

noch weitere mögliche Ursachen erörtert (zusammenfassende Überblicke z.B. bei JÄGER 1997-2003; MOSBRUGGER 2003).

Es wird angenommen, daß sich durch aufgewirbelte Staubmassen, Aschenpartikel und Aerosole (s.u.) ein dichter Staubschleier in der Atmosphäre bildete. Dadurch wurde die Sonneneinstrahlung stark eingeschränkt, und es kam zu plötzlicher, massiver Abkühlung (JÄGER 2003, 44). Ein entsprechendes Kältesturz-Szenario wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts während des Ost-West-Konflikts für den Fall eines Atomkrieges entworfen und als „nuklearer Winter“ bezeichnet (MOOSBRUGGER 2003, 150).

Wie unsicher jedoch die Annahme derart extremer klimatischer Veränderungen an der Kreide/Tertiär-Grenze ist, zeigt beispielhaft der folgende Befund. Er wurde auf der Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft der USA im Herbst 2004 von der Paläontologin J.M. KOZISEK (Universität New Orleans) vorgestellt. Die in Bernstein vorkommende, pollensammelnde Honigbiene *Cretotrigona prisca* tritt sowohl unterhalb als auch oberhalb der Kreide/Tertiär-Grenze auf. Sie läßt sich von modernen tropischen Bienen kaum unterscheiden. Deshalb schließt KOZISEK auf gleiche Lebensbedingungen und Klimaansprüche. Danach sollten die Temperaturen zwischen 31 und 34 °C betragen, und die Temperaturschwankungen 2 bis 7 °C nicht überschritten haben.

Das widerspricht aber dem Szenario vom jahrzehntelangen „nuklearen Winter“; man nimmt heute an, daß dabei die Temperaturen global um ca. 7 bis 12 °C gefallen seien. Dies ist nach KOZISEK eindeutig zu kalt für tropische Honigbienen; weder sie, noch die Pflanzen, von denen sie täglich Pollen verzehrten, hätten einen derartigen Temperatursturz überstehen können (GSA Release 04-32, 2004). Auch LESSEM (1994, 264f.) berichtete über Daten, die mit dem „Bienen-Befund“ kompatibel sind, z.B. fehlende Hinweise auf Frostschädigungen bei Pflanzen sowie wärmeliebende Pflanzen über der Kreide/Tertiär-Grenze.

JÄGER (2003, 44) meint, der Ruß- und Staubschleier sei „an manchen Stellen“ weniger dicht gewesen, „mancherorts konnten vielleicht sogar schon kurz nach dem Impakt Farne gedeihen“. Allerdings geht dieser Autor von folgendem Szenario aus: Durch das im Einschlagkrater zerstörte Anhydrit-Gestein (Calciumsulfat; ein Salz der Schwefelsäure mit etwas gebundenem Wasser) entstanden große Mengen winziger Schwefelsäure-Tröpfchen. Diese hätten nach dem Impakt als ca. 8-10 Jahre in der Stratosphäre bleibende Aerosolwolken etwa 80-90% des Sonnenlichts abgeschirmt. Erst danach sei es zu einer langfristigen Erwärmung gekommen. Denn beim Einschlag waren durch Zerstörung der im Krater-Areal überwiegend anstehenden Karbonatgesteine enorme Mengen Kohlendioxid freigesetzt worden; dessen

Wirkung setzte mit dem Verschwinden der Aerosolwolken ein. Auch der Deccan-Vulkanismus produzierte viel CO₂; insgesamt kam es dadurch zu einem Treibhaus-Effekt (dessen Stärke umstritten ist; JÄGER 2003, 44f.; vgl. 1998, 186; 1999, 305f.).

Dieses Klimawechsel-Szenario (erst kalt, dann warm) ist jedoch mit den Daten von KOZISEK nicht kompatibel. Denn danach mußte es trotz Impakt warm bleiben, und es mußten tropische Blütenpflanzen weiterhin gedeihen, von deren Pollen *Cretotrigona prisca* sich ernährte.

Fazit: Die Folgen des Kreide/Tertiär-Impakts scheinen nicht so gravierend gewesen sein, wie es zumeist dargestellt wird. Und: Es ist bemerkenswert, daß ein kleiner (Be)fund wieder einmal ein großes Hypothesengebäude ins Wanken bringen kann.

[Honeybees Defy Dino-Killing „Nuclear Winter“, GSA Release No. 04-32, 5 November 2004, Geological Society of America, Internet: www.geosociety.org/news/pr/04-31.htm; JÄGER M (1997/98/99/2003) Faunenschnitt – Was geschah am Ende der Kreidezeit? (Teil 1-5). Fossilien 14, 363-371; 15, 181-189; 16, 298-310.360-368; 20, 40-51; LESSEM D (1994) Dinosaurierforscher. Basel etc: Birkhäuser; MOOSBRUGGER V (2003) Das große Sterben vor 65 Millionen Jahren. In: HANSCH W (Hg) Katastrophen in der Erdgeschichte. Museo 19, 144-153. Heilbronn] MS

Anhaltender Streit um älteste Lebensspuren

Die Wissenschaft geht heute laut Lehrbuchwissen von einem Alter der Erde von ca. $4,6 \times 10^9$ Jahren aus. In einer ersten Phase war sie nach gängigen Vorstellungen aufgrund der thermischen Bedingungen steril und auch später war die Erdoberfläche aufgrund intensiven Meteoritenbombardements kein habitabler Lebensraum.

MOJZSIS und Mitarbeiter erregten mit Veröffentlichungen (MOJZSIS et al. 1996, NUTMAN et al. 1997) Aufsehen, als sie behaupteten, in Sedimentgestein der kleinen Insel Akilia, an der Westküste von Grönland, indirekte Hinweise auf Leben gefunden zu haben. Das Besondere daran: Aufgrund radiometrischer Datierungen wird diesem Gestein ein Alter von $3,85 \times 10^9$ Jahren zugeordnet; damit gehört es zu den ältesten Sedimentsystemen auf der Erde. Die Behauptung, es handle sich um Lebensspuren bzw. es gebe indirekte Hinweise darauf, begründeten die Autoren mit der Verteilung von Kohlenstoffisotopen in winzigen Graphiteinschlüssen, die sie in Apatit (Calciumphosphat-Mineral) gefunden hatten. In einer jüngst erschienenen Publikation (LEPLAND et al. 2005) konnte das Vorkommen von Graphit in Apatit-Kristallen von Akilia allerdings nicht bestätigt werden; auch in den Originalproben nicht.

MOJZSIS und Mitarbeiter hatten das Muttergestein, aus dem sie ihre Proben gewonnen hatten, als bebänderte Eisenformation (BIF, banded iron formation) beschrieben. BIFs werden als Meeres-sedimente interpretiert und bestehen aus wech-

selnden Lagen von Eisenoxid (Magnetit oder Hämatit) und Silikaten (Quarz). Andere Autoren (FEDO & WHITEHOUSE 2002) geben für die dunklen Bänder stattdessen Eisenoxid mit Pyroxen (Aluminiumsilikate mit Calcium, Magnesium und Eisen) an und interpretieren sie als stark metamorph verändertes Gestein magmatischen Ursprungs (magmatisches Gestein wird in unmittelbarer Umgebung gefunden); in solchem Gestein sind Hinweise auf Lebensspuren nicht zu erwarten.

Die Altersangaben aufgrund der radiometrischen Datierung (U-Pb) an Zirkon werden von verschiedenen Arbeitsgruppen ebenfalls kontrovers diskutiert.

Auch andere sehr frühe fossile Hinweise auf Leben wie die von SCHOPF (1993) präsentierten Funde von Westaustralien, die mit einem Alter von $3,5 \times 10^9$ Jahren angegeben werden, wurden von BRASIER et al. (2002) in Frage gestellt. Durch die Er widerungen und die Präsentation neuer Daten von SCHOPF et al. (2002) bleibt die Diskussion im Gange, so daß auch populärwissenschaftliche Journale das Thema aufgreifen und die Diskussion einem breiteren Publikum vorstellen (SIMPSON 2004).

Es ist begrüßenswert, wenn gerade die frühesten fossilen Lebensspuren einer besonders kritischen Prüfung unterzogen werden, zumal dieses Thema von der Öffentlichkeit aufmerksam verfolgt wird. Für MOORPATH (2005) sind Fossilien von Bakterien in der Gunflint Formation in Ontario mit $1,9 \times 10^9$ Jahren die frühesten heute allgemein akzeptierten Spuren von Leben.

[BRASIER MD, GREEN OR, JEPHCOAT AP, KLEPPE AK, VAN KRANENDONK MJ, LINDSAY JF, STEELE A, GRASSINEAU NV (2002) Questioning the evidence for earth's oldest fossils. *Nature* 247, 76-81; LEPLAND A, VAN ZULLEN MA, ARRHENIUS G, WHITEHOUSE MJ, FREDO CM (2005) Questioning the evidence for Earth's earliest life – Akilia revisited. *Geology* 33, 77-79; MOJZSIS SJ, ARRHENIUS G, MCKEEGAN KD, HARRISON TM, NUTMAN AP, FRIEND CR (1996) Evidence for life on earth before 3,800 million years ago. *Nature* 384, 55-59; MOORPATH S (2005) Dating the earliest life. *Nature* 434, 155; NUTMAN AP, MOJZSIS SJ, FRIEND CRL (1997) Recognition of 3.850 Ma water-lain sediments in West Greenland and their significance for the early Archean Earth. *Geochim. Cosmochim. Acta* 61, 2475-2485; SCHOPF JW (1993) Microfossils of the Early Archean Apex chert: New evidence of the antiquity of life. *Science* 260, 640-646; SCHOPF WJ, KUDRYAVTSEV AB, AGRESTI DG, WADOWIAK TU, CZAJA AD (2002) Laser-Raman imagery of earth's earliest fossils. *Nature* 416, 73-76; SIMPSON S (2004) Wie alt sind die ersten Lebensspuren? *Spektrum der Wissenschaft* 2004/4, 70-77; Technical Comments (2002), *Science* 298, 917a] HB

Rätselhafte Ediacara-Organismen: „Luftmatratzen“-Hypothese bestätigt?

Aus dem jüngsten Präkambrium praktisch aller Erdteile kennt man inzwischen die sog. Ediacara-Lebewelt. Sie wurde nach den gleichnamigen Hügeln in Südastralien benannt und unterscheidet sich von den späteren Formen der Lebewesen ab dem Kambrium. Im Interpretationsgebäude der

Evolutionslehre war es gleichwohl naheliegend, unter ihnen Vorfahren der späteren Lebewesen zu suchen.

Eine völlig andere Deutung der Ediacara-Lebewesen hat der Spurenspezialist A. SEILACHER (z.B. 1988; 1992) entwickelt. Er nennt sie „Vendobionten“ (nach der jüngstpräkambrischen Vendium-Stufe) und sieht in ihnen keine Vorläufer späterer Tierstämme, die ab dem Kambrium plötzlich in den Sedimenten auftreten (Stichwort „kambrische Explosion“; dazu zuletzt in diesem Journal JUNKER 2005). Vielmehr handle es sich um unabhängige, frühe Lebensformen, bevor im Kambrium Räuber auftraten (die sich aus wurm- bzw. schneckenartigen präkambrischen Vorfahren entwickelt hätten). „Die kambrische Explosion beendete diesen friedlichen ‚Garten von Ediacara‘ und es begann das vielschichtige System des Fressens und Gefressenwerdens“ (SEILACHER 2003, 79). Die Vendobionten sind nach SEILACHER spezialisierte, große (z.T. mehr als 25 cm lang), einzellige, aber vielkernige Mikrobenhüllen, die wie „Pneus“ mit Zytoplasma gefüllt waren; sie stellten gewissermaßen „lebende Luftmatratzen“ dar und besitzen keine inneren Organe. Ihre Körperhülle war in sehr verschiedenartiger Weise mit Lamellen „abgesteppt“ und bildete so ein „hydraulisches Skelett“. Im und auf dem Sandboden bewegter Flachmeere waren sie durch Mikrobefilme „festgeklebt“ und mit ihnen ökologisch vergesellschaftet; sie führten ein uns fremdartiges Leben unter ganz spezifischen Umweltbedingungen (vgl. STEPHAN 1994, 5f.).

Es ist verständlich, daß diese exotisch anmutende Deutung als „Rieseneinzeller“, für die SEILACHER allerdings gute Gründe anführt, heftig diskutiert wurde (vgl. z.B. GEYER 1998, 9). In neueren Arbeiten betont er immerhin eine Beziehung zu bekannten Einzellern, nämlich heute lebenden (!) Tiefsee-Riesenforaminiferen (Xenophyophoren) wie *Stannophyllum* (SEILACHER 2000, 554-556; Abbildungen im Internet: <http://19thcenturyscience.org/HMSC/HMSC-Reports/Zool-82/htm/doc.html>). Demnach wären nicht alle Vendobionten (bald) nach dem Präkambrium ausgestorben, sondern teilweise – wie andere „lebende Fossilien“! – in die Tiefsee abgewandert (SEILACHER 2003, 72f., 81; vgl. z.B. ZIEGLER 1998, 270f.; KLEESATTEL 2001, 133-150).

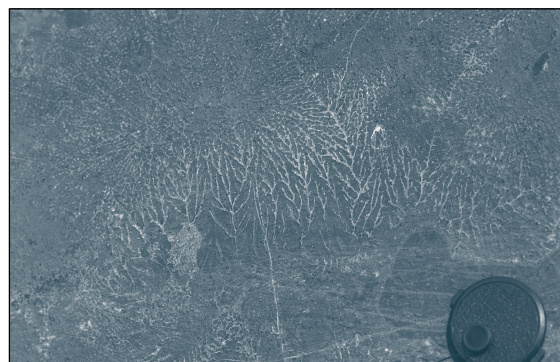


Abb. 1: Bäumchen-artig verzweigte Ediacara-Organismen aus der Dengying-Formation von Südchina. (Aus Xiao et al. 2005, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)