

Kalzitkristallen, diese sind mit amorphem CaCO_3 miteinander verkittet und in diesem ganzen Verbund findet man auch noch etwa 0,1 % Proteine (SETO et al. 2012). Dieser besondere Aufbau der Seeigelstacheln verleiht ihnen eine Festigkeit und gleichzeitig eine Elastizität, die aus mineralischen Kalkvorkommen völlig unbekannt ist.

Forschungen sind in vollem Gang, um diesen Befund technisch anzuwenden, z. B. bei der Herstellung von Hochleistungsbeton.

Die Untersuchungen von mehreren internationalen Arbeitsgruppen, die von H. CÖLFEN koordiniert wurden, belegen erstmals direkt das Vorkommen von Mesokristallen in Naturprodukten. Die Autoren schreiben am Ende ihres Artikels, dass es sehr verwunderlich wäre, wenn weitere Biomineralien nicht nach demselben Mechanismus aufgebaut wären. In einem Beitrag im Journal der Universität Konstanz wird über die Arbeit unter dem Titel: „Geniales Bauprinzip der Natur“ berichtet.

So können Seeigelstacheln nicht nur für unangenehme Urlaubseindrücke sorgen, sondern auch Anlass für faszinierende Entdeckungen sein und Impulse für technische Entwicklungen geben.

[SETO J, MA Y, DAVIS SA, MELDRUM F, GOURRIER A, KIM Y-Y, SCHILDE U, SZTUCKI M, BURGHAMMER M, MALTSEV S, JÄGER C & CÖLFEN H (2012) Structure-property relationship of a biological mesocrystal in the adult sea urchin spine. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 3699-3704; siehe auch: *Journal der Universität Konstanz*: uni'kon (2012) 46, 9-10. <http://www.aktuelles.uni-konstanz.de/uni-kon/uni-kon-46/>] H. Binder

■ Wenn Libellenmännchen rot werden

Libellenmännchen von *Sympetrum* (Heidelibellen) und *Crocothemis* (in Deutschland kommt von dieser Art die Feuerlibelle, *Crocothemis erythraea*, vor) wechseln bei Erreichen der Geschlechtsreife die Körperfärbung und erscheinen rot. Diese Farbänderung beeinflusst auch das Verhalten der Tiere. Die Weibchen und die jungen Männchen zeigen eine gelbe Körperfärbung.

Eine japanische Arbeitsgruppe (FUTAHASHI et al. 2012) hat nun versucht, die chemischen Grundlagen



Abb. 1 Weibchen der Feuerlibelle (*Crocothemis erythraea*) beim Fressen. (Creative Commons Lizenz, © Sandy RAE)

dieser Farbänderungen aufzuklären. In den Hautzellen des Libellenkörpers konnten die Autoren so genannte Ommochrome nachweisen (von gr.: *omma*, Auge, Blick, Anblick, Erscheinung; gr. *chroma*, Farbe). Die analytisch identifizierten Pigmente (Xanthommatin-Verbindungen) werden aus der Aminosäure Tryptophan gebildet und ändern unter veränderten Redox-Bedingungen die Farbe zwischen gelb und rot. Unter oxidierenden Bedingungen erscheinen die Pigmente gelb und unter reduzierenden Bedingungen rot. Dies wurde an extrahierten Proben und auch an Tieren demonstriert. Allerdings ist noch unklar, wie die Farbänderungen in den Hautzellen der Libellen ausgelöst wird, da keine Hinweise auf ein Reduktionsmittel gefunden wurden. Die Autoren vermuten eine enzymatische Reduktion, ohne dass sie eine solche bisher eindeutig nachweisen konnten.

Farbänderungen sind in der belebten Natur häufig im Zusammenhang mit der geschlechtlichen Reife zu finden; gesteuert werden sie durch verschiedene Mechanis-

men. Beim Gefleckten Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*) korreliert der Farbwechsel der Blüte von rot nach blau z. B. mit der Nektarproduktion und wird durch Änderung des pH-Werts ausgelöst.

So finden wir in der Natur eine Vielfalt chemischer Mechanismen, die auffällige Änderungen verursachen und damit ökologische Signale liefern und für das Zusammenleben von Bedeutung sind. Dies geht im Fall der errötenden Libellenmännchen nach Aussage von FUTAHASHI et al. (2012) so weit, dass diese Farbänderung für die Menschen in Japan ein Symbol für die jahreszeitliche Änderung des Sommer-Herbst-Übergangs geworden ist.

[FUTAHASHI R, KURITA R, MANO H & FUKATSU T (2012) Redox alters yellow dragonflies into red. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, doi: 10.1073/pnas.1207114109] H. Binder

■ Kambrische „Embryonen“ erweisen sich als Einzeller

Die Grenze zwischen Präkambrium und Kambrium (auf ca. 542 Millionen Jahre datiert) gilt allgemein als markanteste Diskontinuität in der

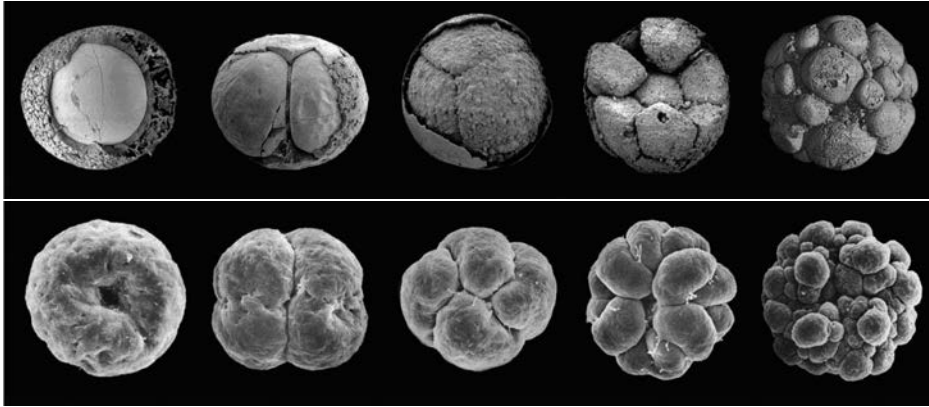


Abb. 1 Obere Reihe: Verschiedene embryonenähnliche Fossilien aus der südchinesischen Doushantuo-Formation, die nach Ansicht von HULDTGREN et al. (2012) fehlinterpretiert wurden (zur Begründung siehe Text). In der unteren Reihe sind verschiedene Entwicklungsstadien der Grünalge *Volvox carteri f. nagariensis* abgebildet, die gewisse Ähnlichkeiten mit den vermeintlichen Embryonen zeigen. (Aus HULDTGREN et al. 2012)

Fossilüberlieferung. Dafür hat sich der Begriff „kambrische Explosion“ eingebürgert (VALENTINE 2004). Zahlreiche sehr verschieden gebaute Tierstämme erscheinen abrupt in der Fossilüberlieferung. Präkambrische Formen eignen sich kaum als mögliche Vorläufer. Wenn DARWINS Gradualismus Evolution plausibel erklären würde, müsste es in den präkambrischen Ozeanen nur so von Lebewesen gewimmelt haben, trotz ihres Fehlens in der frühen Fossilüberlieferung, schreibt BUTTERFIELD (2011). Vor diesem Hintergrund waren 1998 beschriebene Fossilien aus dem oberen Präkambrium von besonderem Interesse, die als Embryonen von Vielzellern interpretiert wurden. Immerhin könnte es sich dabei um einen Beleg für den Übergang von Einzellern zu vielzelligen Tieren (Metazoa) handeln.

Diese Deutung erwies sich nun als falsch. HULDTGREN und Mitarbeiter (2011) untersuchten eine große Anzahl dieser ungewöhnlich gut erhaltenen Fossilien aus der Doushantuo-Formation in Südchina (auf 570 Millionen Jahre datiert) mit Hilfe einer neuen Methode von Röntgen-Tomographie und konnten zeigen, dass keinerlei Strukturen vorkommen, die für Embryonen typisch wären. Vielmehr handelt es sich wahrscheinlich um einzellige Amöben-artige Organismen, die in keiner näheren verwandtschaftlichen Beziehung mit den Metazoen (vielzellige Tiere) stehen. Die Fossilien

stellen demnach verschiedene Stadien im Lebenszyklus eines Amöben-artigen Organismus dar, der sich in einem asexuellen Zyklus in 2, dann 4, 8, 16, 32 Zellen usw. teilt und schließlich hunderttausende sporenartige Zellen bildet, die einen weiteren solchen Zyklus starten.

Einer der Co-Autoren, Philip DONOGHUE sagte, dass die Forscher selber über ihre Resultate überrascht seien, da man lange davon überzeugt gewesen sei, dass es sich um Embryonen der ältesten Tiere handle; vieles von dem, was darüber in den letzten zehn Jahren geschrieben worden sei, habe sich als falsch herausgestellt (www.sciencedaily.com/releases/2011/12/111222142444.htm).

Die hervorragende Erhaltung der Doushantuo-Fossilien, bei denen sogar die Zellkerne erkennbar sind, zeigt erneut, dass aus dem Präkambrium Fossilien in guter Erhaltung vorliegen. Das Fehlen von Fossilien geeigneter Vorstufen der zahlreichen kambrischen Baupläne kann somit kaum auf mangelnde Fossilisierbarkeit zurückgeführt werden. Das Beispiel zeigt auch, dass die Deutung von Fossilien mit einigen Unsicherheiten behaftet sein und – wie hier geschehen – in eine ganz falsche Richtung weisen kann.

Eine Kritik von XIAO et al. (2012) entgegneten HULDTGREN et al. (2012) und schließen mit der Feststellung, dass Einigkeit darüber bestehe, dass es sich bei den Doushantuo-Fossilien nicht um fortschrittliche Metazoen handle.

[BUTTERFIELD NJ (2011) Terminal Developments in Ediacaran Embryology. Science 334, 1655-1656; HULDTGREN T, CUNNINGHAM JA, YIN C, STAMPANONI M, MARONE F, DONOGHUE PDJ & BENGTON S (2011) Fossilized Nuclei and Germination Structures Identify Ediacaran "Animal Embryos" as Encysting

Protists. Science 334, 1696-1699; HULDTGREN T, CUNNINGHAM JA, YIN C, STAMPANONI M, MARONE F, DONOGHUE PCJ & BENGTON S (2012) Response to Comment on "Fossilized Nuclei and Germination Structures Identify Ediacaran 'Animal Embryos' as Encysting Protists". Science 335, 1169-d; VALENTINE JW (2004) On the origin of phyla. Chicago; XIAO S, KNOLL AH, SCHIFFBAUER JD, ZHOU C & YUAN X (2012) Comment on "Fossilized nuclei and germination structures identify Ediacaran 'animal embryos' as encysting protists". Science 335, 1169-c.] R. Junker

■ Neues zur präbiotischen Entstehung von Stickstoffbasen

In der Biogeneseforschung (erstmalige Entstehung des Lebens) wird eine *unmittelbare* Bildung von Nukleinsäuren (DNA, RNA) aus einfachen anorganischen Molekülen unter anderem aufgrund der hohen Komplexität dieser Makromoleküle generell ausgeschlossen. Alternativ dazu bleibt die Möglichkeit der stufenweisen Synthese über die weniger komplexen organischen Moleküle (Desoxy-)Ribose und Stickstoffbasen.¹ Neben einer Vielzahl offener Fragen zur Herkunft der Zuckereinheiten (Ribose bzw. Desoxyribose) von Nukleinsäuren ist auch der Hergang der präbiotischen Entstehung der Stickstoffbasen (Adenin, Guanin, Purin etc.) nicht geklärt. In der Literatur werden zwei verschiedene Erklärungen für den Ursprung dieser Molekülsorte angeführt. Als eine mögliche Quelle von Stickstoffbasen werden Meteoriten in Betracht gezogen (CALLAHAN 2011). Allerdings ist das nachgewiesene Vorkommen von Stickstoffbasen auf Meteoritengestein im Vergleich zu anderen organischen Verbindungen sehr gering. Ebenso sind Fälle von Kontaminationen irdischen Ursprungs im Zusammenhang mit der Untersuchung von Meteoritengestein auf Stickstoffbasen bekannt. Als Alternative wird die Entstehung von Stickstoffbasen auf unserem Planeten diskutiert.

Ein kürzlich veröffentlichter Artikel zu dieser Fragestellung stammt von der Forschergruppe um KRISHNAMURTHY (2012). Darin wird die Synthese von Purin bzw. Adenin durch Erhitzen von Kaliumcyanid oder einfacher Moleküle