

Präkambrische Fossilien

Für DARWIN war das damalige Fehlen präkambri-scher Fossilien ein Rätsel. J. W. SCHOPF von der University of California in Los Angeles hält dieses „Dilemma“ (wie er es bezeichnet) für gelöst: Über 3.000 Taxa von Mikrofossilien aus nahezu 400 geologischen Formationen sind inzwischen entdeckt worden. Dennoch ist eine Evolution *vielzelliger* Lebens durch diese Fossilbelege nicht dokumentiert, denn bei den gefundenen Organismen handelt es sich – bis auf einige Ausnahmen dicht an der Präkambrium-Kambrium-Grenze (s. u.) – um einzellige Organismen oder um koloniebildende Prokaryoten. „Der präkambrische Äon war das Zeitalter des mikroskopischen Lebens“, stellt SCHOPF fest. Die ersten vielzelligen Algen (Rotalgen) werden auf 800 Millionen Jahre datiert, die ersten wirbellosen Tiere auf 600 Millionen Jahre (die Grenze Präkambrium-Kambrium liegt bei ca. 570 Millionen Jahren). Die kambrische Explosion (vgl. STEPHAN 1994) wird durch diese Fossilien nicht erklärt.

Der Ursprung des Lebens wird sehr früh in der Erdgeschichte datiert, weit früher, als bislang angenommen wurde. So wurden erst kürzlich zellulär erhaltene Mikroorganismen im Apex Chert in Westaustralien gefunden, die auf 3,46 Milliarden Jahre datiert werden. Damit macht nach dem evolutionären Szenario die Ära der Mikroorganismen 85% der belebten Erdgeschichte aus. Bemerkenswerterweise ähneln die 11 Arten, die von den ältesten Fossilablagerungen stammen, heutigen Cyanobakterien, die zu den höchstevolierten Bakterien gerechnet werden.

Das Tempo und der Charakter der postulierten

Evolution in beiden Phasen (vor und nach der Kambrium-Untergrenze) erweisen sich als sehr unterschiedlich. Vor dem Kambrium war das Evolutions-tempo extrem langsam; Innovationen betrafen die Biochemie und den intrazellulären Bereich. In der zweiten Phase, dem sog. Phanerozoikum ab dem Kambrium, war die Geschwindigkeit dagegen erheblich schneller, und Veränderungen und evolutionäre Neuheiten betrafen die äußere Form. Es kommt zu adaptiven Radiationen und „explosivem“ Auftreten neuer Formen einerseits und zu gelegentlichem Massenaussterben andererseits. Hier muß kritisch angemerkt werden, daß mangels Belegen eine intrazelluläre und biochemische Evolution im Präkambrium ein bloßes Postulat der Evolutionslehre darstellt, insbesondere da – wie erwähnt – die ältesten bekannten Formen heutigen spezialisierten Formen gleichen.

SCHOPF befaßt sich auch mit dem oft vorgebrachten Argument, daß die präkambrischen Organismen zu zart gewesen seien, um in geologischen Ablagerungen erhalten werden zu können. Dieses Argument sei angesichts der heute vorliegenden Fülle an Mikroorganismen widerlegt. „Trotz ihrer Kleinheit und zarten Natur sind sie durch genau denselben Prozeß (Abdruck oder Versteinerung) erhaltbar wie fossile Bäume oder Pflanzenteile“ (S. 377).

Reinhard Junker

Literatur

- SCHOPF JW (1994) The early evolution of life: solution to Darwin's dilemma. *Tr. Ecol. Syst.* 9, 375-377.
STEPHAN M (1994) Neuere Forschungen zur Lebewelt im Kambrium und Jung-Präkambrium – ein Überblick. *Stud. Int. J.* 1, 4-11.

Wiederbelebung von Bakteriensporen aus Dominikanischem Bernstein?

R.J. CANO und seine Mitarbeiter erregten durch die 1993 veröffentlichte DNA-Sequenz aus einem in Bernstein erhaltenen Rüsselkäfer Aufmerksamkeit. Außergewöhnlich daran war, daß dem Bernstein ein Alter von 120-135 Millionen Jahre zugeordnet wird. Jetzt macht dieselbe Arbeitsgruppe erneut von sich reden.

Aus Abdominalgewebe einer stachellosen Biene, die in dominikanischem Bernstein (auf 25 - 40 Millionen Jahre datiert) eingeschlossen war, konnten CANO et al. Sporen von Bakterien (Dauerformen von Bakterien, die unter ungünstigen Lebensbedingungen bei nicht mehr nachweisbarem Stoff-

wechsel überleben können) isolieren. Dabei versuchten sie, durch eine Vielzahl von Vorsichtsmaßnahmen und Kontrollversuchen, Kontaminationen auszuschließen. Schon in einer früheren Arbeit hatten dieselben Autoren aus Abdominalgewebe einer in Bernstein konservierten Biene bakterielle DNA untersucht und beschrieben.

Nach Sterilisation der Oberfläche wurde der Bernstein aufgebrochen und ein Kulturmedium mit Abdominalgewebeproben beimpft und bebrütet. In einem erhaltenen Isolat wurden *Bacillus*-Zellen gefunden, welche enzymatisch, biochemisch und durch Analyse von 16S ribosomaler DNA charakte-

risiert wurden. Die Resultate ergaben, daß die aus der Bernsteinbiene isolierten Bakterien sehr ähnliche Eigenschaften zeigen, wie das heutige Bakterium *Bacillus sphaericus*. Die heutigen Vertreter leben ebenfalls in Bienen. Die Autoren deuten an, daß sie inzwischen zwei weitere *Bacillus*-Arten kultiviert und identifiziert hätten. Daneben sollen noch über 100 bakterielle Isolate aus Bernstein verschiedenen Alters vorliegen, aber noch nicht abschließend untersucht sein (dabei soll die Ausbeute 0,05 Isolate pro Gramm Bernstein betragen).

Für Mikro- und Molekularbiologen ist es bisher unvorstellbar, wie Bakteriensporen mehr als 10.000 Jahre überleben können. Die bisher am Besten dokumentierte Überlebenszeit für Bakteriensporen betrug laut SETLOW ca. 70 Jahre. LOUIS PASTEUR (1822-1895) hatte vor einem Jahrhundert Sporen in Ampullen versiegelt, die 1956 untersucht und dabei als lebensfähig beschrieben wurden. Verglichen mit diesem Befund werden in der von CANO et al. veröffentlichten Arbeit Überlebenszeiten von Bakteri-

ensporen behauptet, die um einen Faktor von ca. 500.000 höher liegen, ohne daß dies bisher theoretisch nachvollziehbar wäre.

Man muß entweder nach völlig neuartigen Mechanismen suchen, wie Sporen insgesamt stabilisiert werden können oder man muß zeigen, daß die Bernstein-Isolate durch rezente Bazillen infiziert waren. Für den Fall, daß beide Versuche negative Resultate liefern, müßte man die dem dominikanischen Bernstein und damit auch dessen Inkluden zugeordneten Alter in Frage stellen.

Harald Binder

Literatur

- CANO RJ & BORUCKI MK (1995) Revival and identification of bacterial spores in 25- to 40-million-year-old dominican amber. *Science* 268, 1060-1064.
 FISHMAN J (1995) Have 25-million-year-old bacteria returned to life? *Science* 268, 977.

Kospeziation und Koevolution in zwei Fällen widerlegt

Unter den Kuckucksvögeln sind eine ganze Reihe Brutparasitierender Arten bekannt. Unser einheimischer Kuckuck beobachtet die Nester seiner Wirtsvögel, legt je ein Ei in deren Nester (z.B. in das der Bachstelze) und entfernt dafür eines der Wirtseier. Das Ei ist in Größe und Färbung denen der Wirtsart sehr ähnlich. Der frischgeschlüpfte Kuckuck wirft dann Wirtseier und Stiefgeschwister kurzerhand aus dem Nest, um Nahrungskonkurrenten auszuschalten.

Einige afrikanische Witwenvögel gehen nicht ganz so rücksichtslos vor: Sie legen als Brutschmarotzer ihre Eier in die Nester bestimmter Prachtfinkenarten und lassen ihre Jungen zusammen mit denen der Wirtsart aufziehen. Zwischen den ausgewachsenen Vögeln einer bestimmten Prachtfinkenart und ihrem jeweiligen Brutparasiten besteht keine Ähnlichkeit, aber die Jungvögel sind hinsichtlich Gefieder, Rachenzeichnung, Lauten und Bettelverhalten nicht voneinander zu unterscheiden. Seit

einigen Jahrzehnten wird daher angenommen, daß Rassen- und Artbildung innerhalb der jeweiligen Gruppen parallel erfolgten, die Arten also koevolvierten (NICOLAI 1964). Diese These konnte kürzlich überzeugend widerlegt werden (KLEIN et al. 1993): Molekulargenetische Untersuchungen konnten zeigen, daß die Artbildung der Witwenvögel wesentlich später erfolgte als die der Prachtfinken. Außerdem stimmten die rekonstruierten Verzweigungsmuster des Stammbaums der Parasiten nicht mit dem ihrer Wirtsvögel überein. Von Kospeziation kann also keine Rede sein.

Als Alternative wird Artbildung durch Kolonisation diskutiert. Darnach hätten die Brutparasiten die Wirtsarten erst besiedelt, nachdem diese sich bereits in verschiedene Arten aufgeteilt hatten. Eine Neubesiedlung ungewöhnlicher Wirtsarten kann man sich so vorstellen, daß Witwenweibchen ihre Eier in die „falschen“ Nester legen und die Jungen auf den Gesang der neuen Prachtfinkenart geprägt werden. Solche geschlechtsreife Parasitenweibchen werden Männchen ihrer eigenen Art bevorzugen, die den Gesang ihrer Pflegeeltern vortragen, weil sie ebenfalls im Wirtsnest aufgewachsen sind. Ein Beleg für diese „kulturelle Artbildung“ stellt die Beobachtung männlicher Witwenvögel mit einem für die Art untypischen Gesang dar. Eine kürzlich veröffentlichte Feldstudie (PAYNE & PAYNE 1994) ergab außerdem Anhaltspunkte für die gegenwärtige

Koevolution: Gemeinschaftliche, sich gegenseitig beeinflussende Evolution zweier Organismen oder Taxa (Organismengruppen), die z. B. in gegenseitiger Abhängigkeit leben (Wirt und Parasit; Blütenpflanze und Bestäuber usw.). Koevolution gilt als klassischer Beleg für das Wirken von Selektion.

Kospeziation: Gemeinschaftliche Artbildung von in Abhängigkeit voneinander lebenden Arten.