

Martin Gorke

—

Seltene Erde

—



()



Martin Gorke

—

Seltene Erde

—

Vom Wunder unserer Biosphäre und
der Verpflichtung, sie zu bewahren

Naturkunden

NATURKUNDEN NO. 127

herausgegeben von Judith Schalansky
bei Matthes & Seitz Berlin

Inhalt

Ist da draußen jemand? 5

Warum einzelliges Leben im Weltall
häufig sein könnte 9

Astronomische Einschränkungen für
die Evolution mehrzelligen Lebens 16

Die ganz und gar besonderen Rand-
bedingungen des Planeten Erde 27

War das alles Zufall? 33

Die Entstehung der Mehrzelligkeit 39

Die Entstehung von Intelligenz 44

Ist die Seltenheit der Biosphäre ethisch
relevant? 50

Epilog: Gleichung der Seltenen Erde 58

Ist da draußen jemand?

Nur wenige Menschen haben im dicht besiedelten Mitteleuropa heute noch das Glück, das prächtige Band der Milchstraße so sehen zu können, wie es dieses Bild zeigt. Sie werden sich dann vielleicht die Frage gestellt haben, ob auf einem der Milliarden Himmelskörper dort draußen Leben existiert. Hat die kosmische Evolution auch auf anderen Planeten Intelligenz



und Zivilisationen hervorgebracht, oder sind wir allein im Universum?

Nach Ansicht der National Academy of Sciences (NAS) in Washington, D. C., hätte keine Entdeckung größere Auswirkungen auf unser Welt- und Menschenbild oder wäre inspirierender als die Entdeckung einer fremden Lebensform.¹ Während die Bedeutung der Frage nach außerirdischem Leben für Biologie und philosophische Anthropologie also kaum überschätzt werden kann, erscheint ihre Relevanz für die Umweltethik auf den ersten Blick gering. Zum einen wäre fremdes Leben wegen der riesigen Entfernungen zwischen den Sternen auf absehbare Zeit außerhalb menschlicher Reichweite, sieht man einmal von der Möglichkeit ab, dass in unserem Sonnensystem doch noch Mikroorganismen entdeckt werden. Zum anderen sollte man meinen, dass wir mit den irdischen Problemen, etwa der Klimakrise und dem Schwund der biologischen Vielfalt, derzeit wahrlich genug zu tun haben.

Doch gerade angesichts der globalen Dimension unserer Umweltprobleme ist es durchaus lohnenswert, eine umfassendere Perspektive in die Debatte zu bringen: Führt man sich die astronomischen und geophysikalischen Randbedingungen unserer Existenz hier auf Erden vor Augen, wird man in ihrer extremen Unwahrscheinlichkeit ein zusätzliches Motiv sehen, mit der Biosphäre und ihrer Vielfalt verantwortungsvoll umzugehen.

Dass die Frage nach der Häufigkeit extraterrestrischen Lebens im Weltall umweltethische Relevanz haben könnte, ist keine neue Idee. Der Philosoph Hans Jonas hat diesen Aspekt in *Materie, Geist und Schöpfung* schon 1988 in die Diskussion gebracht, allerdings mit negativem Ergebnis: »Würde (...) die Kunde von anderem intelligenten Leben im Universum einen *moralischen* Unterschied machen?«, fragte er:

Würde sie etwas an unserer Verantwortung ändern? Können wir uns dann vielleicht dessen getrösten, dass, wenn wir die große Sache hier verspielen, sie anderswo in besseren Händen doch fortgeführt wird? Sie also nicht an uns allein hängt? Wir also doch etwas mehr mit unserem Teil davon wagen dürfen?

Und seine Antwort lautet:

Aber nein! Für das Geschick des Geistes hier, wo wir walten, dem alleinigen Revier unserer Macht, sind wir allein verantwortlich – wie jene hypothetischen Intelligenzen, wenn es sie gibt, in ihrem.²

Um zu verstehen, warum Jonas glaubte, diese Frage stellen zu müssen, obwohl die Antwort doch so klar auf der Hand liegt, muss man die damalige Einschätzung zum Thema Außerirdische kennen. Nicht nur das Science-Fiction-Publikum, sondern auch viele Fachleute in der Astrobiologie und im Wissenschafts-

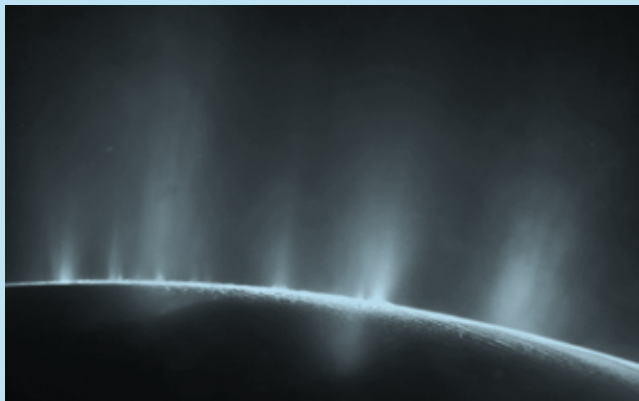
journalismus waren Anfang der 1980er-Jahre davon überzeugt, »dass es im Weltall von Lebensansätzen wimmelt«.³ Der renommierte Astronom Carl Sagan etwa ging von nicht weniger als einer Million Zivilisationen allein in unserer Galaxis aus.⁴ Heute scheint die Einschätzung in der Astrobiologie vorsichtiger und differenzierter zu sein. So wird einzelliges Leben im Kosmos inzwischen für weit verbreitet gehalten, komplexeres Leben oder gar Intelligenz hingegen mehr und mehr für selten.

Warum einzelliges Leben im Weltall häufig sein könnte

Wenn es um die Verbreitung einzelligen Lebens im Kosmos geht, muss vorausgeschickt werden, dass bis heute noch nirgendwo außerhalb der Erde eine einzige Mikrobe nachgewiesen wurde. Gleichwohl sind die meisten Astrobiologinnen und -biologen optimistisch, im Laufe der nächsten Jahrzehnte in unserem Sonnensystem einzelliges Leben zu finden.⁵

Als aussichtsreichste Orte gelten derzeit die Gesteinsschichten des Mars, der eisbedeckte Wasserozean des Jupitermondes Europa und die Eisvulkane des Saturnmondes Enceladus. Irdische Raumsonden haben in den letzten Jahrzehnten tatsächlich mehrere Hinweise darauf gefunden, dass sich unter den Eisschichten dieser beiden Monde große Mengen flüssigen Wassers befinden, was als wesentliche Voraussetzung für die Entstehung von Leben gilt. Als die Sonde *Cassini* 2005 das umseitige Foto vom Saturnmond Enceladus zur Erde funkte, gab es keine Zweifel: Hier dringen Wasserdampf und Eispartikel aus Grabenbrüchen und Geysiren an die Oberfläche!

Doch wie ist flüssiges Wasser in solch großen Entfernungen von der Sonne und bei Oberflächentempe-



Eisfontänen auf dem Saturnmond Enceladus

raturen von unter minus 160 Grad Celsius überhaupt möglich? Man erklärt sich das mit unterirdischem Vulkanismus, sogenanntem Kryovulkanismus, der durch die Gezeitenkräfte der beiden Riesenplaneten hervorgerufen wird. Diese kneten ihre Monde auf deren elliptischen Umlaufbahnen regelrecht durch, was Reibungswärme erzeugt. Dadurch kann die Temperatur in bestimmten Regionen über den Gefrierpunkt von Wasser gelangen.

Sollten in unserem Sonnensystem eines Tages Mikroorganismen gefunden werden, gäbe es für ihre Entstehung zwei Erklärungsmöglichkeiten: Entweder sie wären extraterrestrischen Ursprungs oder sie

stammten von der Erde. Letzteres erscheint auf den ersten Blick als recht fantastisch. Doch haben wiederholte Funde von Marsgestein in der Antarktis und der Sahara gezeigt, dass gewaltige Meteoriteneinschläge seit Jahrmillionen immer wieder Gesteinsbrocken von einem Planeten zum anderen katapultieren.

Auch weiß man inzwischen, dass manche Mikroben so robust sind, dass sie in einem Gesteinsstück eingeschlossen die äußerst langwierige und ungemütliche Reise zum Mars oder gar Enceladus inklusive Start und Landung unbeschadet überstehen könnten.⁶ Die Bakterienart *Deinococcus radiodurans* etwa trotz ionisierender Strahlung genauso gut wie Hitze, Kälte, Wassermangel, mechanischen Stößen und Säureeinwirkung. Das Feuerlappenbakterium *Pyrolobus fumarii*, das in sogenannten Schwarzen Rauchern am Meeresgrund lebt, benötigt sogar eine Hitze von 105 Grad Celsius, um sich optimal vermehren zu können. Andererseits übersteht es offenbar auch eine sechsmonatige Lagerung bei Raumtemperatur, was seine außerordentliche Anpassungsfähigkeit unterstreicht.⁷

Damit ist der erste Grund genannt, warum Astrobiologinnen und -biologen einzelliges Leben im Universum für weit verbreitet halten: Mikroorganismen sind gegenüber extremen Umweltbedingungen mitunter so widerstandsfähig, dass man sie auf der Erde praktisch überall, selbst an den entlegensten und unwirtlichsten Orten antrifft.⁸ Einige gedeihen

in mehrere Kilometer tiefen Gesteinsschichten oder bei ungeheurem Druck auf dem Meeresgrund, andere unter dem Eispanzer der Antarktis oder hoch in den Wolken bei Temperaturen weit unterhalb des Gefrierpunktes. Einige leben in Salzseen oder extrem sauren Minenabwässern, andere besiedeln stark radioaktiv kontaminierte Orte wie zum Beispiel den havarierten Reaktorblock in Tschernobyl.⁹ Kein Platz auf der Erde erscheint zu absonderlich, als dass einzelliges Leben nicht mit ihm zurechtkommen könnte.

Der zweite Grund für den Optimismus in der Astrobiologie ist die Entdeckung, dass diese *Extremophilen*, wie sie heute genannt werden, nicht etwa »verrückte Spezialisten« sind, die es im Laufe einer langen Evolution irgendwie geschafft haben, sich an absonderliche ökologische Nischen anzupassen. Vielmehr scheinen sie sehr ursprüngliche Organismen zu sein, die nach genetischen Analysen dicht an der Wurzel des Evolutionsstammbaumes stehen und in das Reich der *Archaea* gehören.

Dieses ist neben den Bakterien, die wie die Archaeen keinen Zellkern besitzen, und den Eukaryoten, die einen echten Zellkern ausgebildet haben, die dritte große Domäne des Lebens. Zwar findet man *Archaea* heute fast überall, sogar im menschlichen Darm oder auf der Haut, doch deutet vieles darauf hin, dass ihre frühesten Vorfahren alle hitzeliessend (*hyperthermophil*) waren und heutige *Extremophile* somit »Über-

bleibsel der turbulenten Epoche« sind, in der »das Leben noch darum rang, sich auf einem heißen und gefährlichen Planeten festzusetzen«. ¹⁰

Diese neue Sicht der Evolutions- und Mikrobiologie passt gut zum dritten Befund, der dafür spricht, dass mikroorganismisches Leben im Weltall weit verbreitet ist: Auf der Erde entstand Leben so früh, wie es überhaupt möglich war. Man weiß heute, dass die Erde in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung vor 4,5 Milliarden Jahren schwerstem Beschuss durch Kometen und Asteroiden ausgesetzt war und dass dieses Bombardement, das die Erde zeitweilig in einen einzigen Schmelzofen verwandelte, vor 3,8 Milliarden Jahren endete. Genau das ist der Zeitpunkt, aus dem die ältesten Fossilfunde des Lebens überliefert sind. Das heißt, Leben hat sich sofort entwickelt, nachdem die Folgen des letzten sterilisierenden Einschlages vorüber und die Bedingungen an der Oberfläche auch nur halbwegs erträglich waren. ¹¹

Nun könnte dieses zeitliche Zusammentreffen natürlich Zufall sein. Aus der einen Entstehung des Lebens hier lassen sich schwerlich verallgemeinerbare Schlüsse ziehen. Nach Ansicht vieler Biologinnen und Biologen rechtfertigt aber ein vierter Gesichtspunkt, die rasante Entwicklung des Lebens auf unserem Planeten nicht als extremen Sonderfall, sondern als eine Art kosmische Zwangsläufigkeit zu verstehen: das Phänomen der *Selbstorganisation*.

Damit ist die erstaunliche Fähigkeit der Materie gemeint, spontan räumliche Muster und Strukturen zu erzeugen.¹² So wie etwa Kristalle, Basaltgestein oder Galaxien sich in spontaner Selbstmontage aus einem ungeordneten Anfangszustand zu strukturierter Gestalt ›emporentwickeln‹, so, glauben viele Biologinnen und Biologen, könnte dies analog auch das Leben getan haben.

Tatsächlich gibt es dafür inzwischen mehrere Inzidenzen. Das berühmteste ist der sogenannte Ursuppenversuch von Harold Urey und Stanley Miller.¹³ Die beiden Wissenschaftler hatten 1953 in einem geschlossenen Glassystem den Wasserkreislauf und die Atmosphäre der frühen Erde simuliert. Dabei entstanden aus rein anorganischen Bestandteilen spontan organische Moleküle, die als Bausteine des Lebens gelten. Das Experiment war der erste Beweis dafür, dass die Entstehung von Leben aus unbelebter Materie prinzipiell möglich ist.

Wie eine solche präbiotische Evolution im Detail funktionieren könnte, zeigten in den 1970er-Jahren die beiden Biochemiker Manfred Eigen und Peter Schuster mit ihrem theoretischen Modell des ›Hyperzyklus‹. Es beschreibt, wie aus einfachen, sich selbst replizierenden Molekülen wie etwa der Ribonukleinsäure spontan komplexe Systeme entstehen konnten, die die Grundlage für das erste Leben bildeten.¹⁴

Dass sich all das nicht nur in der Theorie oder im

Labor simulieren lässt, sondern sich unter bestimmten Bedingungen auch spontan im Weltall einstellt, zeigt schließlich der wiederholte Nachweis von Aminosäuren und DNA-Basen in niedergegangenen Meteoriten. Diese Funde belegen, dass die Bausteine des Lebens nicht auf die Erde beschränkt sind, sondern sich unter bestimmten Bedingungen überall im Kosmos bilden können. Freilich darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass es von der Bildung von Aminosäuren bis hin zur Entstehung auch nur der einfachsten Lebensform noch ein weiter und äußerst komplizierter Weg ist. Noch ist es niemandem gelungen, im Labor aus Molekülgruppen lebendige Zellen herzustellen.¹⁵

ABBILDUNGSNACHWEIS

s. 5 Ryan Hutton, Unsplash / s. 10 NASA, JPL, Space Science Institute / s. 21 Tommy Nawratil (astrobin.com, 2023) / s. 23 Dietmar Gutermuth (Spektrum.de, 2022) / s. 24 nach Robert Hurt, NASA / s. 30 the-earth-story.com (Watson, 2015) / s. 45 ChatGPT / s. 47 Nick Risinger, *Sun.org* / ESA/Hubble & NASA, Florian Pacoud, Dan Coe / s. 48 David Malin, Anglo-Australian Observatory / s. 57 NASA, Apollo 17

NATURKUNDEN NO. 127

Erste Auflage Berlin 2026

NATURKUNDEN

herausgegeben von Judith Schalansky
erscheinen bei Matthes & Seitz Berlin
ermöglicht durch Jan Szlovak, Hamburg

Copyright © 2026

MSB Matthes & Seitz Berlin Verlagsgesellschaft mbH

Großbeerenstraße 57A, 10965 Berlin, Deutschland

info@matthes-seitz-berlin.de

Alle Rechte vorbehalten.

EINBAND Judith Schalansky, Berlin

SATZ Pauline Altmann, Palingen

SCHRIFT Martina Plantijn von Kris Sowersby /

Klim Type Foundry

HERSTELLUNG Hermann Zanier, Berlin

PAPIER 90 g/qm Caribic, 1,2-faches Volumen

DRUCK, BINDUNG Art-Druk, Szczecin, Polen

Printed in Poland.

ISBN 978-3-7518-4053-8

www.naturkunden.de

www.matthes-seitz-berlin.de