

Die kambrische Explosion des Lebens – entschärft?

Die Präkambrium-Kambrium-Grenze gilt als eine der größten Diskontinuitäten in der Fossilüberlieferung. Während unterhalb dieser Grenze nur relativ wenige und zum großen Teil eigenartig gebaute Vielzeller gefunden wurden, wimmelt es ab dem Kambrium nur so von unterschiedlichsten Bauplänen des Lebens, und das in weltweiter geographischer Verbreitung. Die Paläontologen bezeichnen diesen auffälligen Einschnitt als „kam-

hin bot sie eine Testmöglichkeit.

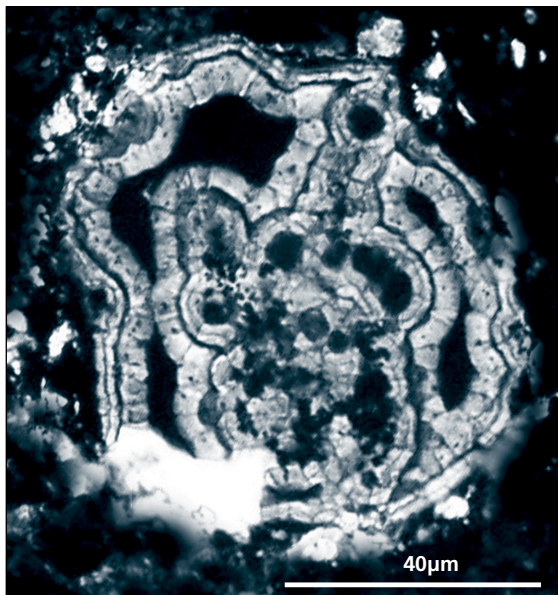
Ein neuer Fund nun könnte eine erste Stütze für die Hypothese der miniaturisierten Vorformen bieten. Chinesische und nordamerikanische Forscher um Jun-Yuan CHEN von der Universität Nanjing haben in der Doushantuo-Formation im Südwesten Chinas Funde gemacht (Abb. 1), die nach ihrer Deutung die ältesten bekannten Vielzeller mit zweiseitig symmetrischem Körper sein sollen („Bilateria“, zu denen vom Plattwurm bis zum Menschen alle Tiere angehören). Die Fundschicht wird ca. 50 Millionen Jahre vor den Beginn des Kambriums datiert. Dies wären damit auch die ersten Bilateria, die deutlich unterhalb der Kambrium-Grenze gefunden wurden (CHEN et al. 2004, 218). Die organismische Natur der Fossilien ist allerdings nicht unbestritten (s. u.).

Die Fossilien sind mit ca. 0,2 mm Länge ausgesprochen klein. Sie weisen aber erstaunlich viele Details auf: Neben Mund, Rachen, Verdauungstrakt und Anus sind paarweise Hohlräume entlang des Verdauungstraktes zu erkennen, die Coelome (sekundäre Leibeshöhlen) darstellen könnten. Paarig an der Außenhaut vorkommende Beulen könnten Positionen von Sinnesorganen sein. Computergestützt wurde die dreidimensionale Form rekonstruiert: Die Tiere sind demnach etwas länger als breit und deutlich abgeplattet; im Bereich der Mundöffnung sind sie leicht zugespitzt. Die Strukturen sind so komplex, daß sie nach Auffassung von CHEN et al. (2004) eindeutig von einem erwachsenen Tier stammen müssen und ein Larvalstadium nicht in Frage komme.

Die Forscher nannten diesen frühen Vielzeller *Vernanimalcula*, was soviel bedeutet wie „kleines Frühlingstierchen“ – in Anspielung auf ihr Auftreten nach der globalen „Snowball Earth“-Vereisung im jüngsten Präkambrium (vgl. STEPHAN 2004).

Nicht alle Paläontologen sind jedoch mit der Deutung des Fundes einverstanden: So hält es Stefan BENGTON vom schwedischen Museum für Naturgeschichte keineswegs für sicher, daß die gefundenen Strukturen tierischen Ursprungs sein müßten. Es könnte sich um dünne Mineralkrusten handeln, die sich rund um die Hüllen toter, einfach aufgebauter Organismen gebildet hätten, zumal solche „Mini-Särge“ in den untersuchten Gesteinen im Südwesten Chinas keine Seltenheit seien (STOKSTAD 2004). CHEN et al. (2004, 221) befassen sich mit diesem Einwand und geben ihrerseits zu bedenken, daß die Regelmäßigkeit der Strukturen, die gleiche Größe bei allen Funden (10 Exemplare wurden entdeckt), die Bilateralsymmetrie und die anatomischen Details ein deutliches Argument für deren organismische Natur seien.

Abb. 1: *Vernanimalcula* – das „Frühlingstierchen“. (Aus CHEN et al. 2004, Copyright 2004 by AAAS; Abdruck mit freundlicher Genehmigung)



brische Explosion“ oder auch als „Urknall der Paläontologie“. Über die Ursachen wurde schon viel diskutiert, aber alle Erklärungsversuche waren (mindestens bislang) reichlich spekulativ oder unplausibel. Aus molekularbiologischen Befunden (Sequenzanalysen) wurde evolutionstheoretisch geschlossen, daß die Vorläufer der kambrischen Baupläne tief im Präkambrium zu suchen seien. Wie tief – darüber gingen die Ergebnisse der einzelnen Studien z. T. weit auseinander (vgl. WANG et al. 1999, eine kurze Zusammenfassung des Standes vom Jahr 2001 bietet JUNKER 2001; ein neuerer Überblick findet sich bei PETERSON et al. 2004). In jedem Fall sind demnach Vorläufer der kambrischen Fauna in unterschiedlich tiefen Schichten des Präkambriums zu erwarten.

Warum aber wurden diese nicht gefunden? Die wenigen präkambrischen Formen sind kaum als evolutionäre Vorläufer geeignet, sondern weisen z. T. eigene Baupläne auf. Nach einer Hypothese sollten die Vorläufer der kambrischen Formen winzig klein gewesen sein. Das plötzliche Erscheinen im Kambrium wäre demnach nicht auf eine explosive Evolution, sondern auf schnelle Größenzunahme zurückzuführen. Ohne Fossilfunde mußte eine solche Hypothese freilich spekulativ bleiben; immer-

Sollte es sich bei den Fossilien tatsächlich um Reste fossiler Lebewesen handeln, wären die Funde insofern bemerkenswert, als sie in ihrem Bau dem hypothetisch vorhergesagten Bauplan eines Ur-Bilateriers sehr nahe kämen; darauf weisen CHEN et al. (2004, 221) besonders hin. Soweit, so evolutionstheoretisch gut. Andererseits ist die phylogenetische Einordnung problematisch: Nach molekularen Studien befindet sich die erste Gabelung innerhalb der Bilaterier zwischen den Proto- und den Deuterostomiern. (Bei den Protostomiern entwickelt sich in der Individualentwicklung der Urmund zum endgültigen Mund, bei den Deuterostomiern wird der Urmund zum After.) Wohin immer das neue Fossil *Vernanimalcula* phylogenetisch platziert wird, muß angenommen werden, daß entweder in einer nachfolgenden evolutionären Linie das komplette mesoderme Coelom (mittleres Keimblatt) wieder verloren ging (nämlich bei den Ecdysozoa; das sind Tiere, die sich häuten) oder daß dieses zweimal unabhängig evolviert ist. Beide Varianten sind evolutionstheoretisch nicht gerade plausibel. Diese Schlußfolgerung könnte nur vermieden werden, wenn eine Phylogenie konstruiert wird, die aufgrund der molekularen Daten nicht besonders wahrscheinlich ist. Es würde sich also

einmal mehr erweisen, daß Merkmale mosaikartig verteilt sind.

Die Bedeutung des Fundes in Bezug auf eine mögliche Entschärfung der kambrischen „Explosion“ ist derzeit noch nicht absehbar.

Reinhard Junker

Literatur

- CHEN JY, BOTTJER DJ, OLIVERI P, DORNBOSS SQ, GAO F, RUFFINS S, CHI H, LI CW & DAVIDSON EH (2004) Small Bilaterian Fossils from 40 to 55 Million Years Before the Cambrian. *Science* 305, 218-222.
- JUNKER R (2001) Das Präkambrium/Kambrium-Problem: Molekulare Uhren und Fossilien. *Stud. Int. J.* 8, 83-85.
- PETERSON KJ, LYONS JB, NOWAK KS, TAKACS CM, WARGO MJ & McPECK MA (2004) Estimating metazoan divergence times with a molecular clock. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101, 6536-6541.
- STEPHAN M (2004) Eine katastrophische Hypothese: Die „Schneeball-Vereisung“ der Erde. *Stud. Int. J.* 11, 93-97.
- STOKSTAD E (2004) Controversial fossils could shed light on early animals' blueprint. *Science* 304, 1425.
- WANG DY-C, KUMAR S & HEDGES SB (1999) Divergence time estimates for the early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi. *Proc. R. Soc. Lond. B* 266, 163-171.

Zwischen gigantischen Tausendfüßern und kleinen Pinselfüßern: Fossile Lücke von 200 Millionen Jahren

Aus dem Ober-Karbon und dem Unter-Perm liegen Fossilien von riesigen Gliederfüßern (Arthropoden) mit einer Körperlänge von bis zu 2 m vor (geschätztes Gewicht ca. 12 kg; daneben sind auch fossile Formen im cm-Bereich bekannt). Gliederfüßer-Giganten sind auch sonst aus dem Karbon und Perm bekannt; auch andere Arthropoden erreichten hier enorme Ausmaße: „Ur“-Libellen brachten es auf 70-75 cm Flügelspannweite, „Ur“-Netzflügler immerhin auf ca. 55 cm (BRAUCKMANN 1991, 135f.; BRAUCKMANN & KOCH 1994, 53).

Die ersten Riesen-Gliederfüßer wurden bereits vor über 150 Jahren als *Arthropleura* sp. beschrieben. Obwohl schon damals die Zugehörigkeit zu den Gliederfüßern festgestellt wurde, war seither die genaue taxonomische Stellung auch unter Berücksichtigung neuer Fossilfunde (bisher zehn „Arten“ beschrieben) kontrovers.

KRAUS & BRAUCKMANN (2003) sowie KRAUS (2004) zeigen in einer Überarbeitung dieser Gruppe, daß *Arthropleura* zusammen mit den Pinselfüßern (*Pselaphognatha*) unter den Doppelfüßern (*Diplopoda*) einzuordnen sind; diese gehören wiederum zu den

Tausendfüßern (*Myriapoda*). Nach Ansicht der Autoren ermöglichen verschiedene Konstruktionselemente im Körperbau einen heute nicht mehr bekannten Riesenwuchs. Die Cuticula (Chitinhülle der Gliederfüßer) scheint sehr dünn gewesen zu sein und leistet damit keinen wesentlichen Beitrag zur Gesamtmasse. Sie könnte dann aber auch weniger als zur Stabilisierung dienendes Außenskelett fungieren (wie der Chitinpanzer mancher Insekten). Das ist bei den heute lebenden verwandten Pinselfüßern ebenso, diese sind allerdings sehr viel kleiner. Deren Körper wird durch einen gegenüber der Umgebung erhöhten Binnendruck der Körperhöhle stabilisiert. Dies erfordert aber entsprechend konstruierte Organe für den Gasaustausch. KRAUS & BRAUCKMANN interpretieren besondere Merkmale, die sogenannten K-Platten, als Hinweis auf solche Systeme.

Interessant ist: Bisher ging man davon aus, die Tiergruppe der Arthropleura sei gegen Ende des Paläozoikums (angegeben mit ca. 250 Millionen Jahren vor heute) ausgestorben. Die heutigen kleinen Pinselfüßer sind erst aus dem Baltischen Bern-