

hungen zu bringen sind (FUTUYMA 2007; VALENTINE 2004; vgl. JUNKER & SCHERER 2006). Zur Lösung dieses Problems wurden bereits hypothetische Vorläufer postuliert, die etwa durch geringe Größe, zarten Bau oder schlechte Fossilisationsbedingungen nicht erhalten sein sollen. Die aus dem Präkambrium überlieferten, zum Teil mikroskopisch kleinen Fossilien belegen jedoch, dass eine zarte Struktur nicht prinzipiell einen Hinderungsgrund für eine Fossilisation darstellt (JUNKER & SCHERER 2006, 231). Weiterhin legen Sequenzvergleiche von Genen nahe, dass sich die Entstehung der Tierstämme tatsächlich in kürzester Zeit vollzog, der durch die Fossilien übermittelte Eindruck also die Realität widerspiegelt und kein Trugbild darstellt (JUNKER 2006). Von der Entdeckung frühkambrischer Fossilien erhofft man sich daher Aufschluss über die Evolution der einzelnen Tierstämme.

Aus Ningqiang (Süd-China) vermeldet ein internationales Forscherteam den Fund eines auffallend gut erhaltenen Embryos einer Rippenqualle (Ctenophora) aus dem frühen Kambrium (SCHOPF 2007). Mittels Raman-Spektroskopie und Konfokalmikroskopie konnten bei dem nur 190 Mikrometer messenden Fossil kleinste Strukturen sichtbar gemacht werden, so zum Beispiel die Mundöffnung und die typischen acht Kammreihen, die alle Arten der Ctenophora aufweisen. Auffallend ist allerdings das Fehlen der Tentakel. Die Forscher schließen daraus, dass diese zu einem späteren Zeitpunkt evolviert sind. Der Embryo war von einer Membran umschlossen und befand sich in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium, kurz vor dem Schlüpfen. Schlüsse auf adulte (erwachsene) Exemplare können gezogen werden, da sich Rippenqualen in allen Entwicklungsstadien ab der befruchteten Eizelle in erster Linie durch ihre Größe unterscheiden, nicht jedoch vom grundsätzlichen Aufbau (PURVES 2006, S. 767). Das Alter des Fossils wird mit 540 Ma angegeben (SCHOPF 2007, 6291) und reicht damit beinahe bis an den Anfang der Kambrischen Explosion zurück, deren Beginn mittlerweile auf 542 Ma (FUTUYMA 2007) datiert wird. Der Embryo gleicht mit seinen Merkmalen bereits früher gefundenen Fossilien ausgewachsener Tiere der Art *Maotianoascus octonarius* aus der Chengjiang-Fauna in Süd-China, die auf ein Alter von 530 Ma datiert werden und damit deutlich jünger sind.

Die Evolution der Rippenqualen liegt nach wie vor im Dunkeln, bisher wurden lediglich Vendobionten der Edicara-Fauna als Vorfahren vorgeschlagen. Die Autoren merken jedoch an, dass dafür viele undokumentierte Zwischenschritte nötig wären, um die tiefgreifenden Veränderungen in Bau und Funktion zu realisieren. Die Rippenqualen wurden auch schon als Zwischenglied zwischen den Schwämmen und Nesseltieren vermutet, hier treten jedoch noch größere Schwierigkeiten beim Versuch auf, diese Stämme miteinander zu verbinden (SCHOPF 2007, 6291).



Mit dem Fund dieser ältesten bekannten Rippenqualle konnten keine neuen Hinweise auf eventuelle Vorfahren oder die Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen Tierstämmen gewonnen werden. Vielmehr wurde ein weiteres Mal bestätigt, dass bereits beim erstmaligen Auftauchen der einzelnen Tierstämme im Kambrium differenzierte Baupläne vorlagen, die deutlich voneinander abgegrenzt sind und zum Teil über viele „hochentwickelte“ Merkmale verfügen. Wieder einmal wird deutlich, dass mehr „Wissen“ nicht unbedingt mehr Klarheit für naturalistische Ursprungsmodelle bedeutet – die Lage hat sich im Gegenteil verschärft. [FUTUYMA DJ (2007) Evolution. München, 97-99; JUNKER R (2006) Entstehung der kambrischen Tierwelt – auch nach molekularen Daten explosiv. Stud. Int. J. 13, 46f.; JUNKER R & SCHERER (2006) Evolution – ein kritisches Lehrbuch. Gießen, 229 ff.; PURVES WK (2006) Biologie. München, 766 f.; SCHOPF WJ (2007) Raman spectra of a Lower Cambrian ctenophore embryo from southwestern Shaanxi, China. Proc. Natl. Acad. Sci. 104, 6289-6292; VALENTINE JS (2004) On the origin of phyla. Chicago und London.] C. Passon

Abb. 1: Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi* (Foto und ©: Jan Langmaack; www.tauchen24.info; Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

Du Wurm? Du Qualle!

Das Tierreich besteht aus zwei großen Untergruppen, den zweiseitig symmetrischen Tieren (z.B. Wirbeltiere) und den radiärsymmetrischen, wie Schwämme, Quallen und Rippenqualen. Ein merkwürdiger, kleiner Wurm (*Buddenbrockia*), der als Parasit in Moostierchen (Bryozoa) lebt, entzog sich lange Zeit einer genauen Einordnung. Das kleine Tier ist wurmförmig und führt auch wurmartig-schlagende und schnelle Bewegungen aus. Es besitzt keinen Magen, keine inneren Organe oder Sinnesorgane. Entlang der Körperachse befinden sich unter der Haut vier Muskelstränge, mit denen dieses Tier seine wurmartigen Bewegungen ausführt. Diese Parasiten bilden Sporen, die sich an neue Wirte durch nesselzellähnliche Kapseln

anheften. Dieser letztere Befund legte für manche Forscher bereits eine Einordnung in der Nähe der Nesseltiere (Cnidaria), zu denen die Quallen gehören, nahe. Dagegen sprach jedoch die eigentümliche Art der Bewegung, die bei den Nesseltieren so nicht vorkommt, eher für eine Einordnung innerhalb der zweiseitig symmetrischen Tiere, z.B. in der Nähe der Fadenwürmer (Nematoden).

Eine neue genetische Analyse plazierte diesen Wurm, wenn auch nur mit Mühe, in die Nähe der Medusen (Quallen). Laut den Wissenschaftlern wurde hiermit zum ersten Mal ein eindeutig radiärsymmetrisches Tier beschrieben, welches sich wie ein typisch zweiseitig symmetrisches bewegt und auch so aussieht. JIMÉNEZ-GURI und Mitarbeiter (2007) vermuten, dass sich der wurmförmige Körper innerhalb der Nesseltiere unabhängig von anderen Würmern in einer parallelen Evolution herausgebildet habe und schreiben (Übertragung): „Parallele Evolution, die zur Entstehung des wurmförmigen Körpers führte, könnte ein konserviertes Entwicklungssystem der Musterbildung [...] zwischen den zweiseitig symmetrischen Tieren und den Nesseltieren ausgenutzt haben.“ Die Mechanismenfrage, wie eine solche komplexe Parallelbildung entstehen kann, bleibt wohl zukünftiger Forschung vorbehalten.

[JIMÉNEZ-GURI E, PHILIPPE H, OKAMURA B & HOLLAND PWH (2007) *Buddenbrockia* is a cnidarian worm. *Science* 317, 116-118.] N. Winkler

Neue Untersuchung zur präbiotischen Synthese von Cytidin

Angesichts der Bedeutung von Nukleinsäuren für lebende Zellen spielen diese Biopolymere auch in der Diskussion über mögliche Szenarien zur Lebensentstehung eine prominente Rolle (z. B. RNA-Welt). Dabei fällt auf, dass auch nach über 80 Jahren experimenteller Untersuchungen – wenn man OPARINS Publikation von 1924 als Ausgangspunkt nimmt – noch keine Synthesen für die molekularen Bausteine einer Zelle vorgestellt wurden, von denen man annehmen kann, dass sie zufällig, ohne speziell herbeigeführte und aufrecht erhaltene Randbedingungen ablaufen könnten. Diese unbefriedigende Situation stellt für Chemiker, die sich mit der präbiotischen Chemie der Lebensentstehung beschäftigen, eine große Herausforderung dar.

SUTHERLAND und seine Mitarbeiter haben eine Untersuchung vorgelegt, in der sie basierend auf einer Synthese, die SANCHEZ & ORGEL (1970) veröffentlicht haben, eine alternative Synthese eines Ribosederivats (Ribose-2-aminooxazolin) beschreiben (ANASTASI et al. 2006). Dabei umgehen sie die Synthese von freier Ribose; für diese Aldopentose liegt bisher keine plausible präbiotische Synthese vor und außerdem ist dieser Zucker chemisch nicht sehr stabil. Das Ribosederivat lässt sich – bei reinen

Ausgangsverbindungen (!) – in erstaunlich hoher Ausbeute (44 %) aus 2-Aminooxazolin und Glyceraldehyd in wässriger Lösung gewinnen. Ribose-2-aminooxazolin ist unter den Reaktionsprodukten das am wenigsten lösliche, so dass das gewünschte Produkt durch Kristallisation gewonnen wurde. Liegt eines der beiden Enantiomeren in einem Überschuss von 60 % vor, so erhalten die Autoren durch Kristallisation enantiomerenreines L- bzw. D-Ribose-2-aminooxazolin.

Durch Umsetzung von Ribose-2-aminooxazolin mit Cyanoacetylen kann man α -D-Cytidin in einer Ausbeute von 10-20 % erhalten.

Nukleoside in Nukleinsäuren sind β -konfiguriert (der N-Heterocyclus ist in der ebenen Darstellung nach oben angeordnet). Also muss α -D-Cytidin (Anordnung der N-Heterocyclus nach unten) in die β -Verbindung umgewandelt werden. Diese Anomerisierung – Konfigurationsumkehr an einem asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatom – kann durch Bestrahlung herbeigeführt werden. Die Ausbeute an dem gewünschten Produkt ist allerdings sehr gering (4-6 %). In einer jüngsten Studie untersuchten SUTHERLAND et al. diese Umwandlungsreaktion mit dem Ziel, den Mechanismus zu verstehen und die Reaktion hinsichtlich der Ausbeute zu optimieren (POWNER et al. 2007). Darüber hinaus wurde noch die Einführung von Phosphatgruppen untersucht. Sie werden ebenfalls zum Aufbau von Nukleinsäuren benötigt.

^1H -NMR Untersuchungen lieferten Hinweise dafür, dass unter dem Einfluss der Bestrahlung die Nukleobase zerstört wird und dies ebenso wie die Abspaltung des N-Heterocyclus von der Ribose Ursachen für die geringen Ausbeuten sind. Bei der Bestrahlung von α -D-Cytidin-5'-phosphat erhielten POWNER et al. (2007) das gewünschte β -Produkt in 16 % Ausbeute (SANCHEZ & ORGEL [1970]: 6 %). Umfangreiche ^1H -NMR Studien zeigten auch hier, dass durch die Bestrahlung die Ausgangsverbindung abgebaut und umgelagert wird, was zu starkem Ausbeuteverlust führt. Für Cytidin-3'-phosphat ist ebenfalls ein weitgehender Abbau und damit eine geringe Ausbeute zu erwarten. Die Autoren kündigen weitere Studien mit Cytidin-2'-phosphat an, bei dem die beobachteten Abbaureaktionen nicht erwartet werden.

Nach bisherigen Erkenntnissen lassen sich also Cytosin- und Cytidinverbindungen in erstaunlich guter Ausbeute unter Bedingungen synthetisieren, die als präbiotisch gelten könnten, d.h. ohne äußerst hypothetische Randbedingungen. Es entstehen dabei allerdings die falschen Raumstrukturen (α - anstatt der β -Verknüpfung). Die Resultate von SUTHERLAND et al. zeigen, dass die Umwandlung durch Bestrahlung den größten Teil der Vorprodukte wieder zerstört. Außerdem liegen für das eingesetzte 2-Aminooxazolin derzeit noch keine Synthesen vor, die unter präbiotischen Bedingungen plausibel sind. Ein aus dem Blickwinkel der