

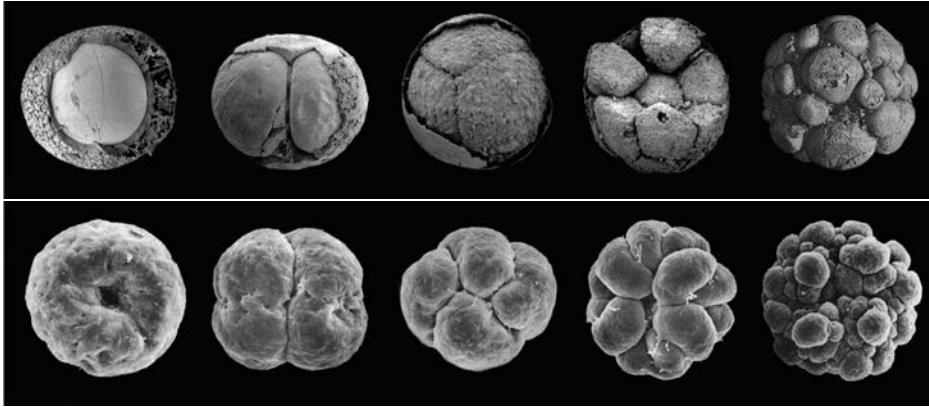


Abb. 1 Obere Reihe: Verschiedene embryonenähnliche Fossilien aus der südchinesischen Doushantuo-Formation, die nach Ansicht von HULDTGREN et al. (2012) fehlinterpretiert wurden (zur Begründung siehe Text). In der unteren Reihe sind verschiedene Entwicklungsstadien der Grünalge *Volvox carteri f. nagariensis* abgebildet, die gewisse Ähnlichkeiten mit den vermeintlichen Embryonen zeigen. (Aus HULDTGREN et al. 2012)

Fossilüberlieferung. Dafür hat sich der Begriff „kambrische Explosion“ eingebürgert (VALENTINE 2004). Zahlreiche sehr verschieden gebaute Tierstämme erscheinen abrupt in der Fossilüberlieferung. Präkambrische Formen eignen sich kaum als mögliche Vorläufer. Wenn DARWINs Gradualismus Evolution plausibel erklären würde, müsste es in den präkambrischen Ozeanen nur so von Lebewesen gewimmelt haben, trotz ihres Fehlens in der frühen Fossilüberlieferung, schreibt BUTTERFIELD (2011). Vor diesem Hintergrund waren 1998 beschriebene Fossilien aus dem oberen Präkambrium von besonderem Interesse, die als Embryonen von Vielzellern interpretiert wurden. Immerhin könnte es sich dabei um einen Beleg für den Übergang von Einzellern zu vielzelligen Tieren (Metazoa) handeln.

Diese Deutung erwies sich nun als falsch. HULDTGREN und Mitarbeiter (2011) untersuchten eine große Anzahl dieser ungewöhnlich gut erhaltenen Fossilien aus der Doushantuo-Formation in Südchina (auf 570 Millionen Jahre datiert) mit Hilfe einer neuen Methode von Röntgen-Tomographie und konnten zeigen, dass keinerlei Strukturen vorkommen, die für Embryonen typisch wären. Vielmehr handelt es sich wahrscheinlich um einzellige Amöben-artige Organismen, die in keiner näheren verwandtschaftlichen Beziehung mit den Metazoen (vielzellige Tiere) stehen. Die Fossilien

stellen demnach verschiedene Stadien im Lebenszyklus eines Amöben-artigen Organismus dar, der sich in einem asexuellen Zyklus in 2, dann 4, 8, 16, 32 Zellen usw. teilt und schließlich hunderttausende sporenartige Zellen bildet, die einen weiteren solchen Zyklus starten.

Einer der Co-Autoren, Philip DONOGHUE sagte, dass die Forscher selber über ihre Resultate überrascht seien, da man lange davon überzeugt gewesen sei, dass es sich um Embryonen der ältesten Tiere handle; vieles von dem, was darüber in den letzten zehn Jahren geschrieben worden sei, habe sich als falsch herausgestellt (www.sciencedaily.com/releases/2011/12/111222142444.htm).

Die hervorragende Erhaltung der Doushantuo-Fossilien, bei denen sogar die Zellkerne erkennbar sind, zeigt erneut, dass aus dem Präkambrium Fossilien in guter Erhaltung vorliegen. Das Fehlen von Fossilien geeigneter Vorstufen der zahlreichen kambrischen Baupläne kann somit kaum auf mangelnde Fossilisierbarkeit zurückgeführt werden. Das Beispiel zeigt auch, dass die Deutung von Fossilien mit einigen Unsicherheiten behaftet sein und – wie hier geschehen – in eine ganz falsche Richtung weisen kann.

Eine Kritik von XIAO et al. (2012) entgegneten HULDTGREN et al. (2012) und schließen mit der Feststellung, dass Einigkeit darüber bestehe, dass es sich bei den Doushantuo-Fossilien nicht um fortschrittliche Metazoen handle.

[BUTTERFIELD NJ (2011) Terminal Developments in Ediacaran Embryology. Science 334, 1655-1656; HULDTGREN T, CUNNINGHAM JA, YIN C, STAMPANONI M, MARONE F, DONOGHUE PDJ & BENGTON S (2011) Fossilized Nuclei and Germination Structures Identify Ediacaran "Animal Embryos" as Encysting

Protists. Science 334, 1696-1699; HULDTGREN T, CUNNINGHAM JA, YIN C, STAMPANONI M, MARONE F, DONOGHUE PCJ & BENGTON S (2012) Response to Comment on "Fossilized Nuclei and Germination Structures Identify Ediacaran 'Animal Embryos' as Encysting Protists". Science 335, 1169-d; VALENTINE JW (2004) On the origin of phyla. Chicago; XIAO S, KNOLL AH, SCHIFFBAUER JD, ZHOU C & YUAN X (2012) Comment on "Fossilized nuclei and germination structures identify Ediacaran 'animal embryos' as encysting protists". Science 335, 1169-c.] R. Junker

■ Neues zur präbiotischen Entstehung von Stickstoffbasen

In der Biogeneseforschung (erstmalige Entstehung des Lebens) wird eine *unmittelbare* Bildung von Nukleinsäuren (DNA, RNA) aus einfachen anorganischen Molekülen unter anderem aufgrund der hohen Komplexität dieser Makromoleküle generell ausgeschlossen. Alternativ dazu bleibt die Möglichkeit der stufenweisen Synthese über die weniger komplexen organischen Moleküle (Desoxy-)Ribose und Stickstoffbasen.¹ Neben einer Vielzahl offener Fragen zur Herkunft der Zuckereinheiten (Ribose bzw. Desoxyribose) von Nukleinsäuren ist auch der Hergang der präbiotischen Entstehung der Stickstoffbasen (Adenin, Guanin, Purin etc.) nicht geklärt. In der Literatur werden zwei verschiedene Erklärungen für den Ursprung dieser Molekülsorte angeführt. Als eine mögliche Quelle von Stickstoffbasen werden Meteoriten in Betracht gezogen (CALLAHAN 2011). Allerdings ist das nachgewiesene Vorkommen von Stickstoffbasen auf Meteoritengestein im Vergleich zu anderen organischen Verbindungen sehr gering. Ebenso sind Fälle von Kontaminationen irdischen Ursprungs im Zusammenhang mit der Untersuchung von Meteoritengestein auf Stickstoffbasen bekannt. Als Alternative wird die Entstehung von Stickstoffbasen auf unserem Planeten diskutiert.

Ein kürzlich veröffentlichter Artikel zu dieser Fragestellung stammt von der Forschergruppe um KRISHNAMURTHY (2012). Darin wird die Synthese von Purin bzw. Adenin durch Erhitzen von Kaliumcyanid oder einfacher Moleküle

wie Glycin, 2-Aminoacetonitril bzw. 5-Aminoimidazol in einer hoch konzentrierten Lösung von Ammoniumformiat in reinem Formamid auf 150 °C beschrieben (siehe Abb. 1). Zur Stützung der Plausibilität dieses Reaktionswegs werden hauptsächlich zwei Argumente angeführt: Zum einen sei eine Anreicherung des Formamids aufgrund des im Vergleich zum Wasser geringeren Dampfdrucks wahrscheinlicher als diejenige von Blausäure, die in früheren experimentellen Arbeiten als Ausgangsstoff angenommen wurde (ORÓ 1960). Zum anderen wird die Ähnlichkeit des Reaktionsverlaufs zur Biosynthese des Adenins angeführt. Solche Ähnlichkeiten könnten nach Ansicht der Autoren bei der Aufklärung der Evolution früher, für den Stoffwechsel von Lebewesen relevanter Reaktionskaskaden hilfreich sein.

Auch wenn die Ergebnisse der Arbeit gegenüber früheren Modellen (ORÓ 1960) einige Vorteile aufweisen, kann dieses Experiment jedoch kaum als plausible Simulation einer präbiotischen Synthese gewertet werden. Denn die angenommenen Voraussetzungen sind unter geologischen Verhältnissen sehr unwahrscheinlich. Dazu gehören die außerordentlich hohe Konzentration an Ammoniumformiat (4.4 M oder 15 mol%, d. h. das Verhältnis von Ammoniumformiat zu Formamid ist 3:17, eine unwahrscheinlich hohe Konzentration!), die Verwendung reiner Ausgangsverbindungen wie z. B. des Lösungsmittels Formamid und eines geschlossenen Reaktionsgefäßes, das keinen Austausch von Materie mit der Umgebung ermöglicht und eine Verflüchtigung der Bestandteile des Gemischs ver-

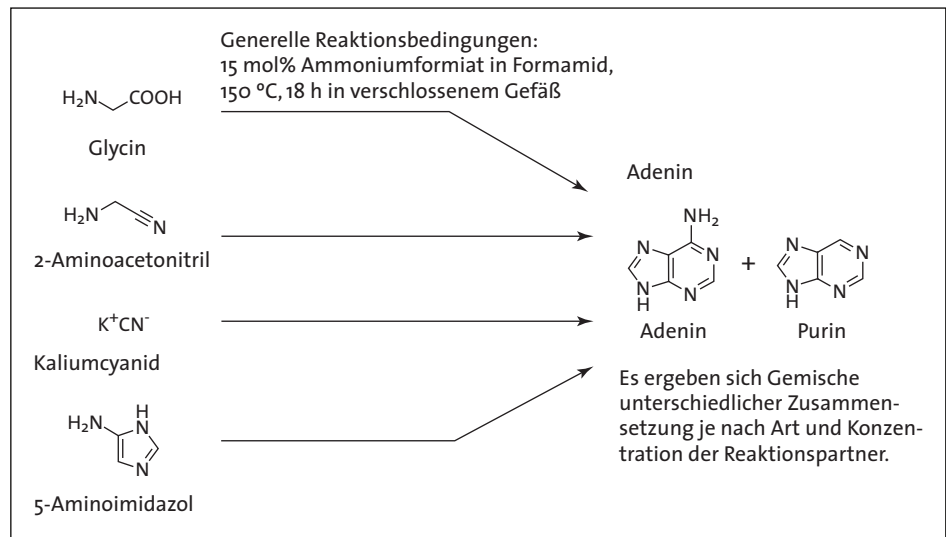


Abb. 1 Ausgangsstoffe, Reaktionsbedingungen und Produkte der von KRISHNAMURTHY diskutierten, potentiell präbiotischen Entstehung der Stickstoffbasen Adenin und Purin.

hindert. Auch das allgegenwärtige Wasser durfte in diesen Gemischen nicht enthalten gewesen sein.

Noch wesentlich größere Schwierigkeiten beinhaltet die Frage, wie ein solches Gemisch zustande gekommen sein könnte. Es ist fraglich und eine Untersuchung wert, ob ein vergleichbares Experiment im Sinne einer Anreicherung der Komponenten aus einer verdünnten wässrigen Lösung ebenfalls zu Stickstoffbasen führen würde. Denn in diesem Fall könnten auch die wichtigen, zwischenzeitlich gebildeten Komponenten Blausäure und Ammoniak aus der Lösung verdampfen. Es erscheint daher naheliegend, dass die Wahl der Reaktionsbedingungen im Blick auf das erwünschte Ergebnis konzipiert worden ist. Auch der Verweis auf die Ähnlichkeit des diskutierten Reaktionswegs mit der Biosynthese von Adenin ist nicht notwendigerweise ein hilfreiches Indiz für die Aufklärung postulierter evolutiver Prozesse. Diese Resultate zeigen nur, dass es möglich ist, Bedingungen zu finden,

unter denen eine Reaktionskaskade außerhalb des zellulären Kontextes über einen ähnlichen Weg verläuft wie diejenige des betrachteten Stoffwechselvorgangs.

[BINDER H (2009) Neue Synthese für Nukleinsäure-Bausteine – ein plausibler Weg zu ersten Nukleinsäuren? Stud. Int. J. 16, 111-113; CALLAHAN MP, SMITH KE, CLEAVES HJ, RUZICKA J, STERN JC, GLAVIN DP, HOUSE CH & DWORKIN JP (2011) Carbonaceous meteorites contain a wide range of extraterrestrial nucleobases. Proc. Natl. Acad. Sci. 108, 13995-13998; HUDSON JS, EBERLE JF, VACHHANI RH, ROGERS LC, WADE JH, KRISHNAMURTHY & SPRINGSTEEN G (2012) A unified Mechanism for Abiotic Adenine and Purine Synthesis in Formamide. Angew. Chem. 124, 5224-5227; ORÓ J (1960) Synthesis of adenine from ammonium cyanide. Biochem. Biophys. Res. Commun. 2, 407-412; POWNER MW, GERLAND B & SUTHERLAND JD (2009) Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions. Nature 459, 239-242.] B. Schmidt

¹ Die Arbeitsgruppe von SUTHERLAND (POWNER et al. 2009) hat eine Synthese von Nukleotiden vorgestellt, die freie Ribose und N-Basen umgeht. Auch dieser Vorschlag stellt bisher jedoch keine plausible Antwort auf die Frage nach ersten Nukleotiden dar (BINDER 2009).