

Studien eine Reihe von Indizien dafür, dass es sich um zerfallene Reste von Kollagenfasern handeln kann und hält diese Deutung durch die Befunde für besser gestützt. Außerdem könne die Deutung nicht verallgemeinert werden. Die Deutung als Melanosomen könne zwar nicht ausgeschlossen werden, sei aber völlig spekulativ, da ZHANG et al. (2010) keine Belege dafür bringen; so müsste z. B. der Zerfall von Melanosomen untersucht und mit den fossilen Strukturen verglichen werden.

LINGHAM-SOLIAR (2011) weist aufgrund dieser Kritikpunkte die Schlussfolgerung von ZHANG et al. (2010) zurück, dass schlüssig gezeigt worden sei, dass die Integumentstrukturen von *Sinosauropteryx* Körperanhänge seien. Weder sei dies positiv gezeigt worden noch seine alle alternativen Deutungsmöglichkeiten geprüft worden. Die Federatur des mutmaßlichen einfachen Federstadiums ist damit weiterhin nicht sicher belegt.

Falsche Dichotomien gibt es häufig Ursprungsfragen. Auch DARWIN beging diesen Fehler, als der die Widerlegung der Artkonstanz als Beleg für eine allgemeine Evolution wertete und damit die Möglichkeit einer gewissen Flexibilität innerhalb eines engeren Verwandtschaftskreises nicht prüfte.

[FEDUCCIA A, LINGHAM-SOLIAR T & HINCHLIFFE JR (2005) Do Feathered Dinosaurs Exist? Testing the Hypothesis on Neontological and Paleontological Evidence. J. Morphol. 266, 125-166; LINGHAM-SOLIAR T (2011) The evolution of the feather: *Sinosauropteryx*, a colourful tail. J. Ornithol. 152, 567-577; ZHANG F, KEARNS SL, ORR PJ, BENTON MJ, ZHOU Z, JOHNSON D, XU X & WANG X (2010) Fossilized melanosomes and the colour of Cretaceous dinosaurs and birds, Nature 463, 1075-1078.]
R. Junker

■ Neue Kristallformen in Stacheln von Seeigeln nachgewiesen

Mit Seeigelstacheln verbinden manche vielleicht unangenehme Erinnerungen an einen vergangenen Urlaub

am Meer. Tritt man versehentlich auf einen Seeigel, so hinterlassen dessen durch die Fußsohle gedrungene und darin abgebrochene Stacheln schmerzhaft und lang dauernde Eindrücke.

Seeigelstacheln sind bereits seit langem ein intensiv untersuchter Forschungsgegenstand und ein bekanntes Beispiel für Biomineralisation, also einen Vorgang, bei dem unter biochemischer Steuerung aus Mineralien feste Komposite mit erstaunlichen Eigenschaften entstehen. Bisher erhielt man aus Röntgenstreuungs-Experimenten Hinweise darauf, dass Seeigelstacheln aus kristallinem Kalzit bestehen (ein Mineral aus Calciumcarbonat: CaCO_3), andererseits weisen die Bruchflächen charakteristische Merkmale für glasartige Materialien auf, also für ungeordnete, amorphe Strukturen. Nun haben Wissenschaftler erstmals nachgewiesen, dass Seeigelstacheln eine Struktur aufweisen, die man als mesokristallin bezeichnet. Etwa 92% des Materials besteht aus kleinen



Abb. 1 *Heterocentrotus mammillatus*, eine der untersuchten Seeigel-Arten, auf einem Korallenriff in Hawaii (Wikimedia Commons, © Scott Roy Arwood)

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