Solche Lebensräume entstehen beispielsweise nach starken Regenfällen oder bei jahreszeitlichen Überschwemmungen. Um hier überleben zu können, benötigen die Tiere besondere Fähigkeiten. So können ihre Embryonen in einem frühen Entwicklungsstadium (Gastrula) in einem extrem widerstandsfähigen einzystierten (eingekapselten) Zustand jahrelang im Boden ruhen (man spricht auch von „Dauereiern“). Bei einer Überschwemmung schlüpfen dann die Nauplius-Larven (Primär- oder Eilarven). Beim 6-8 cm langen *Triops cancriformis* ist das Überdauern von 27 Jahren Trockenheit im Freiland nachgewiesen.

Der Lebenszyklus dauert entsprechend der Kurzlebigkeit der Lebensräume maximal nur drei Monate. Umso erstaunlicher ist, dass diese Gattung nach gängigen erdgeschichtlichen Theorien vom Karbon bis heute über 300 Millionen Jahre hinweg nahezu unverändert überlebt hat. Vermutlich hilft dabei das große Maß an phänotypischer Plastizität; das ist die Fähigkeit, je nach Umweltbedingungen unterschiedliche Fähigkeiten ausbilden zu können, was den Krebsen ermöglicht, veränderliche Lebensbedingungen meistern zu können. Die winzigen Dauereier könnten durchaus durch Wind und Tiere verbreitet werden; es ist aber nicht nachgewiesen, dass dies auch geschieht. Jedenfalls sind die „Urzeitkrebse“ nahezu weltweit verbreitet und diese Verbreitung dürfte ohne entsprechende Ausbreitungsmöglichkeiten kaum möglich gewesen sein. Neben der Gattung *Triops* gehört auch noch die Gattung *Lepidurus* zur einzigen Notostraca-Familie der Triopsidae; auch sie ist ein lebendes Fossil. Die Ähnlichkeiten zwischen einigen heute lebenden und fossilen *Triops*-Formen aus der Trias sind so weitgehend, dass

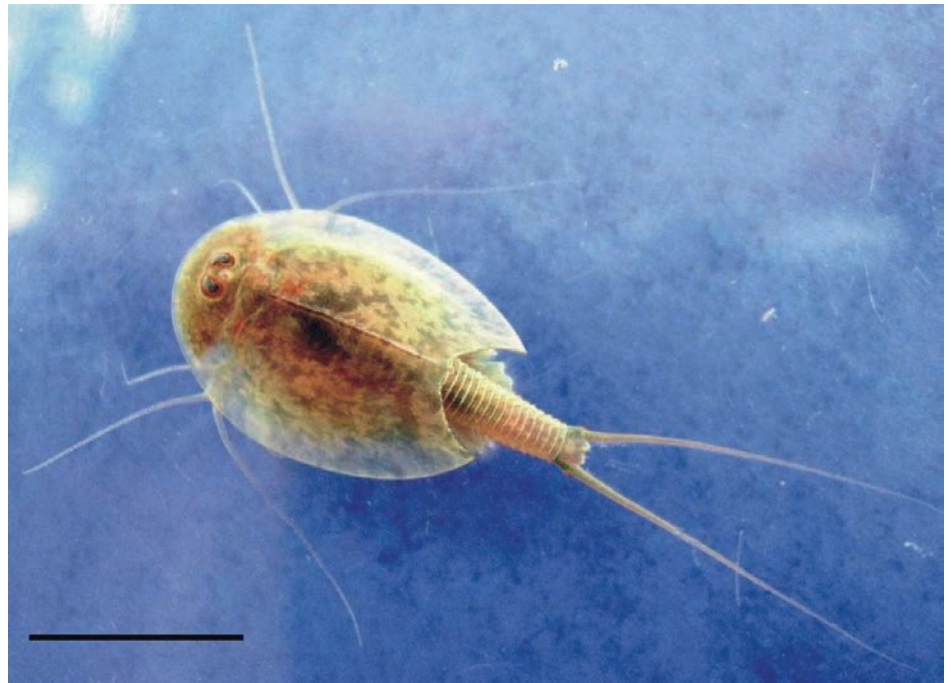


Abb. 1 *Triops cancriformis* (Foto: Aline WATERKEYN; aus VANSCHOENWINKEL et al. 2012), Balken: 2 cm

einige fossile Arten (z. B. *T. cancriformis*) sogar heute lebenden Biospezies zugeordnet werden können.

Eine Forschergruppe (VANSCHOENWINKEL et al. 2012) hat kürzlich DNA-Sequenzen zweier Gene aus den Mitochondrien von Tieren aus 60 Populationen bzw. Arten aus verschiedenen geographischen Regionen der ganzen Welt verglichen. Dabei stellte sich überraschenderweise heraus, dass die molekularen Unterschiede viel geringer (ca. 8 mal geringer) ausfallen als sie nach mehreren hundert Millionen Jahren zu erwarten wären. Die Autoren schlagen vor, diesen Widerspruch zu den evolutionstheoretischen Erwartungen durch die Annahme aufzulösen, dass die heutigen Formen von Vorläufern abstammen, die „erst“ vor etwa 30-55 Millionen gelebt haben und dass die heutigen Formen von einer einzigen damals überlebenden Linie abstammen. Diese Annahme erscheint allerdings recht willkürlich und lässt viele Fragen offen, etwa warum nur eine von mehreren früher schon existenten Linien der Triopsidae überlebt habe und wie es anschließend zu den Ähnlichkeiten zwischen fossilen und heutigen Formen auf Artebene (!) gekommen ist (s. u.). Die Hypothese der Autoren findet jedoch darin eine gewisse Stütze, dass einige Arten von *Triops* auf bestimmte geographische

Regionen begrenzt sind, was bei einer frühen Differenzierung der Arten weniger zu erwarten wäre. Allerdings kommen manche Arten auf verschiedenen Kontinenten vor.

Die Ähnlichkeiten zwischen fossilen und heute lebenden Arten müssten unter der Annahme einer späten Radiation auf Konvergenzen zurückgeführt werden. VANSCHOENWINKEL et al. (2012, 7) schreiben, dass heutige Arten, die in ihrem Körperbau praktisch identisch mit fossilen Formen sind, sehr verschiedene evolutionäre Linien repräsentieren – eine ungewöhnliche Schlussfolgerung, da Ähnlichkeiten gewöhnlich als Hinweise auf gemeinsame Ahnen gewertet werden. Man könnte aber auch in eine andere Richtung fragen: Wie gut sind molekulare Uhren als Marker geeignet? Korrelieren molekulare Unterschiede überhaupt oder generell mit der Zeitdauer der Existenz der betreffenden Arten?

Sollte sich die begrenzte genetische Vielfalt dieser bereits sehr lange existierenden Krebstiere in zukünftigen umfangreicheren genetischen Studien bestätigen, so könnte das auch als ein Hinweis auf begrenzte Variabilität gesehen werden.

[VANSCHOENWINKEL B, PINCEEL T, VANHOVE MPM, DENIS C, JOCQUE M, TIMMS PV & BRENDONCK L (2012) Toward a global phylogeny of the “living fossil” crustacean order of the Notostraca. PLoS ONE 7(4): e 34998; doi:10.1371/journal.pone.0034998.] R. Junker