

Die Reaktion auf Geräusche ermöglicht eine Win-win-Situation für Pflanze und Bestäuber: Pflanzen könnten ihre Ressourcen effektiver einsetzen, indem sie sich auf den Zeitpunkt der Bestäubungsaktivität konzentrieren; und die Bestäuber werden pro Zeiteinheit besser belohnt. Dauerhafte Nektarproduktion hätte den Nachteil, dass Ameisen angelockt werden oder dass verrotter Nektar einen Mikrobenbefall begünstigen würde. Die Autoren verweisen außerdem auf andere Forschungen, wonach eine erhöhte Zuckerkonzentration den Lernprozess der Bestäuber verbessern und die Arttreue der Bestäuber erhöhen kann, also die Tendenz, Blumen derselben Art zu besuchen, was die Effektivität der Bestäubung verbessert. Dazu trägt auch bessere Belohnung durch Nektar bei, weil dadurch die Aufenthaltsdauer der Bestäuber verlängert werden kann.

Die Autoren halten es vor dem Hintergrund dieser Befunde für möglich, dass es Selektion auf bessere „Hörfähigkeit“ bei den Pflanzen und effektivere Geräuscherzeugung bei den Bestäubern geben könnte. Solche Selektionswirkungen setzen ein bereits funktionierendes System voraus. Wie dieses entstanden ist, ist eine ganz andere Frage.

[VEITS M, KHAI L et al. (2018) Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration. bioRxiv preprint first posted online Dec. 28, 2018, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/507319v1>] R. Junker

■ Trilobiten bestätigen die „kambrische Explosion“

Die sogenannte kambrische Explosion gilt als die markanteste Diskontinuität in der Fossilüberlieferung der Lebewesen. Lebewesen aus allen bekannten Tierstämmen, die Hartteile besitzen, sind im Kambrium (meist bereits im Unterkambrium) als Fossilien vertreten. Dazu gehören z. B. Schwämme, Hohltiere, Ringelwürmer, Armfüßer, Gliederfüßer, Weichtiere, Stachelhäuter und auch Chordatiere (darunter als erste Wirbeltiere auch kieferlose Fische). Diese Tierstämme sind zudem von Beginn ihres fossilen Nachweises in der Regel in verschiedene, deutlich abgrenzbare Untergruppen (Klassen) aufgespalten und geographisch meist weit verbreitet. Schon DARWIN beklagte diesen Fossilbefund als ernsthaftes Problem für seine Theorie. Im Verlauf der Forschungsgeschichte hat sich dieses Problem in mancher Hinsicht noch verschärft (Überblick bei JUNKER 2014).

Während der Beginn der kambrischen Explosion im Unterkambrium durch Fossilien klar dokumentiert ist, gibt es in evolutionärer Perspektive unterschiedliche Vorstellungen darüber, ob es eine vorkambische Evolution gegeben habe, die fossil nicht überliefert ist, oder ob die kambrische Tierwelt erst im Kambrium extrem schnell entstanden ist. Beide Auffassungen sind jedoch sehr fragwürdig: Zum einen ist es

angesichts der enormen Formenfülle unglaublich, dass es von einer vorlaufenden Evolution fast keine fossilen Spuren gibt, die als Vorläufer wenigstens diskutabel sind. Vorkambische Fossilien des Ediacariums eignen sich jedenfalls dafür kaum. Zum anderen widerspricht aber eine evolutionäre Explosion in relativ sehr kurzer Zeit so ziemlich allem, was über evolutionäre Mechanismen experimentell bekannt ist; diese würden ein allmähliches Verschiedenwerden erwarten lassen. Wenig untersucht wurde bisher, wie lange – evolutionstheoretisch gesehen – die explosive Phase anhielt.

Zur Beantwortung dieser beiden Fragen – Echtheit und Dauer der „Explosion“ – nahm sich nun eine Forschergruppe die Trilobiten vor, charakteristisch dreilappig gebaute Gliederfüßer, die nur fossil bekannt sind (Abb. 1). PATERSON et al. (2019) untersuchten die bisher vollständigste Datenbasis der Trilobiten, „die größte und umfassendste für Trilobiten, die bisher zusammengestellt wurde, mit 107 Arten – die die meisten kambrischen Familien repräsentieren“, und verglichen 115 Merkmale unter ihnen. Mithilfe der „molekularen Uhr“ (gemäß Langzeit-Altersmodell der chronostratigraphischen Tabelle) und unterschiedlichen statistischen Modellen kamen die Forscher zum Ergebnis, dass die Trilobiten tatsächlich erst im Kambrium entstanden sind, sich gleichbleibend schnell entwickelten und die Explosion zudem früher zu Ende war als bisher angenommen; dann sei sie durch eine Stasis (Stehenbleiben) abgelöst worden. Damit erscheint die „Explosion“ der Trilobiten noch markanter als bisher. Diese beweglichen, sensorisch ausgestatteten schwimmenden Organismen waren bereits im Frühstadium der „Explosion“ komplex und funktionstüchtig. Eine Entwicklung aus älteren Vorfahren des Ediacariums ist nicht nachweisbar.

Die Studie von PATERSON et al. bestätigt somit, dass die Trilobiten fossil plötzlich erscheinen, von Beginn in verschiedenartigen Ausprägungen und in weiter geographischer Verbreitung. Dem folgte anschließend eine evolutionäre Stasis. All das ist ziemlich das Gegenteil



Abb. 1 Der Trilobit *Asaphiscus wheeleri* aus dem Kambrium von Nordamerika. (CC BY-SA 3.0)

dessen, was evolutionstheoretisch zu erwarten wäre.

Die Ursachen für das plötzliche Erscheinen sind unbekannt. Die Forscher mutmaßen, dass gravierende Änderungen der Umweltbedingungen verantwortlich seien. Mehr Kalzium und Sauerstoff im Wasser hätte die Entstehung von Tieren mit starkem Kalkpanzer begünstigt. Doch dies ist offenkundig ein Trugschluss, auch wenn häufig mit Umweltbedingungen als Trigger argumentiert wird. Denn Umweltbedingungen können grundsätzlich nur Rahmenbedingungen bilden, keinesfalls jedoch evolutionäre Innovationen verursachen.

[JUNKER R (2014) Die kambrische Explosion der Lebewesen. Teil 1: Zur Abfolge der Fossilüberlieferung. Stud. Integr. J. 27, 64–72 • PATERSON JR, EDGEcombe GD & LEE MSY (2019) Trilobite evolutionary rates constrain the duration of the Cambrian explosion. Proc. Natl. Acad. Sci. 116, 4394–4399] R. Junker

■ Tausendfüßer in Bernstein – erstaunlich ähnlich den heute lebenden

Tausendfüßer (Myriapoda) werden in der Taxonomie zu den Gliederfüßern (Arthropoda) gerechnet. In diesem Stamm bilden sie neben den Sechsfüßern (Hexapoda, mit der umfangreichen Klasse der Insekten) den kleineren Unterstamm der Myriapoda. Die Myriapoda werden in verschiedene Klassen aufgeteilt. In die Klasse der Doppelfüßer (Diplopoda) wird neben anderen die Ordnung der Siphonophorida gestellt. In Dominikanischem Bernstein haben SANTIAGO-BLAY & POINAR (1992) zwei fossile Arten von Siphonophorida beschrieben. Das fossile Harz aus der Karibik wird von Geologen ins Oligozän-Miozän gestellt (30–40 Millionen radiometrische Jahre; MrJ). Das waren bisher die einzigen fossil bekannten Siphonophorida. Jetzt haben JIANG et al. (2019) zwei Exemplare einer neuen Art beschrieben: *Siphonophora hui* sp. nov. Sie wurden in einem Bernstein-

stück in Myanmar gefunden und den Autoren zur wissenschaftlichen Untersuchung zur Verfügung gestellt. Das fossile Harz war in einer Schicht abgelagert, die der mittleren Kreide, Mesozoikum, zugeordnet wird. Aus dem umgebenden Gestein wurden Zirkone isoliert, für die mit der Uran-Blei Methode (U-Pb) ein radiometrisches Alter von $98,79 \pm 0,62$ Millionen Jahren ermittelt wurde. Die beschriebenen Tausendfüßer weisen mit einer Körperlänge von 17 mm (bei einem Durchmesser von 0,68 mm) bzw. 14,08 mm (Durchmesser: 0,71 mm) typische Merkmale von Siphonophora auf: Der birnenförmige Kopf ist schnabelartig ausgezogen (Rostrum, s. Abb. 1), die Antennen sind gerade und aus sieben Gliedern (Antennomeren) aufgebaut. Beim Holotypus (erstbeschriebenes Bezugsexemplar) konnten keine – eigentlich typischen – sensorischen Gruben an Antennengliedern nachgewiesen werden (möglicherweise aufgrund der Einbettung in Harz und ungünstiger optischer Zugänglichkeit der mutmaßlichen Positionen). Bei heute lebenden Siphonophora finden sich am fünften und sechsten Antennomer kleine, runde Gruben, in denen sich feine Härchen gruppieren und die sensorische Organe bilden. Im Paratypus, dem zweiten Exemplar, das als *Siphonophora hui* beschrieben wurde, zeigt sich am 5. Antennenglied eine kleine zylindrische Struktur, welche JIANG et al. (2019) als entsprechendes sensorisches Organ interpretieren, auch wenn es anders aussieht als die heute bekannten sensorischen Organe. Als alternative Erklärung, die die Autoren aber als sehr unwahrscheinlich bezeichnen, könnte es sich auch um einen parasitischen bzw. symbiotisch lebenden Pilz handeln. JIANG et al. (2019) betonen im Abschluss ihrer Arbeit, dass ihre Beschreibung vermutlich ein erster Schritt zur Kenntnis einer hoch differenzierten Tausendfüßer-Fauna in Myanmar im Mesozoikum darstellt.

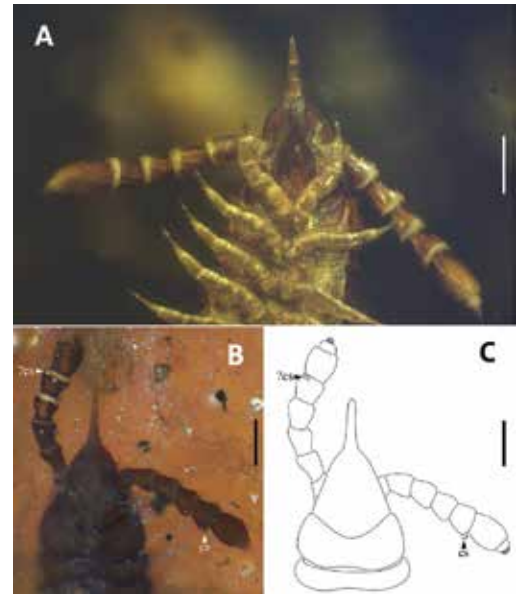


Abb. 1 A Kopf von *Siphonophora hui* sp. nov. (Holotyp) mit gegliederten Antennen und dem charakteristisch spitz ausgezogenen „Schnabel“, ventrale Ansicht (Bauchseite). B Kopf von *S. hui* (Paratyp), dorsale Ansicht (Rückenseite). C Zeichnung von B Die Maßstäbe entsprechen 0,2 mm. Die als sensorisches Organ interpretierte Struktur ist mit cs bezeichnet. (Aus JIANG et al. 2019, mit freundlicher Genehmigung.)

Mit *Siphonophora hui* ist der fossile Nachweis von Tausendfüßern im Vergleich zum bisherigen Kenntnisstand um 60 MrJ in die Vergangenheit zurück verschoben worden. Die auffallende Ähnlichkeit zu heute lebenden Tausendfüßern dieser Ordnung führt die Autoren dazu, festzuhalten, dass es sich bei *Siphonophora hui* um Stasis (Stillstand) handelt. Damit werden in der Paläontologie Organismen bezeichnet, die sich sehr lange Zeit – hier seit dem mittleren Mesozoikum – nicht wesentlich verändert haben. Also ist in diesem wie in vielen anderen Fällen keine Evolution beobachtbar – aus welchem Grund auch immer!

[JIANG X, SHEAR WA, HENNEN DA, CHEN H & XIE Z (2019) One hundred million years of stasis: *Siphonophora hui* sp. nov., the first Mesozoic sucking millipede (Diplopoda: Siphonophorida) from mid-Cretaceous Burmese amber. Cretaceous Res. 97, 34–39 • SANTIAGO-BLAY JA & POINAR JR. GO (1992) Millipeds from Dominican amber, with the description of two new species (Diplopoda: Siphonophorida) of *Siphonophora*. Entom. Soc. Am. 85, 363–369 • Siehe auch POINAR GO (1992) Life in Amber; Stanford University Press, California] H. Binder