



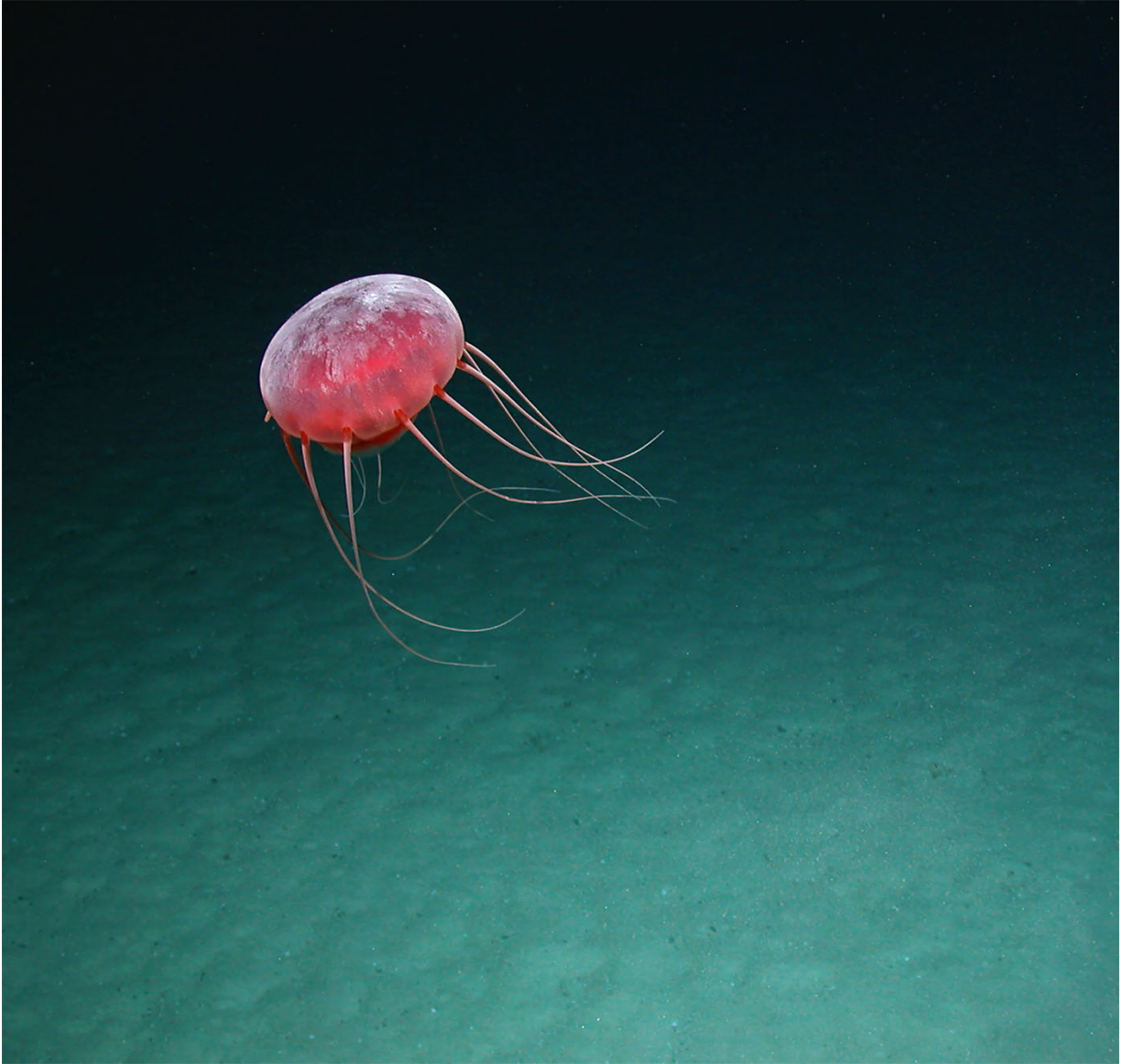
wbgTHEISS



ÜBERLEBENS KÜNSTLER

Wie Pflanzen, Tiere und Menschen
den Extremen trotzen

natur



Überlebenskünstler

Wie Pflanzen,
Tiere und
Menschen den
Extremen
trotzen

Herausgegeben in
Zusammenarbeit mit
natur - Das Magazin für Natur,
Umwelt und besseres Leben

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

wbg THEISS ist ein Imprint der wbg.

© 2020 by wbg (Wissenschaftliche Buchgesellschaft),
Darmstadt

Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der wbg ermöglicht.

Projektleitung: Andrea Stegemann (Vi.S.d.P.)

Redaktion: Edith Luschmann

Autoren: Salome Berblinger, Benjamin von Brackel, Marieluise Denecke, Georg Etscheit, Peter Laufmann, Monika Offenberger, Joseph Scheppach, Ralf Stork, Rike Uhlenkamp, Markus Wanzeck, Stefan Weißenborn, Henrike Wiemker

Bildredaktion: Julia Rietsch, Verlagsbüro Wais & Partner

Satz: Melanie Jungels, TYPOREICH - Layout- und Satzwerkstatt, Nierstein

Umschlagabbildungen: links: Inuit in Kanada, © Ton Koene/Visual & Written/OKAPIA; rechts: Wüstenfuchs, © Juan Carlos Munoz/BIOS/OKAPIA

Umschlaggestaltung: Jutta Schneider, Frankfurt am Main

Abb. auf S. 2: Tiefseemeduse im Südatlantik in 2900 Meter Wassertiefe

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Printed in Europe

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-8062-4222-5

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-8062-4234-8

eBook (epub): 978-3-8062-4235-5

Menü

[Buch lesen](#)

[Innentitel](#)

[Inhaltsverzeichnis](#)

[Informationen zum Buch](#)

[Impressum](#)

Inhalt

Mikroorganismen

[Kleine Grenzgänger](#)

[Porträt: Das Bärtierchen](#)

[Porträt: Elysia chlorotica](#)

[Im Reich der Flechten](#)

[Üppiges Leben trotz Mangel: Das Riffparadoxon](#)

[Das Weltall als Versuchslabor](#)

Pflanzen

[Die Ersthelfer](#)

[Goldgräberpflanzen](#)

[Was in der Wüste wächst](#)

[Versalzen](#)

[Ackern auf dem Mars](#)

Was krecht und fleucht

[Kaltblütig im Frost](#)

[Der Schwarm](#)

[Porträt: Der Alpensalamander](#)

[Porträt: Die Wanderlibelle](#)

[Leben im Nebel](#)

[Spezialisten der Finsternis](#)

[Ein Leben an der Rollbahn](#)

Vögel und Fische

[Der Fisch, der aus der Wüste kam](#)

[Porträt: Der Mauersegler](#)

[Porträt: Der Sägebarsch](#)

[Urbane Vielfalt](#)

[Wunder der Tiefsee](#)

[Säugetiere und Mensch](#)

[Heiß-kalt](#)

[Porträt: Die Spitzmaus](#)

[Porträt: Der Dickschwanz-Schlafbeutler](#)

[Menschenleere Nischen](#)

[„Ich bin ein sehr guter Überlebenskünstler“](#)

[Grenzerfahrungen](#)

[„Nah am Tod gewesen zu sein, war ein großes Glück“](#)

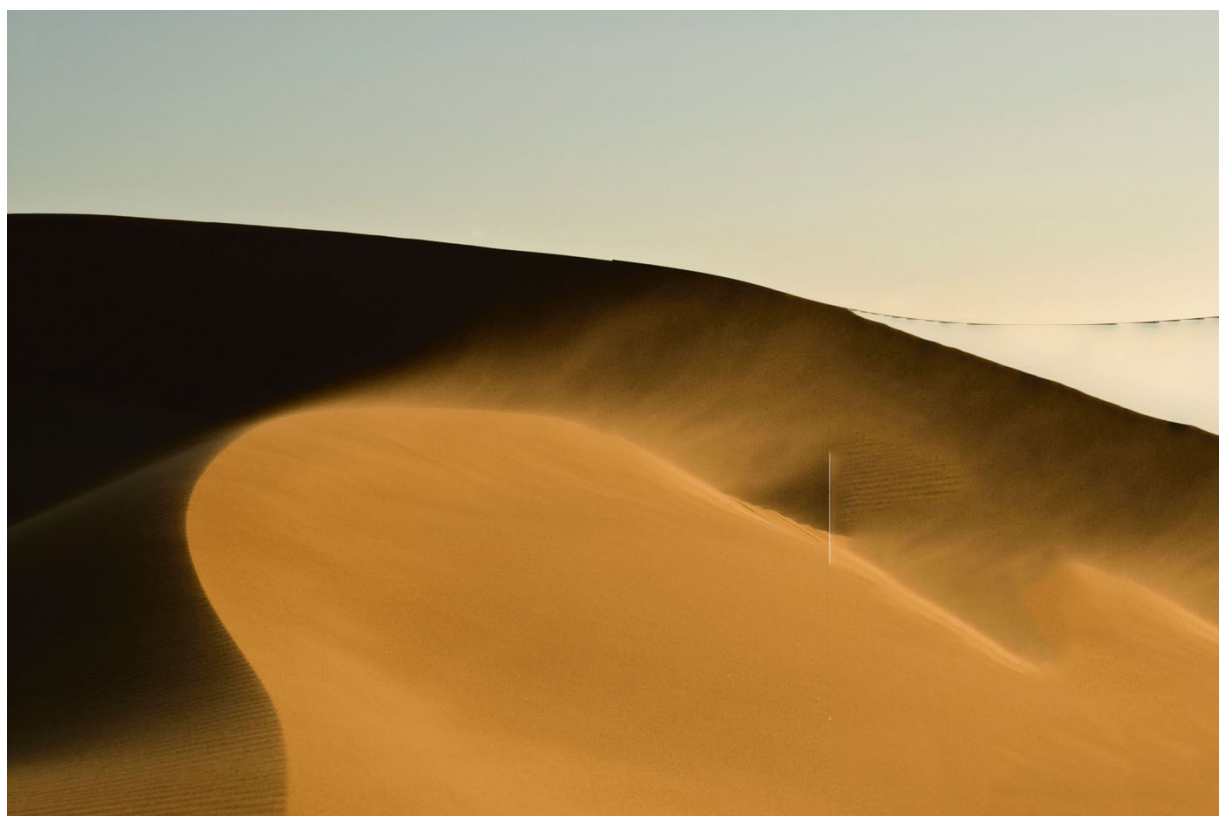
[Bildnachweis](#)



Gletscher in Scherben

Blick auf die Ostküste Grönlands nahe dem Scoresby Sund. Von oben offenbart sich die leere Weite, das unendliche Weiß, in seiner vollen Macht und Pracht. Der Scoresby Sund oder auch Kangertittivaq ist das größte Fjordsystem der Welt, das eine überraschend große arktische Fauna beheimatet. Moschusochsen, Polarwölfe oder Schneehasen leben hier, riesige Vogelschwärme machen Station, im Wasser tummeln sich Robben und Fische, manchmal auch Narwale oder Belugas. Doch dieser besondere Lebensraum ist akut bedroht. Während das Land auf diesem Bild von einer scheinbar festen Schicht aus Eis und Schnee bedeckt ist, wirken die Eisschollen auf dem Wasser durchscheinend und zerbrechlich. Ein

Eindruck, der der Realität recht nahekommt. Denn Grönlands Eisschild schwindet unaufhaltsam, Jahr für Jahr schmilzt mehr Eis, als sich im Winter bei Schneefall wieder bildet. Vor allem weit ins Meer hineinreichende Gletscher verlieren extrem schnell an Masse. Eine Studie der Ohio State University aus dem Sommer 2020 kommt zu dem Schluss, dass dieser Verlust nicht einmal dann noch aufzuhalten wäre, wenn wir unser Klima auf den Stand von vor 20 Jahren zurückdrehen könnten. Und so entlässt Grönland jedes Jahr 280 Milliarden Tonnen schmelzendes Eis ins Meer - mit schwer absehbaren Folgen für Grönland und den Rest der Welt.



Ein Meer aus Sand

Die Dünen sind zweifellos ein Markenzeichen der Namib. Sie erheben sich hinter vielen Hafenstädten Namibias und trennen die bunte belebte Küste von der unwirtlichen Wüstenlandschaft mit ihrer großen Trockenheit und extremen Temperaturschwankungen von bis zu 70 Grad Celsius. Es gibt durchaus Lebewesen, die damit umgehen können, doch man sieht sie meistens nicht. Kein Tier, keine Pflanze - nur Sand, wohin man auch schaut. Aber der leuchtet je nach Tageszeit und Lichteinfall in kräftigen Rot- und Orangetönen. Ein beeindruckender Anblick, der Besucher in Ehrfurcht verfallen lässt. Besonders, wenn man sich klarmacht, dass diese Landschaft seit 80 Millionen Jahren existiert - und sich zugleich täglich verändert. Der Wind pfeift über die flachen Becken und die sich auftürmenden Hügel, er reißt die feinen Sandkörner mit sich und lagert sie anderswo wieder ab. Die zur Küste hin auslaufenden Dünenfelder sind geformt aus Material, das manchmal viele Tausend Kilometer aus dem Hinterland in Richtung Atlantik getragen wurde - vom Wind oder in Regenzeiten auch von Flüssen. Von der Meereseite her steigt regelmäßig Nebel empor und bringt Leben spendende Feuchtigkeit in die Namib. Wegen dieses einzigartigen Zusammenspiels der Elemente wurde das Namib-Sandmeer als UNESCO-Welterbe ausgezeichnet.



Der Triumph der Natur

Der Mensch war schon immer sehr erfinderisch, wenn es darum ging, die Natur für sich nutzbar zu machen. Er betrieb Ackerbau, baute Staudämme und rodete Wälder für Häuser oder Felder. Er erfand Dampfmaschinen und Motoren und überzog das Land mit Straßen und Schienen, um jeden noch so abgelegenen Winkel zu erreichen. Was dabei mit der Natur geschah, war ihm meist gleichgültig, sie hatte sich unterzuordnen oder zu verschwinden. Doch lässt der Mensch nur einmal nach in seinem Bemühen um Ordnung und Technisierung, gibt er eine Fläche nur wenige Jahre lang auf, dann zeigt sich, wie irrig die Annahme war, er hätte einen bleibenden Eindruck hinterlassen. Sicher, manche

Verschmutzungen halten sich lange, doch auch dafür gibt es Spezialisten. Pflanzen wachsen auch auf vergifteter oder verstrahlter Erde, sie brechen durch Beton, überwuchern Mauern und Maschinen, und in ihrem Gefolge finden Tiere einen neuen Lebensraum. Diese Birke wird einmal die rostenden Schienen sprengen, die hölzernen Bahnschwellen werden verwittern, und irgendwann erinnert hier nichts mehr an die Menschen, die diesen Ort wohl ihrerseits längst vergessen haben. Was bleibt, ist Natur.



 **Mikroorganismen**



Farbenprächtig, aber lebensfeindlich: Die Danakil-Senke in Äthiopien. Für die bunten Krusten sind Mineralien aus den heißen Quellen verantwortlich.

Kleine Grenzgänger

Benjamin von Brackel

Die Danakil-Senke in Äthiopien ist einer der unwirtlichsten Orte der Welt. Forscher suchen dort nach Mikroorganismen, die im extrem heißen, salzigen Säurebad überleben können, um die Grenzen des Lebens abzustecken.

Manchmal vergisst Barbara Cavalazzi, auf welchem Planeten sie sich gerade befindet. Ende Januar 2017 stieft die Astrobiologin und Geologin von der Universität Bologna durch eine Vulkanlandschaft. Schwefel und Chlor dampfen

aus dem Boden und verhüllen die Luft. Cavalazzi blickt immer wieder auf ein kleines Gerät, das ihr anzeigt, wann sie ihre Gasmasken aufziehen muss, um nicht zu viele Gifte einzuatmen. An manchen Tagen klettert hier das Thermometer auf über 50 Grad Celsius. In den heißen Quellen, die blubbern und spritzen, haben Cavalazzi und ihre Kollegen sogar bis zu 115 Grad gemessen. Normalerweise kocht Wasser schon bei 100 Grad - an diesem Ort, aber herrschen andere physikalische Bedingungen.

Die Danakil-Senke im Norden Äthiopiens ist einer der lebensfeindlichsten Orte der Welt. Sie liegt 124 Meter unterhalb des Meeresspiegels. Bizarre gelbe oder neongrüne Mineralienschichten überziehen Lavagestein und Salzkrusten. Verantwortlich dafür ist die Geologie des Ortes: Magma erhitzt Grundwasser, das durch die Sedimente emporsteigt und an der Oberfläche Schwefeldämpfe freisetzt. In nur wenigen Stunden kann die Farbe von Gelb in Rot umschlagen - wie bei einem Chamäleon. Dann, wenn eisenhaltiges Wasser an die Oberfläche gelangt, an der Luft oxidiert und sich eine rote Kruste über den Boden zieht.

Salzkrusten zeugen davon, dass einst das Rote Meer die Gegend bedeckte, die etwa halb so groß ist wie Deutschland. Erst das Auftürmen des Danakil-Hochlands im Osten schirmte das Meer ab, und die Sonne ließ das eingesperrte Meerwasser wieder verdunsten. Übrig blieben Salzkristalle, die das Nomadenvolk der Afar heute in Blöcken ausschneidet und mit Hunderten Kamelen in die Provinzhauptstadt Mekele transportiert.

Die Grenzen des Lebendigen

Ausgerechnet hier suchen Cavalazzi und ihr Kollege Felipe Gómez vom Zentrum für Astrobiologie in Madrid nach Leben. Und zwar nach Extremophilen - Kleinstlebewesen,

die selbst im heißen, salzigen Säurebad überleben. „Diese Kombination ist einzigartig“, sagt Cavalazzi. Sollten sie in dieser Umgebung Organismen finden, könnte das die bekannten Grenzen des Lebens verschieben. Aber selbst wenn sie nicht fündig werden, würde das wichtige Hinweise darauf geben, ab wann Leben möglich ist und wo es sich auf anderen Planeten lohnen könnte, nach Leben zu suchen.

Im Oktober 2015 begann Cavalazzi, die Hydrothermalquellen rund um den Dallol-Krater im Norden der Senke zu kartieren – einen implodierten Vulkan, den die Afar „Eingang zur Hölle“ nennen. Über Jahre sammelten sie und ihr Kollege Gómez mit sterilen Spateln Mineralien und Wasser, in denen Mikroben leben könnten und schlossen sie in Glasflakons ein. Um zu vermeiden, dass die Proben in der Hitze ohne adäquate Kühlung gleich wieder zerfielen, mussten sie jedes Mal so schnell wie möglich zurück nach Europa fliegen. In den Laboren in Madrid und Bologna untersuchten sie dann die Proben – und zwar mithilfe von Elektronenmikroskopen, chemischer Analyse und DNA-Sequenzierung.

Dass sie tatsächlich auf Leben stoßen würden, hätten sie anfangs gar nicht erwartet. Der Ort war einfach zu extrem. Extremer als jeder Ort, den Felipe Gómez je zuvor besucht hatte. Und der war schon am Nordpol gewesen, am Südpol, in der Atacama-Wüste in Chile und am Salzsee Chott el Djerid in Tunesien – ein wahrer Spezialist für extreme Orte. Umso überraschter war der 52-Jährige, als er in den Proben DNA fand, also organisches, stark kohlenstoffhaltiges Material. „Das bedeutete, dass es zumindest in der Vergangenheit Leben dort gegeben haben muss. Oder es war eine Kontamination.“ Etwa durch Haare oder Hautschuppen von Touristen oder den Forschern selbst, die auf die Geräte gelangt waren.

Nachdem Gómez das aber ausschließen konnte, sah er sich die Proben genauer an. Und bekam die ersten Bilder

der Extremophilen unterm Transmissions-Elektronenmikroskop zu Gesicht: kugelförmige Gebilde, die je nach Auflösung wie Seifenblasen, Wolken oder Sternkonstellationen aussahen. Gerade einmal 50 bis 500 Nanometer im Durchmesser, also über 6000-mal kleiner als der Punkt am Ende dieses Satzes. Ein sehr facettenreiches Spektrum an Bakterien und Archaeen. „Dieses Leben war aktiv“, sagt Gómez. „Es gab viel Bewegung.“



Die Nomaden vom Volk der Afar bauen in der Senke Salz ab, transportieren es in die Städte und verkaufen es dort.



Barbara Cavalazzi bei der Probenentnahme in der Danakil-Senke. Die Astrobiologin sucht nach Mikroorganismen, die in den heißen, salzigen Quellen überleben.



Die Pools im Geothermalgebiet Dallol sind derart hoch mit Salzlauge gesättigt, das sich pilzförmige Salzstrukturen bilden, die aus dem Wasser ragen.

Die Arten, die der Astrobiologe in der Probe fand, waren an sich nichts Besonderes. Darunter zum Beispiel kleine halophile Mikroben, wie sie erstmals in Salzseen bei Alicante an der Costa Blanca in Spanien entdeckt worden waren. Diese können nur deshalb in der extrem salzhaltigen Umgebung überleben, weil sie Anpassungsmechanismen entwickelt haben, um den Unterschied zwischen ihrem eigenen und dem äußeren Milieu zu regulieren. Zum Beispiel indem sie den Salzgehalt in ihrer eigenen Körperflüssigkeit erhöhen, damit diese nicht in die salzhaltige Umgebung abwandert und sie austrocknen.

Im Dallol-Krater aber herrschen noch weitere Extrembedingungen: Säurebäder ohne Sauerstoff, in extremer Hitze. Und dennoch - oder vielmehr gerade deswegen - schienen sich die Mikroben wohl zu fühlen. „Die Überraschung war, dass das die optimale Umgebung dieser Art von Mikroorganismen in Dallol war“, sagt Gómez.

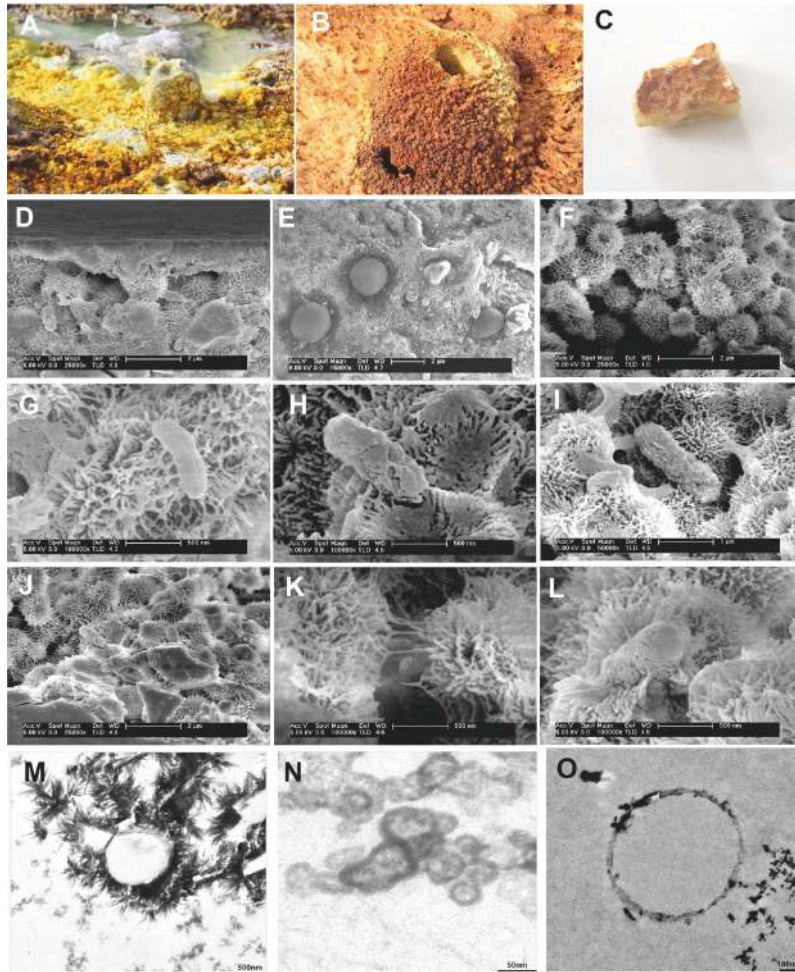
Vor allem der hohe Säuregehalt der heißen Quellen war außergewöhnlich. An einem kleinen gelb-orange gefärbten Salzkrustenschlot hatte Gómez einen pH-Wert von annähernd null gemessen. Je niedriger dieser Wert, desto leichter zerfällt organisches Material. Und in dem Fall war die absolute Untergrenze beinahe erreicht. „Es war schwer vorstellbar, dass diese Umgebung Leben unterstützen kann“, so Gómez.

Salzig, heiß und sauer

Manche Wissenschaftler bezweifeln das bis heute. Eine Forschergruppe um die Evolutionsbiologin Jodie Belilla von der Universität Paris-Saclay machte sich ebenfalls im Januar 2017 in die Dallol-Gegend in Ostafrika auf, um dort Proben aus dem Höllenfuhl zu entnehmen - mit einem pH-Wert von null und einer Salzsättigung von über 35 Prozent.

Das Ergebnis: eine sterile Umgebung. „Das legt nahe, dass molekulare Anpassungen an zugleich sehr niedrige pH-Werte und einen extrem hohen Salzgehalt über diese Grenzen hinaus nicht kompatibel sind“, schreiben die Wissenschaftler 2019 im Fachblatt *Nature Ecology & Evolution*. Eine praktische Konsequenz hätte das für die Suche nach Exoplaneten: Zwar gilt Wasser als die Grundlage für alles Leben – aber nicht überall, wo es Wasser gibt, muss demnach auch Leben existieren.

Für Gómez ist das noch kein Beweis. Er verweist darauf, dass seine Konkurrenten an ganz anderen Stellen Proben entnommen haben und er nicht beurteilen kann, wie akkurat jene vorgegangen seien. Er könne nur für seine Proben sprechen. In manchen habe auch er sterile Bedingungen vorgefunden. In anderen aber Leben. Eine davon, als „Dallol 9“ gekennzeichnet, kratzte er von einem kleinen Salzschlott ab – und fand darauf Mikroorganismen der Ordnung *Nanohaloarchaea*. Von diesen Wesen weiß man, dass sie mit salzhaltigen Lebensräumen klarkommen. „Aber wie diese Jungs in solch einem extremen pH-Milieu überleben können, müssen wir erst noch verstehen“, sagt Gómez.



Eine Zusammenstellung ultrakleiner Mikroorganismen (D-L), die Gómez, Cavalazzi und ihr Team in der extremen Umgebung des Dallol-Kraters (A) nachweisen konnten