



PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Konzentrationsprobleme gelöst

LMU-Forscher dem Ursprung des Lebens auf der Spur

München, 10. Mai 2007 — Seit Jahrzehnten versucht die Forschung zu rekonstruieren, was vor etwa vier Milliarden Jahren auf unserem Planeten geschah. Schließlich entstand in diesem geologischen Zeitalter das Leben auf unserem Planeten. Noch immer ist nicht zweifelsfrei geklärt, wie aus einzelnen molekularen Strukturen einfache Lebensformen entstehen konnten. Denn diese Prozesse setzen nicht zuletzt eine hohe Ausgangskonzentration der Biomoleküle voraus, die in der „Ursuppe“ der frühzeitlichen Ozeane wohl nur stark verdünnt vorkamen. Ein internationales Team um Dr. Dieter Braun, Leiter einer Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe am Lehrstuhl für Angewandte Physik der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, konnte nun einen Mechanismus nachweisen, der eine exponentielle Akkumulation ermöglicht haben könnte. Wie die Forscher im Fachjournal „Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)“ berichten, kann es im Porensystem von hydrothermalen Quellen am Meeresboden – die vielfach als Ursprungsort des Lebens auf der Erde gelten – wegen großer Temperaturunterschiede lokal zu einer hohen Konzentration von Biomolekülen kommen.

Am Ozeanboden finden sich hydrothermale Quellen, aus denen mehrere hundert Grad heißes Wasser austritt. Erst vor wenigen Jahrzehnten entdeckt, galten sie zunächst als extrem lebensfeindliche Umgebung – bis komplexe Ökosysteme an diesen Quellen nachgewiesen wurden. Zunehmend häuften sich auch Theorien, wonach an diesen Quellen das Leben überhaupt entstanden sein könnte. „Doch alle theoretischen und experimentellen Ansätze zum biochemischen Ursprung des Leben setzen eine hohe Ausgangskonzentration von Biomolekülen voraus“, berichtet Braun. „Ungeklärt war bislang, welcher natürlich vorkommende Mechanismus dies in den frühzeitlichen Ozeanen hätte ermöglichen können, in denen auch die einfachsten Verbindungen stark verdünnt gewesen sein müssen.“

Luise Dirscherl (Leitung)

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706

Telefax +49 (0)89 2180 - 3656

dirscherl@lmu.de

Infoservice:

+49 (0)89 2180 - 3423

Geschwister-Scholl-Platz 1

80539 München

presse@lmu.de

www.lmu.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
[dirtscherl@lmu.de](mailto:dirscherl@lmu.de)

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

In Zusammenarbeit mit anderen LMU-Forschern und internationalen Wissenschaftlern konnte er jetzt eine mögliche Lösung für dieses Konzentrationsproblem liefern: „In den ausgedehnten Porensystemen der hydrothermalen Quellen kommt ein Mechanismus zum Tragen, der eine extreme Akkumulation von Biomolekülen erlaubt“, so Braun. In dem porösen Gestein in der Nähe von hydrothermalen Quellen treten hohe Temperaturgefälle auf. Eine Simulation der Prozesse durch Braun und seinen Mitarbeiter Philipp Baaske zeigte, dass in diesen länglichen, nur wenige hundert Mikrometer großen Poren selbst kleine Biomoleküle hochgradig akkumuliert werden können. „Die großen Temperaturunterschiede treiben zwei Effekte an, die Konvektion und die Thermophorese“, erklärt Baaske. „In Kombination können sie eine stark erhöhte Konzentration von Biomolekülen am Boden der Pore bewirken. Dieser Mechanismus ist auch als Gastrennungsröhre oder Clusius-Röhre bekannt und wurde unter anderem versuchsweise zur Isotopentrennung von Uran benutzt.“

Viele Theorien zur Entstehung des Lebens bauen darauf auf, dass sich zunächst kurze Moleküle aus RNA, eine dem Erbmolekül DNA eng verwandte Nukleinsäure, gegenseitig replizierten. Doch war nach bisherigem Wissensstand die für eine derartige „RNA-Welt“ nötigen Konzentration des Moleküls nirgends auf der Erde zu finden. „Unsere Arbeit hat nun aber gezeigt, dass gerade derart kleine Verbindungen wie die kurzen RNA-Moleküle in hydrothermalen Quellen hochgradig akkumuliert werden können“, berichtet Braun. „Eine optimale Konzentration der RNA wird in Poren mit einer Breite von 0,15 Millimetern und einer Länge von etwa 40 Millimetern erreicht. Dabei sammeln sich die Moleküle in einem Bereich an, der in etwa der Größe moderner Zellen entspricht.“ In kleineren Poren werden dagegen längere Moleküle besser akkumuliert. Dieser Mechanismus kann unter anderem auch in der Biotechnologie zur Aufkonzentration von Molekülen aus biologischen und medizinischen Proben benutzt werden.

Die Poren ähneln in ihrer Wirkung einer Art molekularen Falle, die kleine Biomoleküle genügend aufkonzentriert und längere Verbindungen exponentiell höher akkumuliert. Damit entsteht ein natürlicher Selektionsdruck der Akkumulation zugunsten größerer Moleküle. Das wäre gerade bei der molekularen Evolution ein hilfreicher Effekt, weil damit mehr und mehr Information auf den Verbindungen Platz findet. Gleichzeitig werden die größeren Moleküle verstärkt daran gehindert, sich im umgebenden Meereswasser zu verteilen. „Alles in allem können die hydrothermalen Poren also als selektive molekulare Fallen gerade für die evolutionär interessantesten Moleküle verstanden werden“, meint Baaske.

Diese neue Erkenntnis war nur möglich dank einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Physikern, Biochemikern und Geologen, unter ihnen auch Kono H. Lemke von der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich, und Michael J. Russell vom Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Kalifornien, einem der führenden Spezialisten auf dem Gebiet der hydrothermalen Quellen. Wie Braun in

vorangegangenen Arbeiten bereits nachgewiesen hat und in unabhängigen Studien bestätigt wurde, können die Temperaturunterschiede in den hydrothermalen Quellen auch eine der wichtigsten biochemischen Reaktionen antreiben: die Polymerase-Kettenreaktion, kurz PCR, zur Vervielfältigung von Erbinformation. Damit erscheint es gut vorstellbar, dass parallel zur Akkumulation erste thermisch getriebene Replikationsreaktionen stattfanden – anfänglich wahrscheinlich noch mit Hilfe katalytisch aktiver RNA-Moleküle anstatt des hochentwickelten Enzyms Polymerase, das jetzt in der Natur diese Reaktion vorantreibt und auch in Forschungslaboren diese Funktion übernimmt.

Bislang war es nicht möglich, eine realistische experimentelle Kette von den Bedingungen auf der noch jungen Erde zu den ersten replizierenden und evolvierenden Molekülen zu konstruieren – nicht zuletzt wegen der offenen Frage der Aufkonzentrierung der Biomoleküle. „Unsere Arbeit hat zum ersten Mal eine realistische Möglichkeit für eine hohe Akkumulation nachgewiesen“, so Braun. „Es zeigt sich einmal mehr, dass die interdisziplinären Ansätze, die im ‚Center for NanoScience‘ (CeNS) der LMU besonders unterstützt und verfolgt werden, zu weit reichenden Ergebnissen führen können. Auch wenn unsere Ergebnisse keinen hinreichenden Beweis für den Ursprung des Lebens bei den hydrothermalen Quellen liefern können, sind wir der Lösung dieses Rätsels möglicherweise ein großes Stück näher gekommen.“

Veröffentlichung:

„Extreme accumulation of nucleotides in simulated hydrothermal pore systems“, Philipp Baaske, Franz M. Weinert, Stefan Duhr, Kono H. Lemke, Michael J. Russell, and Dieter Braun, PNAS online, 9. Mai 2007

Ansprechpartner:

Dr. Dieter Braun
Department für Physik und „Center for NanoSciences (CeNS) der LMU
Tel.: 089-2180 2317
Fax: 089-2180 2050
E-Mail: dieter.braun@physik.uni-muenchen.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirtscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423