

einzelne Quarzkristalle von der als Mikrofossil beschriebenen Struktur durchschnitten wurden.

Die von BOWER et al. vorgelegten Daten werden von den Autoren so interpretiert, dass das von SCHOPF als *E. apex* beschriebene Mikrofossil sehr viel wahrscheinlicher einen Riss darstellt, der entstand, während der Kristall aus einer Lösung gewachsen ist, die reich an Silikat und Kohlenstoff war. Der spektrometrisch nachgewiesene Kohlenstoff entspricht dann einer Rissfüllung.

Über den Ursprung des Kohlenstoffs machen die Autoren keine verbindlichen Aussagen. Dieser könnte in der Tat biologischen Ursprungs, aber auch unter hydrothermalen Bedingungen anorganisch entstanden sein.

BOWNER et al. (2016) plädieren dafür, dass vor einer sorgfältigen und umfassenden Analyse der mikroskopischen Strukturen in Feuerstein diese als Pseudofossilien aufgefasst werden sollten, also als Strukturen, die nur so aussehen, als wären sie Mikrofossilien und damit Hinweise auf Lebewesen. Damit ist an einem Beispiel der von SCHOPF in einer aufsehenerregenden Veröffentlichung beschriebenen Mikrofossilien aus den ältesten verfügbaren Gesteinen gezeigt, dass deren Natur nach wie vor ungeklärt ist. Das bedeutet, dass man bei der Interpretation gerade sehr alter Strukturen sehr vorsichtig vorgehen sollte.

[BOWER DM, STEELE A, FRIES MD, GREEN OR & LINDSAY JF (2016) Raman imaging spectroscopy of a putative microfossil from the ~3,46 Ga Apex chert: insights from quartz grain orientation. *Astrobiol.* 16, 169-180 • BRASIER MD, GREEN OR, JEPHCOAT AP, VAN KRANENDON MJ, LINDSAY JF, STEELE & GRASSINEAU NV (2002) Questioning the evidence for the earth's oldest fossils. *Nature* 416, 76-81 • SCHOPF JW (1993) Microfossils of the Early Archean Apex chert: new evidence of the antiquity of life. *Science* 260, 640-646.]
H. Binder

■ Kohlenstoff biologischen Ursprungs in alten Zirkonkristallen?

Hinweise auf Leben kann man in Gesteinen in verschiedener Form weit in die Vergangenheit zurückverfolgen. In Fossilien finden wir

oft deutliche Spuren auf vergangene Organismen; mikroskopische Strukturen in Gesteinen, sogenannte Mikrofossilien, lassen sich noch weiter zurück verfolgen, sind aber auch schwerer zu interpretieren, und die Fachleute diskutieren sie kontrovers. Chemische Besonderheiten, die als Hinweise auf Leben verstanden werden, finden sich in den ältesten Gesteinen, die man bisher auf der Erde findet; aber auch in diesem Fall ist der Interpretationsspielraum sehr groß.

Im Westen Australiens (Jack Hills, Narryer-Gneis Terran) werden sehr alte Gesteinsformationen (Meta-sedimente) beschrieben, in denen Zirkonkristalle eingeschlossen sind, die ursprünglich aus noch älteren Gesteinen stammen (detritisch). Einigen dieser Zirkone wird aufgrund radiometrischer Bestimmungen ein Alter von mehr als 4 Milliarden Jahren zugesprochen. BELL et al. (2015) haben 656 Zirkonkristalle mit einem radiometrischen Alter von mehr als 3,8 Milliarden Jahren auf Kohlenstoff (C)-haltige Einschlüsse untersucht. Dabei fanden sie einen Zirkon, dem sie aufgrund von Uran(U)-Blei(Pb)-Messungen ein U-Pb Alter von $4,10 \pm 0,01$ Milliarden Jahren zuweisen. Dieser Kristall enthält in einem ungestörten Bereich (keine Risse) graphitartige C-Einschlüsse, von welchen der Gehalt an stabilen C-Isotopen C-12 und C-13 bestimmt wurde. Daraus lässt sich ein $\delta^{13}\text{C}$ -Wert bestimmen, der im Vergleich zu einem Standard (Pee Dee Belemniten Standard: $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$) die Anreicherung bzw. Verarmung an C-13 angibt. Ein im Vergleich zum Standard deutlich verringerter ^{13}C -Gehalt wird aufgrund bisheriger Erfahrung als Hinweis auf eine biologische Quelle des Kohlenstoffs interpretiert; dabei wird die enzymatische Aktivität in lebenden Zellen für den Effekt verantwortlich gemacht. So wurden Partikel mit Proben aus Grönland mit einem radiometrischen Alter $< 3,7$ Milliarden Jahren aufgrund von $\delta^{13}\text{C}$ -Werten als frühe Hinweise auf Leben interpretiert (MOJZSIS et al. 1996, ROSING 1999).

BELL et al. (2015) ermittelten einen $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von -24 ± 5 ‰, der damit in einem Bereich liegt,



Abb. 1 Zirkone zählen zu den ältesten Mineralien in der Erdkruste. Sie bestehen hauptsächlich aus Zirkoniumsilikat und können größere Mengen an Verunreinigungen enthalten. Das hier abgebildete Exemplar wurde von Forschern der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung im permischen „Versteinten Wald“ von Chemnitz aus einer Aschelage geborgen und zur radiometrischen Datierung genutzt. (© Senckenberg)

der für eine biologische C-Quelle spricht. Die Autoren diskutieren umfänglich alternative anorganische Erklärungen für die Verarmung an ^{13}C und verteidigen dabei die Plausibilität eines biologischen Ursprungs des Kohlenstoffs in der von ihnen präsentierten Probe.

Angesichts des Interpretationsspielraums der Daten und der Tatsache, dass nur ein einziger Zirkonkristall diese Art des Einschlusses aufweist, ist die Aussagekraft der Arbeit von BELL et al. (2015) begrenzt und bedarf einer Bestätigung durch weitere zukünftige Untersuchungen. Dennoch liefert sie möglicherweise den derzeit ältesten Hinweis auf Leben mit $> 4,1 \cdot 10^9$ radiometrischen Jahren rund $300 \cdot 10^6$ Jahre älter als bisher bekannt. Damit weisen die Autoren wieder einmal darauf hin, dass Leben auf der Erde sehr früh nachweisbar zu sein scheint, was die Erklärung seiner möglichen natürlichen Entstehung auf der Erde vor eine große Herausforderung stellt.

[BELL EA, BOEHNKE P, HARRISON TM & MAO WL (2015) Potentially biogenic carbon preserved in 4.1 billion-year-old zircon. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 14518–14521 • MOJZSIS SJ, ARRHENIUS G, MCKEEGAN KD, HARRISON TM, NUTMAN AP & FRIEND CRL (1996) Evidence of life on earth by 3800 million years ago. *Nature* 384, 55-59 • ROSING MT (1999) $\delta^{13}\text{C}$ -depleted carbon microparticles in > 3700 -Ma sea floor sedimentary rocks from West greenland. *Science* 283, 674-676] H. Binder