



# AM ZWEITEN TAG DER SCHÖPFUNG

Proteine sind die Bausteine, mit denen alles Leben auf der Erde begann. Innsbrucker Wissenschaftler entschlüsseln ihre Entstehung vor Milliarden von Jahren.

**H**eiß war es trotz des vielen Regens. Über Jahrmillionen war er auf die Erde gefallen, hatte den Feuerball, der unser Planet bei seiner Entstehung war, langsam zum Erlöschen gebracht und dabei einen gewaltigen Ur-Ozean geschaffen. Mit 80 Grad Celcius lag die Wassertemperatur vor dreieinhalb Milliarden Jahren zwar unter dem Siedepunkt, der Planet war aber noch immer ein ungemütlicher Ort. Unter einer Atmosphäre aus Stickstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf köchelte er vor sich hin. Leben nach heutiger Definition gab es noch keines und so glich die Welt mehr denn je einem gewaltigen Chemiebaukasten, der auch heute noch die Fantasie anregt. Wissenschaftler wissen, dass be-

reits damals, in der heißen Brühe des Ur-Ozeans, jene Stoffe zu finden waren, aus denen alles Leben auf der Erde entstanden ist. Wie sich Aminosäuren und später Eiweiße – die Bausteine des Lebens – entwickeln konnten, ist ein Rätsel, das Forscher der Universität Innsbruck experimentell gelöst haben. Ihre Ergebnisse beantworten viele offene Fragen: Denn aus Eiweißen bzw. Proteinen setzen sich nicht nur alle Zellen zusammen. Die komplexen Stoffe regeln auch alle Zellprozesse. „Es sind die wahrhaft intelligenten Moleküle des Lebens“, betont Univ.-Prof. Bernd Michael Rode, Vorstand des Instituts für Allgemeine, Anorganische und Theoretische Chemie. Für das Leben auf der Erde war die Synthese des ersten Proteins ein

„Proteine sind die wahrhaft intelligenten Moleküle des Lebens.“ Bernd Michael Rode

Schlüsselergebnis. Und obwohl die Wissenschaftler in verschiedenen Experimenten sehr exakt nachvollziehen können, wie es dazu kam, gibt es doch unterschiedliche Ansichten über die Umgebung, in der die nötigen Reaktionen ablaufen konnten. Rode vermutet die Wiege der Proteine dort, wo sich auch – sehr viel später – die ersten Lebewesen entwickelt haben.

### DAS LEBEN IM KOCHTOPF

Der Ur-Ozean in seinem Labor hat zwar weder die Maße noch das Alter seines großen Vorbilds. Im Inneren eines Glasbehälters laufen aber Prozesse ab, die vor dreieinhalb Milliarden Jahren vermutlich für die Entstehung von Proteinen verantwortlich waren. Blitze zucken mit 60.000 Volt im Gefäß, in dem die Atmosphäre genau den Bedingungen der damaligen Zeit nachempfunden ist. „Bereits in wenigen Tagen bilden sich die ersten Aminosäuren“, sagt Rode. Damit sich Proteine entwickeln, müssen sich mehrere Hundert dieser Verbindungen miteinander verketteten. Derzeit sind die Wissenschaftler in der Lage, innerhalb weniger Tage Moleküle aus zehn bis zwanzig Aminosäuren herzustellen. Doch ist es gerade dieser Vorgang, der sie vor besondere Herausforderungen stellt. „Damit es zu einer Bindung kommt, war es nötig, Wassermoleküle in einer wässrigen Lösung abzuspalten“, so Rode. Im Experiment gelang dies über eine Reaktion mit Kochsalz. „Auf der heißen Ur-Erde dürften die ersten Proteine in den seichten und salzigen Lagunen entstanden sein. Im Wechsel zwischen Flut und Ebbe waren Aminosäuren einer Umgebung ausgesetzt, in der Lösungen austrocknen konnten, um später wieder Wasser aufzunehmen.“ Den Weg von der Ursuppe bis zu fertigen Proteinen und noch komplexeren Systemen kann Rode so plausibel erklären, wenn auch nicht vollständig im Experiment nachvollziehen. Verständlich: „Die chemische Evolution hatte rund dreihundert Millionen Jahre lang Zeit.“ Ein Forscherleben reicht wahrscheinlich nicht aus, um diesen gewaltigen Schritt auf dem Weg zum Leben experimentell zu untersuchen.

### UNSCHÄRFEN

Trotz dieser Unschärfen klärt sein Experiment aber zahlreiche offene Fragen. Warum alle Lebewesen aus links-händigen Aminosäuren aufgebaut sind etwa, und nicht aus rechtshändigen. Dafür könnte ein Kupferkomplex verantwortlich sein, der in der Reaktion eine wichtige Rolle spielt, sagt Rode. Wie alle anderen Substanzen, die bei der Entstehung der Bausteine des Lebens notwendig sind, können auch Kupferionen im präkambrischen Gestein vor Milliarden Jahren mittels geochemischer Analysen nachgewie-

sen werden. Auf Temperatur und Klima schließen die Forscher dank Untersuchungen der Isotopenverteilung. Doch immer bleiben beim Blick in die Vergangenheit Parameter, die Raum für Fantasie lassen.

Mit diesem Problem kämpft auch Univ.-Prof. Paul Scheier. Wenngleich der Vorstand des Instituts für Ionenphysik und Angewandte Physik nicht in der Vergangenheit suchen muss, um auf die Bedingungen zu stoßen, die für die Entwicklung von Proteinen notwendig sind. Anders als Rode untersucht er die Möglichkeit ihrer Entstehung nicht auf der Erde, sondern in interstellaren Wolken des Weltraums.

### „Im Experiment dauert es Millisekunden, im Weltall Millionen von Jahren.“ Paul Scheier

Bei Minus 263,15 Grad Celcius haben sich dort Aminosäuren und wahrscheinlich auch Polypeptide synthetisiert, sagt Scheier. Das sind chemische Verbindungen, die kleiner sind als Proteine. „In den Nebeln rund um den jungen Stern konnten sie entstehen. Mittels Kometen könnten die Bausteine des Lebens dann auf die Erde gekommen sein.“ Obwohl man bereits mit Hochdruck nach den ersten Biomolekülen im All sucht, konnte bisher noch keines vollständig identifiziert werden. Zu komplex sind sie, um sie mittels der Radioastronomie aufzuspüren. Scheier ist es gelungen, ihrer Entdeckung vorzugreifen. „Schon jetzt wissen wir, dass komplexe molekulare Strukturen und Polymere auch im Weltall möglich sind.“ Hunderte verschiedene

Moleküle wurden in interstellaren Wolken nachgewiesen. „Warum soll es dort nicht auch Aminosäuren geben“, fragt der Wissenschaftler. Mit einem neuen Forschungsprojekt will er zeigen, wie sie im All entstanden sind. Dazu wird in ein Heliumtröpfchen ein Rußpartikel eingebracht und darauf Wasser, Essigsäure und Ammoniak aufgefroren. „Von einem Elektron angeregt, entsteht dabei Glyzin, die einfachste Aminosäure“, sagt Scheier. Anders als in seinem Experiment würde es zwar Jahrmillionen dauern, bis sich genügend dieser Stoffe angelagert haben, um eine Aminosäure zu bilden. „Dann aber reicht ein Lichtstrahl, der ein langsames Elektron freisetzt, um chemische Bindungen gezielt zu brechen und damit die Synthese der Bausteine des Lebens auszulösen.“ Als nächster Schritt soll untersucht werden, ob auch die Polymerisation von mehreren Aminosäuren zu Polypeptiden oder gar Proteinen unter Weltraumbedingungen möglich ist.

Selbst wenn dieser Nachweis gelingt – die Antwort auf die Wurzeln allen Lebens auf der Erde steht auch dann noch in den Sternen.

mr 



### VOM FUNKEN ZUM LEBEN

In den seichten, salzigen Lagunen der Erde vor dreieinhalb Milliarden Jahren liegt vermutlich die Wiege des Lebens. Um die chemischen Evolution in Gang zu bringen, war aber Energie nötig: Vielleicht hat ein Blitzschlag die ersten Aminosäuren synthetisiert. Aber auch kosmische Strahlung könnte der Auslöser gewesen sein. Von den Aminosäuren zu den ersten komplexen Lebewesen sollten noch fast drei Milliarden Jahre vergehen.

Weitere Infos: [www.uibk.ac.at/forschung/magazin/1/](http://www.uibk.ac.at/forschung/magazin/1/)