

Frühe Evolution des Lebens auf der Erde: Geologische und biogeochemische Befunde*

Early Evolution of Life on Earth: Geological and Biogeochemical Evidence

MANFRED SCHIDLOWSKI (Mainz)

Key words: Precambrian, evolution of life, stromatolites, bacterial microfossils, kerogen, carbon isotopes, chemofossils, Präkambrium, organische Evolution, Stromatolithen, bakterielle Mikrofossilien, Kerogen, Kohlenstoffisotope, Chemofossilien.

Zusammenfassung

Angesichts der vorliegenden paläobiologischen Evidenz kann kein Zweifel darüber bestehen, dass mikrobielles (archaeoprokaryotisches und prokaryotisches) Leben seit etwa 3,8 Mrd. Jahren fest auf der Erde etabliert war. Sowohl die paläontologischen Befunde in Form von Mikrofossilien und Stromatolithen als auch die biogeochemischen Daten (speziell die $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Altersfunktion des sedimentären Kohlenstoffs als Signal biologischer Kohlenstoff-Fixierung) erlauben eindeutig den Schluss, dass mikrobielle Ökosysteme schon beim Einsetzen der sedimentären Überlieferung die Oberfläche des Planeten besiedelt hatten. Restfragen, die dabei noch abzuklären wären, betreffen vor allem (1) die offensichtliche Beeinträchtigung der paläobiologischen Dokumente in den ältesten (>3,5 Mrd. J.) Sedimenten, die in der Regel einer metamorphen Überprägung ausgesetzt waren, (2) die auffällige Unterrepräsentation von Archaeobakterien in der frühesten Überlieferung, obwohl der molekulare Stammbaum des Lebens sie als die phylogenetisch ältesten Organismen ausweist, (3) eine mögliche Behinderung der frühen biologischen Evolution durch die periodischen Asteroiden-Bombardements des jungen Planeten, und (4) Probleme der Zeitskala des frühen Evolutionsprozesses, die das enge Zeitfenster zwischen der Bildung des Planeten von ca. 4,5 Mrd. Jahren und dem Auftreten der prokaryotischen Zelle vor 3,8 Mrd. Jahren aufwirft.

Abstract

With the paleobiological evidence from the currently known Archaean rock record at hand, the existence on Earth of microbial (prokaryotic and archaeoprokaryotic) life as from 3,8 b.yr ago seems to be firmly established. Both the paleontological record (microfossils and stromatolites) and the available biogeochemical data (specifically the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ age function of sedimentary organic carbon as index line of autotrophic carbon fixation) convey a remarkably consistent picture of the existence of microbial ecosystems on the planet's surface as from the very beginning of the presently known sedimentary record. Residual questions primarily center around (1) the impairment of relevant information in the oldest record that bears a metamorphic overprint, (2) the as yet poor representation in the Archaean record of the archaeobacterial lineage expected to form the base of the phylogenetic tree of terrestrial life, (3) the possible role of asteroid impact interference with early biological evolution, and (4) problems of the time scale of early organic evolution as posed by the unheralded appearance about 3,8 b.yr ago of the prokaryotic cell which leaves an uncomfortably narrow time span for the initiation and early diversification of life since the Earth's formation some 4,5 b.yr ago. [For extensive information on the subject, English readers are referred to the author's papers cited in the reference list.]

* Überarbeiteter Vortrag gehalten im Kolloquium der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin zum 120. Geburtstag von Serge v. Bubnoff „Zu Grundproblemen der Geologie“ am 8. 10. 2008 im Museum für Naturkunde, Berlin, Invalidenstraße 43