SERIE FORSCHUNG IN DÜSSELDORF

Wie das Leben auf der Erde begann

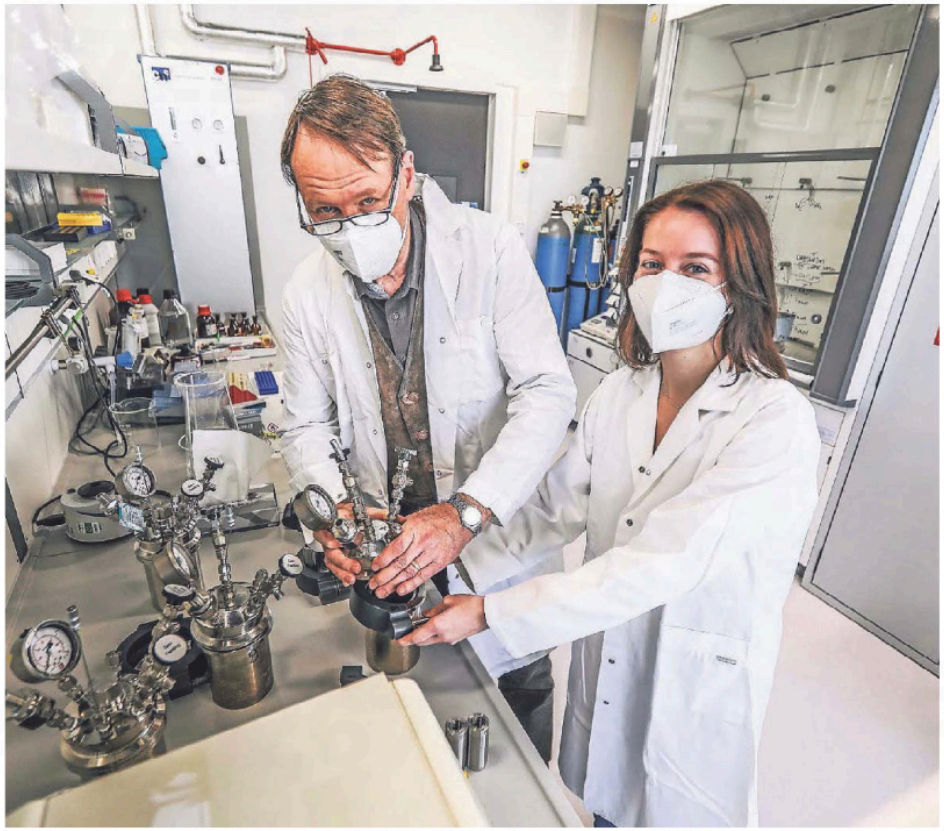
Evolutionsbiologen der Uni haben die Entwicklung von Urzellen entschlüsselt, die weder Sonnenlicht noch Sauerstoff brauchten.

VON UTE RASCH

BILK Am Rand des Campus, in unmittelbarer Nachbarschaft zum Botanischen Garten, haben die Biologen der Uni erst vor knapp einem Jahr ihre neuen, weißen Gebäude bezogen. Die Pflanzen der Zukunft werden hier erforscht. Aber in einigen der Laboratorien gehen Wissenschaftler einen gewaltigen Schritt zurück in die Vergangenheit, hier steht eine der großen Fragen der Menschheit im Fokus: Wie entstand das Leben auf der Erde? Diese Frage ist das Kernthema des international renommierten Biologen Bill Martin, Professor für Molekulare Evolution. Und soeben hat er mit seinem Team neue, überraschende Antworten gefunden.

Die Erde vor 3,8 Milliarden Jahren war ein lebensfeindlicher Ort. Vulkane, giftige Gase, Mineralien und ein riesiger, wilder Ozean prägten den noch jungen Planeten. „Doch in den eisenreichen heißen Tiefseequellen konnten sich Organismen entwickeln, die als Vorfahren allen Lebens gelten“, so Bill Martin. Sie lebten von Gasen, gediehen bei Temperaturen um 100 Grad und brauchten für ihren Stoffwechsel Metalle (wie Menschen Vitamine) – „aber kein Sonnenlicht für Energie und keinen Sauerstoff zum Atmen, sondern nur Wasserstoff und Kohlendioxid.“ Die Entschlüsselung dieser Eigenschaften galt 2016 in der Fachwelt als bedeutender Schritt im Studium der frühen Evolution.

Diese Urzelle allen Lebens nannte der Düsseldorfer Wissenschaftler LUCA, lange bevor der Name für eine Warn-App in Corona-Zeiten geläufig wurde. Seine Erkenntnisse bescherten ihm damals ein weltweites Interesse in der Fachwelt und ein Medien-Echo in über 100 Publikationen – bis zur New York Times. „LUCA ist einmalig, denn die Entwicklung dieser Urzelle gilt als der bedeutende Schritt in der Evolution – vom unbelebten in den belebten Zustand der Erde“, sagt Martin.



Der Evolutionsbiologe Bill Martin gehört weltweit zu den renommiertesten Forschern auf seinem Gebiet. Hier ist er mit Doktorandin Jessica Wimmer zu sehen. FOTO: HANS-JÜRGEN BAUER

Aber alles Leben braucht Energie. Woher also bekam die Urzelle diese Energie und wie ging sie damit um? Die Frage führt in die Labore der Uni-Biologen und zu ihren aktuellen Erkenntnissen. Dort ist es mit chemischen Experimenten gelungen, den Stoffwechsel von LUCA zu rekonstruieren – oder wie Bill Martin salopp formuliert: „nachzukochen“. Dazu simulierte das Team die Thermalquellen vor fast vier Milliarden Jahren, mit denselben Zutaten dieser Ur-Suppe: Wasserstoff, Kohlendioxid, Ammoniak und einige Salze. Mit dem richtigen ph-Wert und einer Temperatur um den Siedepunkt lässt sich beobachten, wie der Ur-Stoffwechsel entsteht – in nur 16 Stunden.

Dem Team gelang es, insgesamt 400 Stoffwechsel-Reaktionen von LUCA zu identifizieren. Bei diesen Reaktionen entstehen Aminosäuren, aus denen wiederum alle in sämtlichen Lebewesen vorkommenden Proteine aufgebaut sind. Außerdem werden Basen und Vitamine gebildet, die für den Stoffwechsel unerlässlich sind. Dieser Prozess wurde bei LUCA, das hätten Computer-Rechnungen bestätigt, aus den Molekülen Wasserstoff, Kohlendioxid und Ammoniak in Gang gesetzt, die in den Hydrothermalquellen des jungen Planeten Erde reichlich vorhanden waren. Sie gelten als Ursprung allen Lebens.

„Es gab schon viele Vermutungen, woher die treibende Kraft für die Urzellen stammte. Aber im Stoffwechsel selbst hatte bisher noch niemand gesucht“, erklärt Jessica Wimmer, Doktorandin am Düsseldorfer Institut und maßgeblich an dieser aktuellen Studie beteiligt. Das Ergebnis: LUCA war für seinen Stoffwechsel auf keine externen Energiequellen wie Sonnenlicht, Meteoriteneinschläge, Vulkanausbrüche oder Radioaktivität angewiesen. Vielmehr setzte der chemische Prozess bei seiner Entstehung selbst die notwendige Energie frei. Fazit von Bill Martin: „Das Leben ist eine chemische Reaktion.“ Das sei deshalb so aufregend, weil der sonst so komplizierte Stoffwechsel plötzlich eine natürliche Tendenz offenbare, sich unter den richtigen Bedingungen selbst zu entfalten. Heißt: „Die Energie für das Leben ist das Leben selbst.“

Aber die Forschung der Evolutionsbiologen erklärt nicht nur die Entstehung des Lebens, sie weist möglicherweise auch in die Zukunft – und ins Weltall. Denn wenn sich die frühen Organismen ohne die Einwirkung von Sonnenlicht entwickelten, das wäre dieser Schritt auch denkbar auf anderen Planeten. Einer dieser möglichen Kandidaten hieß Enceladus, ein kleiner Saturn-Mond, unter dessen dicker Eisschicht sich heiße Quellen und darunter ein Eisenkern verbergen – also die Voraussetzung für Verwandte von LUCA? Raumsonden der NASA hatten vor Jahren bei der so genannten Cassini-Mission Bilder von Enceladus zur Erde geschickt. In den übermittelten Daten wurden außerdem Spuren von Wasserstoff und Kohlendioxid gefunden. „Daher ist Leben dort nicht auszuschließen“, sagt Bill Martin.

INFO

Träger vieler Forschungspreise

Zur Person Bill Martin (64) leitet das Institut für Molekulare Evolutionsbiologe der Uni und zählt weltweit zu den renommiertesten Forschern auf diesem Gebiet. Er veröffentlichte zur frühen Entwicklung des Lebens auf der Erde über 350 Publikationen und wurde mit vielen Forschungspreisen ausgezeichnet.

Preis 2020 bekam er den Preis des European Research Council, der Förderorganisation für Spitzenforschung in der Europäischen Union, und das bereits zum dritten Mal. Dies gelang außer ihm nur vier weiteren Biologen in Europa. Der Preis ist mit 2,5 Millionen Euro dotiert.