

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT

# ENTSTEHUNG DES LEBENS

Schwierige Spurensuche

## Heiße Quellen

Erste Einzeller an Land?

## Fossilien

Streit um die ältesten Lebensformen

## Tiefsee

Das Archiv des Meeres



Antje Findekle  
E-Mail: [findekle@spektrum.de](mailto:findekle@spektrum.de)

Liebe Leserin, lieber Leser,  
am Anfang war alles wüst und leer – die junge Erde  
ähnelte in der Tat dem Beginn der Bibel. Wie entstand  
aber in dieser frühen Zeit unseres Planeten das erste  
Leben? Wann fanden sich erstmals verschiedene Moleküle  
zusammen zu unserem Urururur...ur-Ahnen und vor  
allem – wo? Immer neue Hinweise führen zu neuen Ideen,  
wie diese einzigartige Entwicklung begonnen haben  
könnte. Kommen Sie mit auf eine Reise zu unserem  
Ursprung!

Eine spannende Lektüre wünscht Ihnen

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 14.01.2019

Folgen Sie uns:



**CHEFREDAKTEURE:** Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P)  
**REDAKTIONSLEITER:** Dr. Daniel Lingenhöhl  
**ART DIRECTOR DIGITAL:** Marc Grove  
**LAYOUT:** Oliver Gabriel, Marina Männle  
**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies,  
Katharina Werle  
**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe  
**PRODUKTMANAGEMENT DIGITAL:** Antje Findekle,  
Dr. Michaela Maya-Mrschtik  
**VERLAG:** Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH,  
Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600,  
Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114,  
UStD-Id-Nr. DE229038528  
**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle  
**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.),  
Michaela Knappe (Digital)  
**LESER- UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser,  
Ilona Keith, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner des Nationalen Instituts für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

**BEZUGSPREIS:** Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer  
**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de).

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2019 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

SEITE  
04

TIEFSEE  
Jagd nach dem Ursprung  
des Lebens

MUTLU KURTBAS / GETTY IMAGES / ISTOCK

SEITE  
39

ASTROGEOLOGIE  
Streit um die frühe Erde

RAYCAT / GETTY IMAGES / ISTOCK

GEOPHYSIK

Fossilien werfen neues  
Licht auf irdische Frühzeit

SEITE  
48

MATJAZSIANIC / GETTY IMAGES / ISTOCK

CHEMISCHE EVOLUTION  
Wie entstand  
das Leben?

SEITE  
57

RONNIECHUA / GETTY IMAGES / ISTOCK

- 04 TIEFSEE  
Jagd nach dem Ursprung des Lebens
- 39 ASTROGEOLOGIE  
Streit um die frühe Erde
- 48 GEOPHYSIK  
Fossilien werfen neues Licht  
auf irdische Frühzeit
- 57 CHEMISCHE EVOLUTION  
Wie entstand das Leben?
- 68 URALTE MIKROBEN  
Lebenszeichen von einer fremden Welt
- 71 GRAPHITFUNDE  
Älteste Lebensspuren in Kanada
- 73 EXPERTENSTREIT  
Sind frühe Lebensspuren nur  
komische Gesteine?
- 76 STROMATOLITHEN  
Lebende Fossilien in Tasmanien entdeckt
- 78 PHOSPHAT  
Kickstarter des Lebens in der Ursuppe
- 80 REAKTIONSKETTEN  
Erste Zellen kaperten metallische  
Biomolekülfabrik
- 82 LETZTER GEMEINSAMER VORFAHR  
Urdiät aus Kohlendioxid und Wasserstoff



TIEFSEE

# JAGD NACH DEM URSPRUNG DES LEBENS

von James Nestor

Wissenschaftler erforschen Gesteine am tiefen Grund des Ozeans, um dem Ursprung des Lebens auf der Erde – und anderswo im Universum – auf die Spur zu kommen.

**A**m dritten Tag unserer Schiffsreise tauchen sie plötzlich vor uns auf: ein Dutzend zerklüftete Gesteinshaufen im hellblauen, glasklaren Ozean. Die Felseninseln sind kleiner, als ich sie mir vorgestellt hatte. Alles in allem etwa doppelt so groß wie ein Fußballfeld. Es gibt hier keine weißen Strände, Vulkangipfel oder Palmen wie üblich auf anderen tropischen Inselketten in diesen Breiten. Das Einzige, was wir sehen, sind rasiermesserscharfe, umbra-

braune Spitzen – glasiert mit dem Vogelkot der letzten 1000 Jahre. Die gesamte Szenerie wirkt wie eine düstere Version von Gilligan's Island, der populären US-amerikanischen Fernsehserie aus den 1960er Jahren.

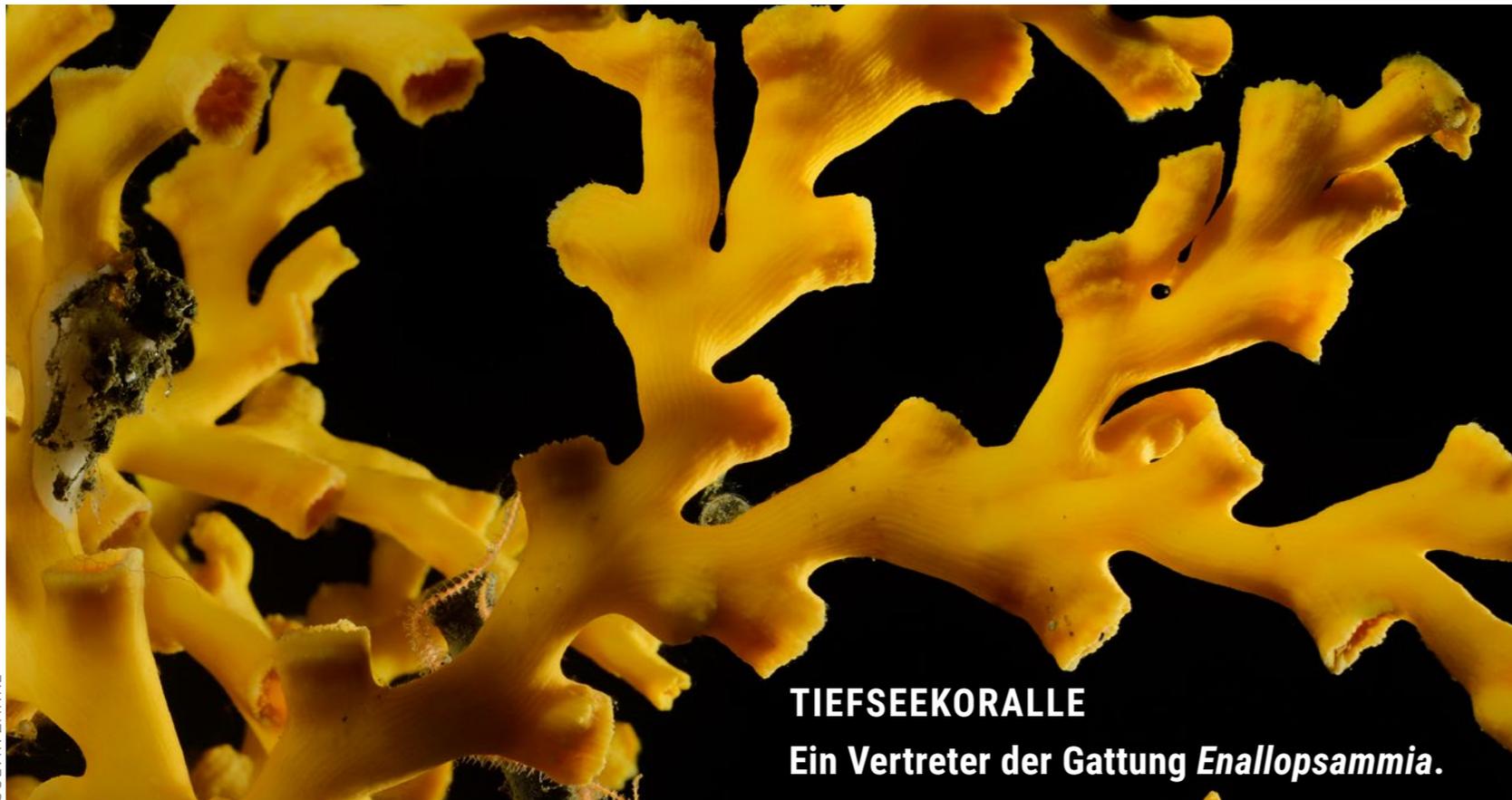
Aber wir sind auch nicht unterwegs zu einem Strandurlaub oder einer Ausflugsfahrt. Wir haben uns an der brasilianischen Küste zu der mehr als 1000 Kilometer langen Seereise über den Atlantik auf den Weg gemacht, um die verborgenen Gewässer der Tiefsee zu erforschen. An diesem Ort,

**bioGraphic**

Der Artikel erschien ursprünglich unter dem Titel »Life on the Rocks« auf »bioGraphic«, einem digitalen Magazin, das von der »California Academy of Sciences« publiziert wird.

den Sankt-Peter-und-Sankt-Pauls-Felsen, wollen wir Indizien sammeln, die belegen, wie das Leben auf der Erde seinen Anfang nahm – und wie sich außerirdisches Leben auf anderen Planeten unseres Sonnensystems vielleicht entwickeln könnte.

Dafür haben wir ein Team aus mehr als 40 Geologen, Mikrobiologen, Geophysikern, Biologen, Ingenieuren, Tauchbootführern und einer Decks Mannschaft von unterschiedlichster Nationalität zusammengestellt. Für zwei Wochen sind wir an Bord der M/V Alucia. Das Forschungsschiff ist 56 Meter lang und wird von der gemeinnützigen Dalio Ocean Initiative betrieben. Die Expeditionsteilnehmer wollen mit speziellen Forschungstauchbooten 1000 Meter tief unter die Meeresoberfläche vor-



**TIEFSEEKORALLE**

Ein Vertreter der Gattung *Enallopsammia*.

dringen. Dort wollen sie den Meeresboden systematisch absuchen, Gesteinsproben nehmen und Wasserproben analysieren.

Nie zuvor hat jemand diese tiefen Gewässer erkundet. Keiner an Bord hat die leiseste Ahnung, was uns dort erwartet.

»Es ist ein einzigartiges Gebiet, und wir könnten dort durchaus auf ein paar ungewöhnliche Lebensformen stoßen«, sagt Frieder Klein. Er ist Meeresgeologe und Leiter des Forscherteams der Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI). Der Wissenschaftler trägt Cargoshorts und ein verwaschenes T-Shirt mit dem Aufdruck der Rockband MC5. Barfuß steht er auf dem Oberdeck der Alucia und blinzelt in die Mittagssonne. Wenige hundert Meter weiter nördlich branden die Wellen krachend und zischend an die Ufer der fünfzehn winzigen, steinigen Inseln.

### **Gestein aus der Erdkruste**

Die tektonischen Platten am Mittelatlantischen Rücken begannen vor vielen Millionen Jahren unter uns auseinanderzudriften, erläutert der Meeresgeologe. Der entstandene Spalt hat sich seitdem pro Jahr um etwa einen Fingerbreit vergrößert. Heute trennt Europa und Nordamerika

SOLVING ZANKL

### **EIN JUNGFERNFISCH** **Der Riffbarsch *Stegastes sanctipauli*.**



ein fast 7000 Kilometer breiter Ozean. Diese äußerst langsam verlaufende Kontinentalverschiebung hat Mantelgestein an die Oberfläche befördert. Normalerweise liegt es sechs Kilometer unter der Erdkruste verborgen.

Das ist nicht außergewöhnlich. Auf der ganzen Welt sind weite Flächen der Tiefsee von diesem Gesteinstyp bedeckt. Hier an den Sankt-Peter-und-Sankt-Pauls-Felsen

liegt das Mantelgestein jedoch nicht ganz so tief und ist leichter zugänglich. Zudem verändert es sich ständig durch das Meerwasser. »Es gibt auf der ganzen Welt keinen vergleichbaren Ort«, sagt Klein, während er sich den Schweiß von der Stirn wischt.

Die Gesteine könnten völlig neue Lebensformen beherbergen. Klein erklärt, dass eine chemische Reaktion zwischen dem Eisen der Erdmantelminerale und dem Meer-

## KREBSTIER

Diese Tiefseekrabbe aus der Familie der Homolidae haben Forscher von den steilen Abbrüchen der Sankt-Peter- und-Sankt-Pauls-Felsen aus dem Meer geholt.





SOLVIN ZANKL

## UNIDENTIFIZIERTE KORALLE

**Diese nicht näher bestimmte Art holten Wissenschaftler aus dem Meer um die Sankt-Peter-und-Sankt-Pauls-Felsen im Mittelatlantischen Rücken.**

wasser stattfindet. So entstehen Wasserstoffmoleküle, von denen sich bestimmte ein- oder mehrzellige Mikroorganismen ernähren. Diese Mikroben ähneln jenen Kleinstlebewesen, die vor vielen Milliarden Jahren die Erde bewohnten. Sie könnten daher mit den frühesten Lebensformen auf unserem Planeten eng verwandt sein.

Klein und seine Mitarbeiter wollen die Mikroorganismen der Tiefsee aufspüren

und die chemischen Prozesse im Mantelgestein analysieren. Sie hoffen, dass sie so in die Vergangenheit schauen und einen flüchtigen Blick auf frühe Formen des Lebens werfen können. Vielleicht sogar auf unsere außerirdischen Abbilder.

»Wir wissen, dass sich unter den Oberflächen der Eismonde Europa und Enceladus, die die Planeten Jupiter beziehungsweise Saturn umkreisen, Wasser verbirgt«,

sagt Klein. »Jene Monde enthalten das gleiche Gestein wie diese Inseln.« Womöglich könnten auf den Himmelskörpern also dieselben chemischen Reaktionen ablaufen und ähnliche primitive Lebensformen ernähren.

Der Meeresgeologe und ich blicken über den Handlauf der Relling hinab in den Ozean. An dieser Stelle ist er 4000 Meter tief. Das sind zehn aufeinandergestapelte Em-

pire State Buildings. Plötzlich fühle ich mich nicht mehr wie jemand, der gerade an Bord eines Schiffes steht und die Wasseroberfläche betrachtet. Es kommt mir vor, als würden wir in einem Raumschiff über einer fremdartigen Welt dahinschweben.

»Wir besuchen einen Ort, an dem vorher nie jemand gewesen ist«, so Klein. Der Kapitän stoppt die Maschinen, und die Alucia driftet gemächlich auf die südlichste der kleinen Inseln zu. Klein schnappt sich sein Smartphone und eine Wasserflasche, murmelt eine kurze Entschuldigung und stürmt die Treppen hinunter. Nach anderthalb Jahren Planung ist es an der Zeit, sich in die Tiefe zu begeben.

Nur schwer lässt sich jenes Konzept begreifen, dem zufolge wir alle, die Vögel, die Bienen, ja das gesamte gegenwärtige und vergangene Leben um uns herum aus ein paar chemischen Reaktionen hervorgegangen sind, die sich vor einigen Milliarden Jahren auf irgendwelchen komischen Steinen abspielten. Im 16. Jahrhundert wäre man als Anhänger einer solchen Theorie vermutlich wegen Ketzerei verurteilt und enthauptet worden. Und noch vor 50 Jahren hätte es für manche womöglich die akademische Karriere vorzeitig beendet

SOLVİN ZANKL



**SCHLANGENSTERN**  
Auch der Vertreter von *Ophiurida* sp. fand sich an den steil in die Tiefsee abfallenden Hängen der Sankt-Peter- und-Sankt-Pauls-Felsen.



**SEESTERNARME**  
Die Arme gehören einer *Coronaster*-Art.



**STACHELHÄUTER IM DETAIL**  
Die Nahaufnahme zeigt anatomische Einzelheiten des *Coronaster*-Arms.