

MAX-PLANCK-INSTITUT  
FÜR MARINE  
MIKRO  
BIOLOGIE



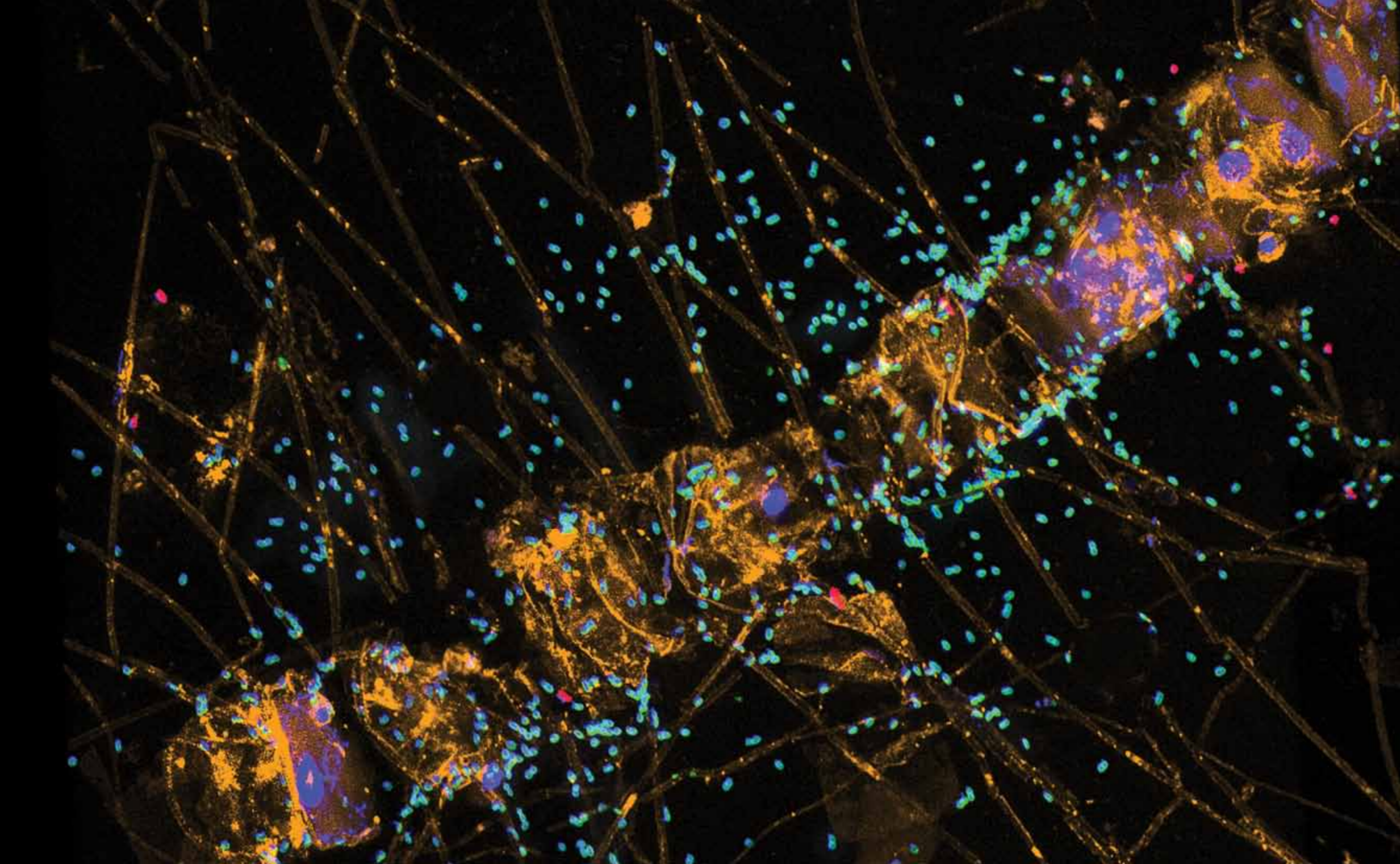
„No water, no life.  
No blue, no green.“

*Sylvia Earle, Meeresbiologin*

- 4 Was wir forschen**
- 14 Wo wir forschen**
- 22 Wie wir forschen**
- 32 Wer wir sind**

## Was wir forschen

Mikroorganismen sind klein, aber sie bewirken Großes: Bakterien, Viren und andere Mikroben haben unsere Welt gestaltet und tun es noch. Blaualgen etwa, sogenannte Cyanobakterien, haben einst durch ihre Photosynthese dafür gesorgt, dass freier Sauerstoff entstand. Nur dadurch wurde es möglich, dass überhaupt sauerstoffatmende Lebewesen existieren können. Und das ist nur ein Beispiel: Mikroben beeinflussen die weltweiten Stoffkreisläufe in ganz großem Stil – in der Luft, im Boden und im Meer. Marine Mikrobiologinnen und Mikrobiologen wie wir haben sich den Winzlingen in den Ozeanen verschrieben, jenen im Wasser und jenen im Meeresboden. Selbst unter der Meeresbodenoberfläche leben viele, noch wenig bekannte Mikroorganismen. Auch sie „mischen mit“ in der Chemie der Ozeane. Wir wollen verstehen, wie dieser Kosmos der Winzigkeit funktioniert und was ihn treibt.



## 300-mal

mehr Lebensraum bieten die Meere im Vergleich zum Land.

## > 10.000

Bakterien von mehr als tausend Arten tummeln sich auf einem einzigen Sandkorn.

## ≈ 365.000 Kilometer

Küstenlinie gibt es auf der Welt. Diese Zahl umfasst die Küsten aller Kontinente und die der meisten Inseln. Viele kleine Inseln sind nicht mitgezählt – doch auch so reicht diese Strecke fast neunmal am Äquator um die Welt oder einmal bis zum Mond!

## ≈ 11.000 Meter

misst das Meer an seiner tiefsten Stelle. Sie liegt im Marianengraben, einer Tiefseerinne im Westpazifik.

## 2/3

des Planeten sind von Wasser bedeckt.

### Kosmos der Winzlinge

Die Mikrobiologie richtet ihr Augenmerk auf die Mikroorganismen und deren Wechselwirkungen mit der Umwelt. Wer ist wer und was kann welche Art? Für die Antworten darauf analysieren wir die Mikroben jeweils bis in ihre kleinsten Bestandteile hinein – und finden immer wieder Erstaunliches und Faszinierendes.

## ≈ 1 Milliarde

Mikroben leben in einem Liter Meerwasser.

### Klein mit großer Rolle

Mikroorganismen spielen eine Hauptrolle für unseren Planeten und seine Bewohner. Einzeller, die man oftmals ohne Mikroskop gar nicht sehen kann, beeinflussen unser Leben maßgeblich. Mittels molekularer Ökologie erforschen wir die Vielfalt und Funktion der winzigen „Strippenzieher“ im küstennahen Wattenmeer und im offenen Ozean, an der lichtdurchfluteten Oberfläche und in der rabenschwarzen Tiefsee.

## ≈ 95 Prozent

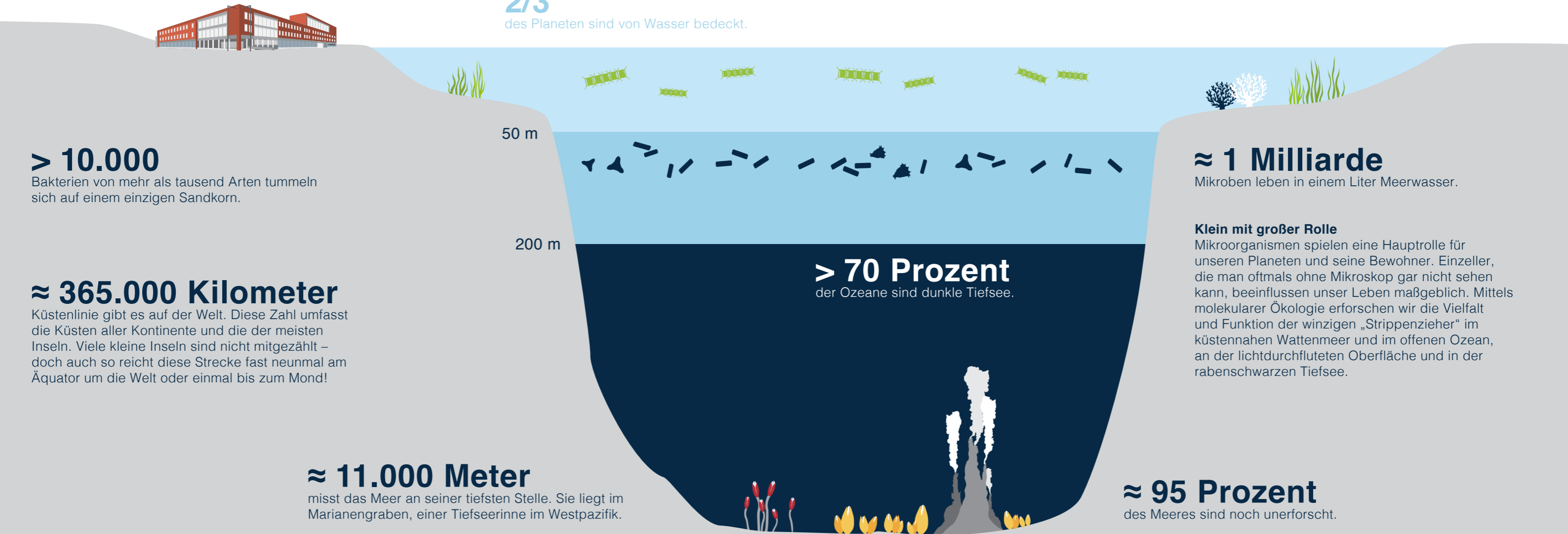
des Meeres sind noch unerforscht.

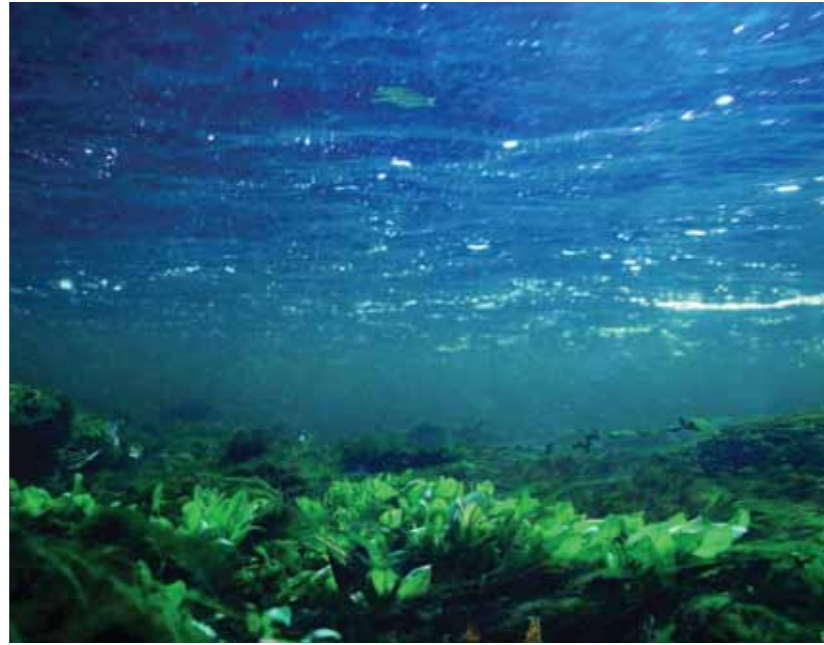
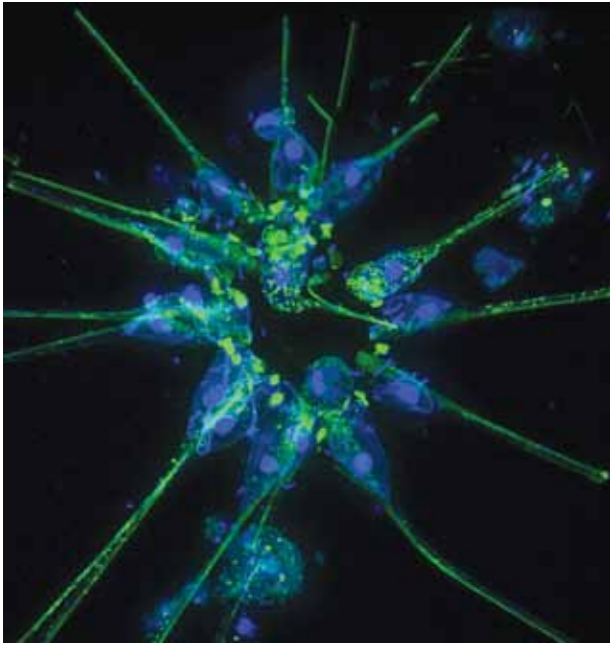
50 m

200 m

## > 70 Prozent

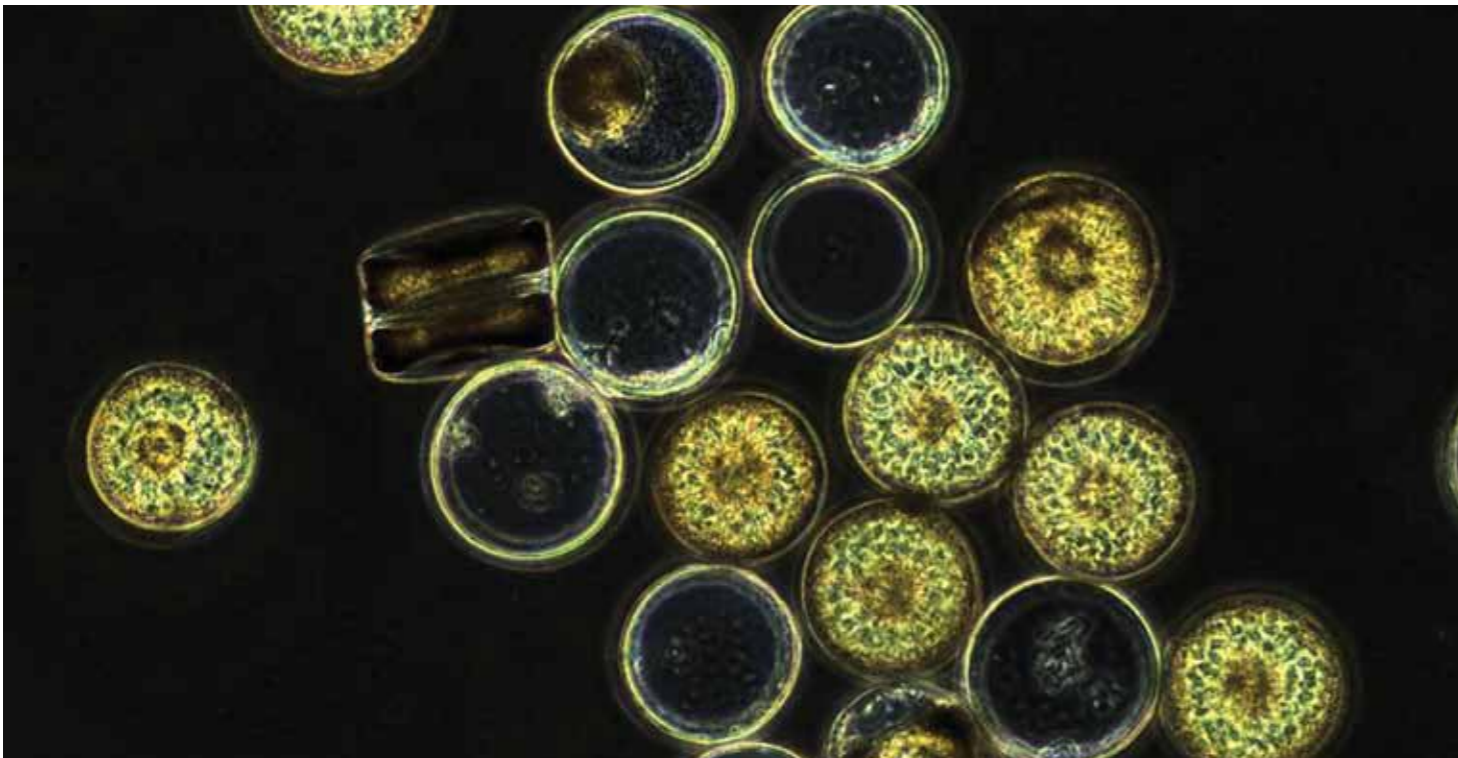
der Ozeane sind dunkle Tiefsee.





### Die Putzkolonie kommt – immer die gleichen Bakterien räumen auf

Die Tage werden länger, die Temperaturen steigen, das Grün sprießt – auch im Meer: Jedes Frühjahr wachsen in der Nordsee winzige Algen, es kommt zu einer „Algenblüte“. Per Photosynthese binden die Algen Kohlendioxid aus der Luft. Nach einiger Zeit sterben sie ab, Bakterien zersetzen ihre Überreste. Dabei wird das aufgenommene Kohlendioxid teils wieder frei. Aber wie groß sind die Mengen genau? Dafür müssen wir zunächst verstehen, wie der Bakterien-Aufräumtrupp arbeitet. Während jedes Jahr andere Algenarten die Blüte dominieren, treten immer wieder die gleichen mikroskopisch kleinen Saubermacher an. Offenbar bestimmt nicht die Art der Algen, welche Bakterien sich vorrangig vermehren, sondern ihre Inhaltsstoffe, vor allem sogenannte Mehrfachzucker. Enthalten verschiedene Algen die gleichen oder ähnliche Zucker, können sie auch durch die gleichen bakteriellen Enzyme abgebaut werden.



### Schwer verdaulich oder Lebenselixier?

Erdöl, Methan oder Schwefelwasserstoff: Für das meiste Leben ist das alles andere als verträglich – für gewisse mikrobielle Spezialisten aber ist es ein Lebenselixier. Manche Bakterien etwa bauen mit Hilfe von Sauerstoff Erdöl ab, sie ernähren sich quasi davon. Andere wandeln Methan mit Hilfe von Eisen in Kohlendioxid um. Im Zuge dessen werden wiederum Stoffe freigesetzt, die andere Organismen nutzen können. Wir erforschen die mikrobiologischen und chemischen Prinzipien, die dahinterstehen: Welche Mikroben schaffen das, welche sind dabei möglicherweise besonders effizient? Was brauchen sie, um gut zu gedeihen? Könnte man ihr Wachstum gezielt fördern? Dann ließe sich die Natur womöglich anregen, sich etwa bei einem Ölunfall oder bei Abwasserverschmutzung quasi selbst zu reinigen.

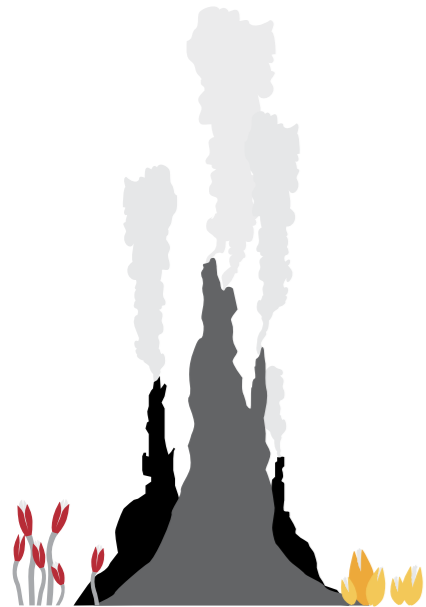
### Das Wir gewinnt

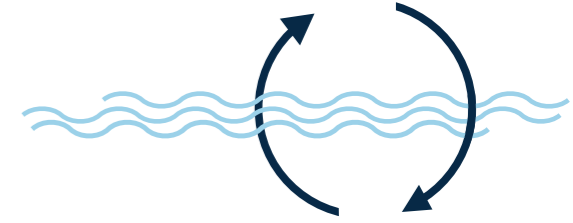
Zusammenarbeit zum Nutzen aller Beteiligten: Klingt gut, ist es auch. Solche sogenannten Symbiosen gibt es auch zwischen Bakterien und Tieren. Gemeinsam schaffen sie es, selbst die scheinbar unfreundlichsten Lebensräume zu besiedeln. Beispielsweise die Tiefsee – stockdunkel, eiskalt und nahrungsarm. Das Geheimnis heißt Chemosynthese: Bakterien nutzen Energie aus dem Meeresboden, zum Beispiel aus Methan oder Schwefelwasserstoff, und fixieren damit Kohlendioxid. Daraus bilden sie Zucker und andere Biomasse, mit denen sie ihre Symbiosepartner – beispielsweise Würmer und Muscheln – ernähren.



### Quid pro quo – Nicht ohne meinen Partner

An hydrothermalen Tiefseequellen, wo heißes, mineralreiches Wasser aus dem Meeresgrund strömt, sind Symbiosen allgegenwärtig. Photosynthese ist hier nicht möglich, denn kein Sonnenstrahl dringt bis hierher vor. Statt Licht nutzen die Mikroorganismen chemische Energie, beispielsweise aus Sulfid oder Methan, um Biomasse herzustellen. Und zwar jede Menge: So werden manche Röhrenwürmer hier mehrere Meter lang – ohne jemals selbst auch nur einen einzigen Happen zu essen. Vielmehr nehmen Bakterien unter ihrer Haut Sulfid aus dem Quellwasser auf und nutzen es als Energiequelle, um Kohlendioxid in Biomasse umzuwandeln. Davon ernähren sich dann die Würmer. Ähnliche „Lebensverträge“ gehen Bakterien mit Muscheln, Schnecken oder kleinen Krebschen ein – und das keinesfalls uneigennützig: Die Bakterien leben in ihren Wirten in behaglicher Sicherheit und stets nahe ihrer Nahrungsquelle. Quid pro quo.





### Hier stimmt die Chemie

Immer wieder anders, immer wieder neu: Das Leben ist stetiger Wandel. Wir erforschen die Kreisläufe verschiedener Stoffe in den Meeren, etwa von Kohlen- und Stickstoff. Und zwar von der Oberfläche bis in den Meeresgrund hinein. Hierfür richten wir den Blick im Kleinen auf die einzelne Zelle, im Großen auf das ganze Ökosystem. Wir untersuchen, wer beziehungsweise was die Prozesse steuert, wie sie sich beeinflussen und was das für den Ozean heute und in Zukunft bedeutet.



### Kreislauf mit Leck

Kohlenstoff kontrolliert das Klima, Stickstoff die Fruchtbarkeit: Der Nährstoff Stickstoff bestimmt, wie schnell und üppig Pflanzen gedeihen. Im Ozean gelangt Stickstoff mit dem Auftrieb aus der Tiefe ins Oberflächenwasser, wo dank dessen das Algenwachstum boomt. Aber auch Flusswässer tragen Stickstoffverbindungen ein, ausgewaschen aus den Äckern der Landwirtschaft – je stärker dort gedüngt wird, umso mehr. Ein Risiko, denn das Meer könnte „kippen“, weil es schlicht ein Überangebot an Stickstoff gibt. Ein mikrobieller Prozess im Ozean indes sorgt für chemischen Ausgleich: Sogenannte Anammox-Bakterien zersetzen Stickstoffverbindungen. Dabei wird Stickstoffgas frei, das in die Luft entweicht. So verliert die ozeanische Nahrungskette einen guten Teil des wachstumsankurbelnden Nährstoffs wieder. Das ändert dessen weltweite Bilanz und folglich auch diejenige des Kohlenstoffs. In langfristige Klimaabschätzungen ist das Anammox-Leck also unbedingt mit einzubeziehen.



## Wo wir forschen

Helles Aquamarin, schillerndes Türkis, sattes Saphir. Angenehm lau, erfrischend kühl, klirrend kalt. Der Ozean ist nirgends gleich. Entlang der Westküsten der Kontinente herrscht Auftrieb. Kühles, nährstoffreiches Wasser dringt aus der Tiefe ans Licht. Dort bringt es viele Algen zum Wachsen – ein reich gedeckter Tisch für das Leben im Meer. Im offenen Ozean dagegen fällt das Angebot viel magerer aus. Von den Polen zum Äquator ändert sich der Salzgehalt. Von oben hinunter bis zum Grund schwindet rasch das Licht, es steigt der Druck und es sinkt die Temperatur. Ganz unten, im Sediment, gibt es schon dicht unter der Oberfläche oft keinen Sauerstoff mehr. Und alldem trotz das mikrowinzige Leben: Überall haben Mikroorganismen kreative Lösungen für die Herausforderungen entwickelt. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Orte, an denen wir forschen. Wir fahren mit Schiffen vom Nordpol über die Tropen bis zum Südpazifik, nehmen Proben am Strand oder auf dem offenen Meer, von der Meeresoberfläche und bis viele Tausend Meter hinunter in den Meeresboden.



## > 200 Meter tief

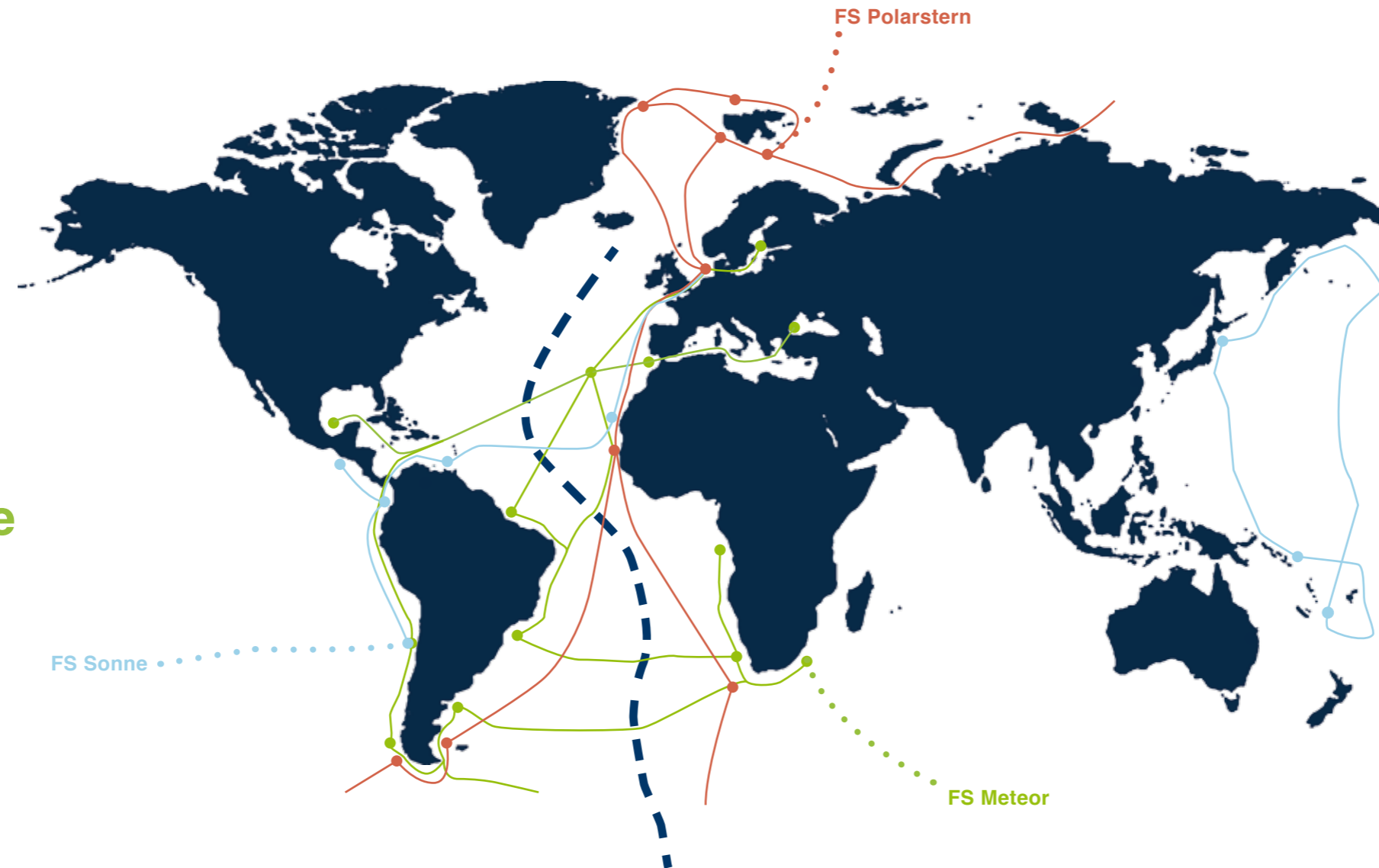
Hier beginnt die ozeanische Nacht. Hierhin dringt kein Licht mehr vor. Es ist kalt, die Nahrung knapp. Aufnahmen von Unterwasserkameras zeigen, dass man hier nur vereinzelt auf Lebewesen trifft. Doch auch in dieser Unterwasserwüste gibt es manche Oase – etwa an heißen und kalten Quellen.

## > 1/3 der Meeresoberfläche

Ein Ozean der Superlative: Der Pazifik ist das größte Weltmeer, hier gibt es das klarste Wasser und der Meeresboden des Südpazifiks hat den geringsten Anteil an organischer Substanz, der je gemessen wurde. Wir erforschen, wie die kleinsten Meeresbewohner in dieser scheinbar endlosen und kargen Ozeanwüste überleben.

## ≈ 65.000 Kilometer

Wie die Naht auf einem Baseball zieht sich der Mittelozeanische Rücken um den Globus. Hier schieben sich die Erdplatten langsam auseinander. Etwa ein Drittel davon bildet der Mittelatlantische Rücken, entlang dessen wir von den Azoren bis südlich des Äquators hydrothermale Quellen und deren Bewohner erforschen.

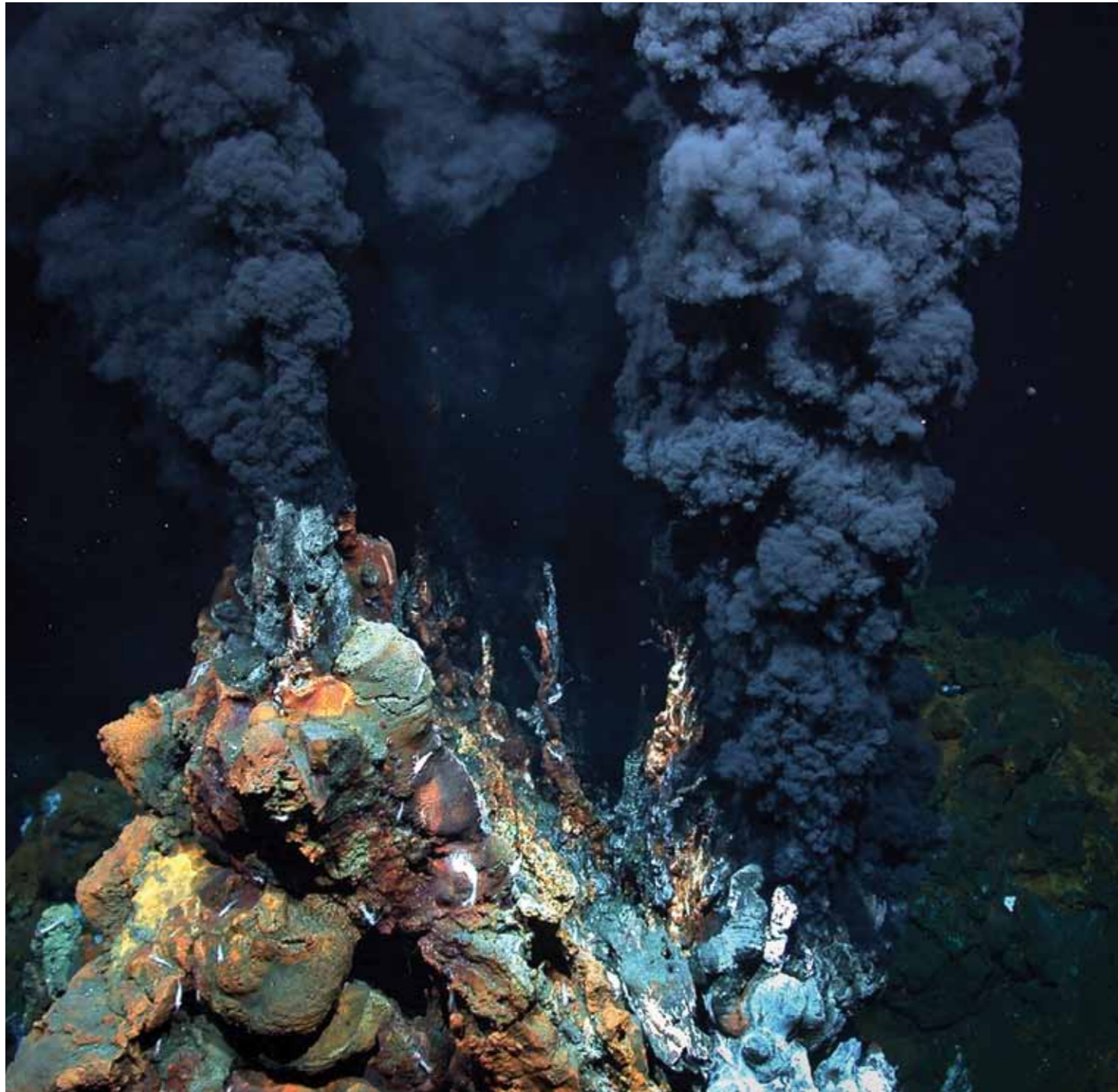


## > 300 °C

Mehr als kochend: So heiß ist das Wasser, das an Schwarzen und Weißen Rauchern aus dem Boden quillt. Manche Mikroben schreckt das nicht ab, sie gedeihen auch noch bei Temperaturen von bis zu 120 °C. Im Gegenteil: Sie blühen rund um die Tiefsee-Sauna erst richtig auf.

## > 42.000 Seemeilen

Diese Strecke legen die großen deutschen Forschungsschiffe jedes Jahr auf den Weltmeeren zurück. Sie bringen unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an die Orte, die im Zentrum unserer Forschung stehen – von der Nordsee an ferne Küsten und bis in die Mitte des Ozeans, von den Polen bis in äquatoriale Breiten: Um die Meeresmikroben zu verstehen, wollen wir sie in ihrem natürlichen Umfeld kennenlernen. Dabei sammeln wir auch viele Proben zur Analyse im heimatischen Labor.



### Eine Frage des Geschmacks

Manche Mikroorganismen sind Generalisten. Wir finden sie nahezu überall im Meer. Andere haben deutliche Vorlieben, etwa in Sachen Temperatur oder Sauerstoffgehalt. Sie trifft man nur dort an, wo gerade für sie die richtigen Bedingungen herrschen. Doch selten ist nicht gleich unwichtig. Daher erforschen wir nicht nur, wie häufig und wie weit verbreitet Organismen sind, sondern auch, wie aktiv sie sind. Ein Beispiel: Mikroorganismen, die Stickstoff fixieren. Manche dieser Arten sind sehr zahlreich, aber kaum aktiv. Andere sind deutlich seltener, dafür aber umso umtriebiger. Sie können das Meer regelrecht „düngen“.

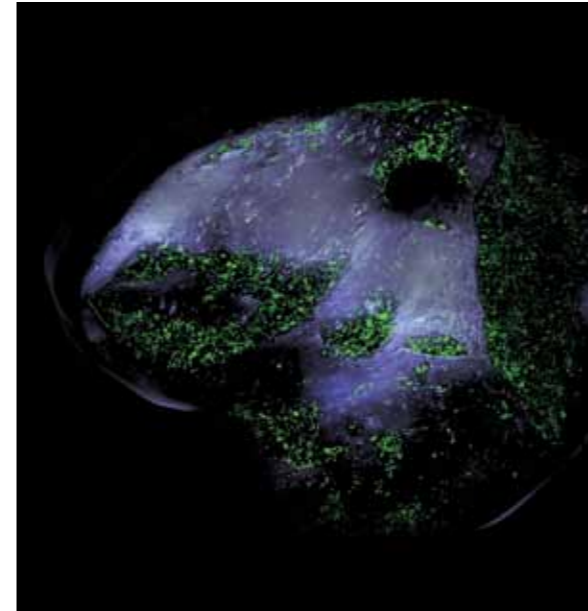
### Oasen des Lebens in der Tiefseewüste

Entlang des Mittelozeanischen Rückens driften die Erdplatten auseinander. Hier können Schwarze Raucher entstehen: Wärme aus dem Erdinneren erhitzt Wasser tief unter dem Meeresboden. Dieses Wasser ist reich an gelösten Mineralien und sprudelt aus dem Boden. Bei Kontakt mit dem kalten Ozean flocken die Mineralien aus und lagern sich ab, es entstehen meterhohe Schlote. Manche Mikroorganismen nutzen die dort ausströmenden gelösten Gase als Energiequelle und bilden die Basis für vielfältige und üppige Tiergemeinschaften – Oasen des Lebens in der Tiefseewüste. Solche Oasen entstehen auch anders: Kalte Quellen etwa bilden sich dort, wo eine Erdplatte unter eine andere geschoben wird. An vielen Stellen tritt Methan aus dem Meeresboden aus. Besondere Mikroorganismen gewinnen Energie aus diesem Treibhausgas und lassen an den Quellen vielfältige Ökosysteme entstehen. Diese methanoxidierenden Mikroben kontrollieren wesentlich den Methanumsatz im Meer. Andernorts gibt es Unterwasser-vulkane, die Öl und Asphalt speien. Auch dort leben viele Tiere in Symbiose mit Bakterien, die Chemikalien aus dem Öl verwerten können. Sogar Walkadaver oder abgesunkene Baumstämme können – für begrenzte Zeit – genug Energie und Kohlenstoff für reichhaltiges Leben liefern.



### Geschützt zurückgezogen

Dünen, Matsch, Seehunde, Wattwürmer – das ist typisch Nordsee für die meisten Urlauber. Für uns hingegen ist der Strand ein großes Freilandlabor. Wir achten vor allem auf jene Küstenbewohner, die verborgen fürs Auge im Matsch leben: die Bakterien im Sand. Diese besiedeln die Sandkörner nicht gleichmäßig. Exponierte Flächen auf den Körnern sind nahezu unbewohnt. Ganz anders die Risse und Kuhlen. Dort sammeln sie sich dicht an dicht. In solchen Einbuchtungen sind die Mikroben gut geschützt – etwa, wenn das Wasser die Sandkörner herumwirbelt und diese aneinanderreiben. Auch vor Tieren, die den Sand nach Nahrung „abgrasen“, sind sie hier sicher.



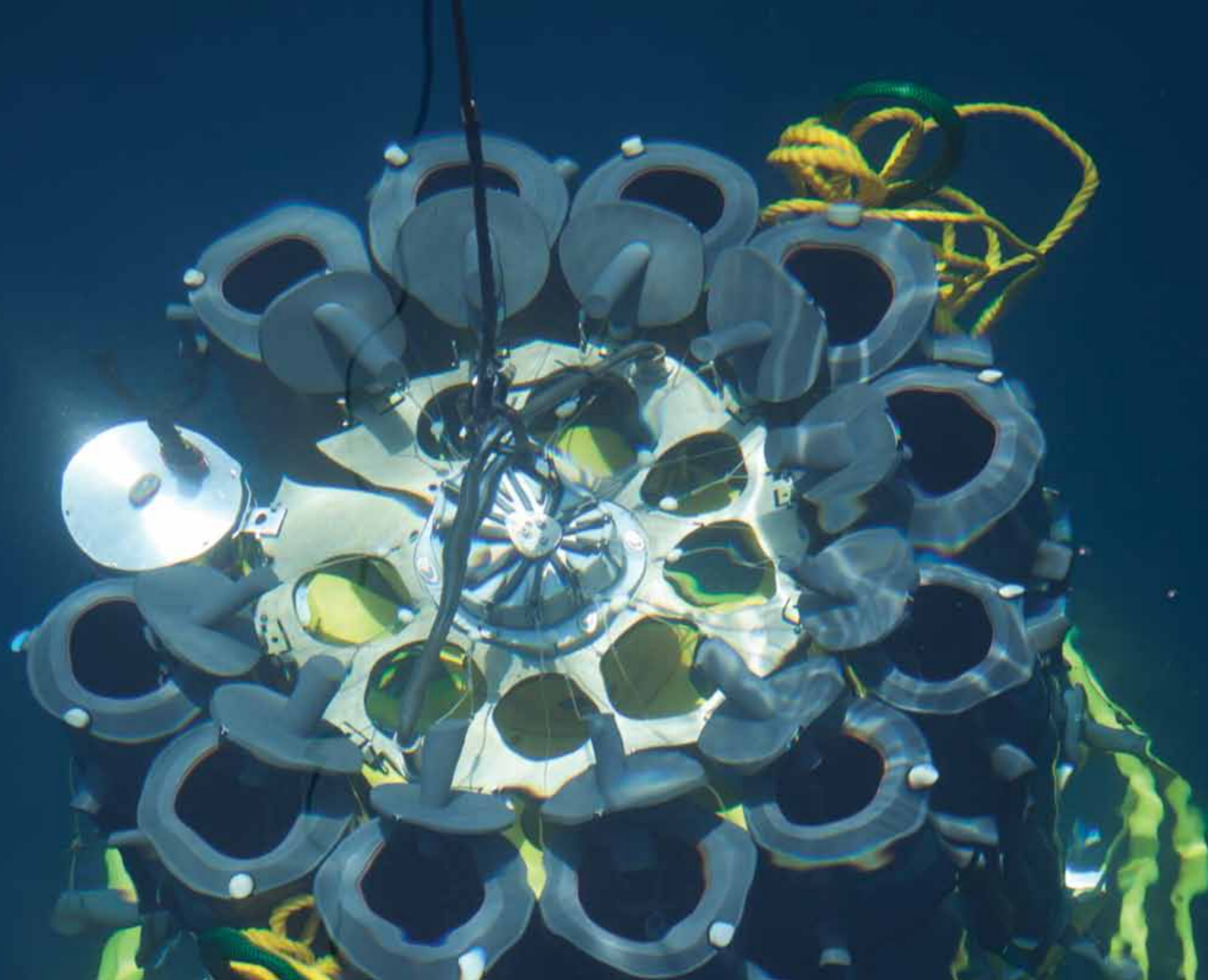
### Strand mit Filterfunktion

Einige Bakterienarten kommen fast auf allen Sandkörnern vor. Diese „Stammspieler“ nehmen nennenswerten Einfluss auf das Ökosystem: Viele der Stoffe, die das Wasser in den Boden spült, kommen nicht (oder nicht so) wieder heraus. Die Bakterien verarbeiten beispielsweise Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen und machen Sand zu einem riesigen, reinigenden Filter. Die Mikroorganismen im Sand entfernen zum Beispiel Nitrat, das aus der Landwirtschaft über die Flüsse in die Küstenmeere gelangt, und wandeln es in harmloses Stickstoffgas um. Ohne dieses bakterielle Recycling könnte es zu einer Eutrophierung der Meere kommen, die eine Fülle von Problemen, wie schädliche Algenblüten, mit sich brächte. Sande können so die Meere vor Schadstoffeinträgen der Flüsse bewahren.



# Wie wir forschen

Tiefen forschen dank Technik: Das Ende der Ozeane, der schmale Küstenstreifen, unmittelbar erlebbarer Kontaktpunkt zwischen Meer und Land, ist nur einer der vielen verschiedenen Lebensräume für Mikroben, die wir erforschen. Um die Mikrowelt auf dem offenen und auch tiefen Ozean zu erreichen, brauchen wir das größte Stück unserer Ausrüstung: Schiffe bringen uns bis zum jeweiligen Forschungsort. Auch Proben und Messdaten bekommen wir nur mit ausgefeiltem Gerät. Und haben wir dann Testtropfen Wasser und Mustermengen an Sediment, gilt es, die einzelnen Mikroorganismen darin und – noch viel diffiziler – deren innere Strukturen sichtbar zu machen. Unsere Herausforderung ist also nicht nur die Forschung selbst, sondern stets auch, wie sie am besten gelingen kann. Neue Geräte und Technologien dafür zu entwerfen, zu bauen und weiterzuentwickeln, gehört deshalb untrennbar zu unserer wissenschaftlichen Arbeit dazu.

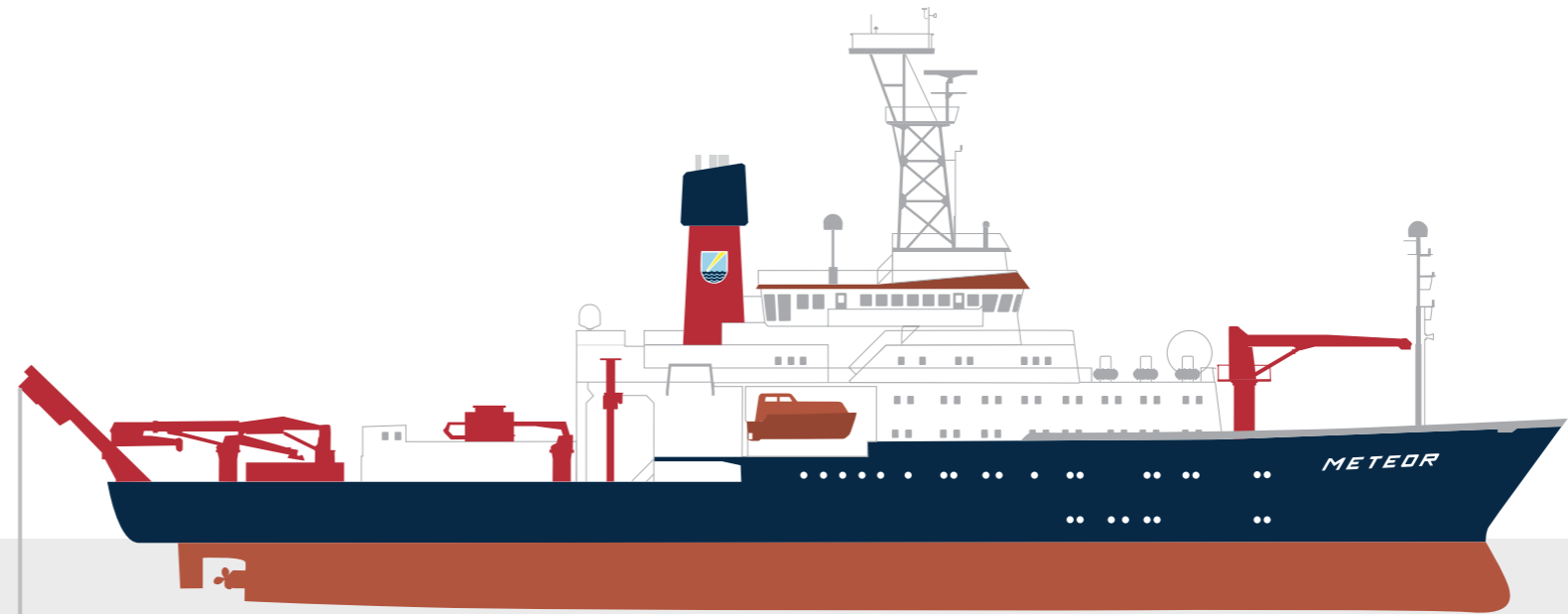
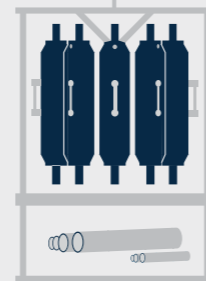


## ≈ 60 Wochen

So lange war „Tramper“ schon allein auf sich gestellt unterwegs. In mehreren tausend Metern Tiefe auf dem Meeresgrund ausgesetzt, bewegt sich der Roboter langsam vorwärts und misst regelmäßig den Sauerstoffgehalt im Meeresboden. Die Werte liefern Informationen über die Stoffkreisläufe vor Ort: Mikroorganismen zersetzen organisches Material aus den Resten abgestorbener Pflanzen und Tiere. Je mehr des organischen Materials aus oberen Wasserschichten herabsinkt, desto mehr Sauerstoff wird gezehrt.

## > 1 Jahr

Gut Ding will Weile haben. So ist das oft auch bei Forschungsgeräten. Zum Beispiel hat es viele Mitarbeitende und mehr als ein Jahr gebraucht, bis „Lance-A-Lot“ einsatzbereit war. Und immer noch wird dieses Gerät von uns weiterentwickelt und angepasst.

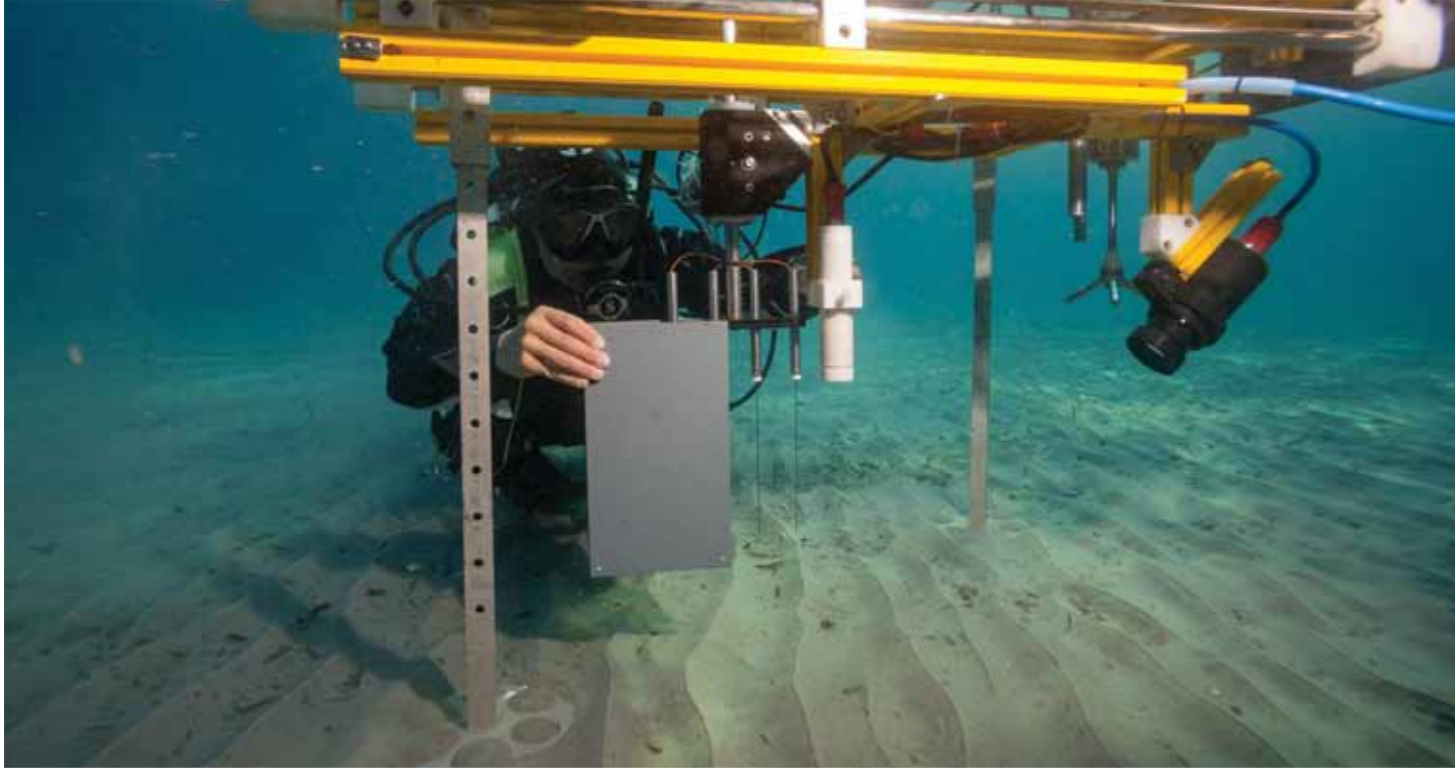


## Tausende Kilogramm

Wie kommt ein Forschungsgerät sicher vom Schiff ins Wasser und bis auf den Meeresboden? Zum Beispiel an einem starken Kabel. Und das ist selbst ein Schwergewicht: Ein 1,8 Zentimeter dickes Kabel wiegt 1,2 Kilogramm pro Meter. Das läppert sich: Um den Grund eines Tiefseegrabens zu erreichen, müssen wir schon mal fast 10.000 Kilo Kabel zu Wasser lassen!

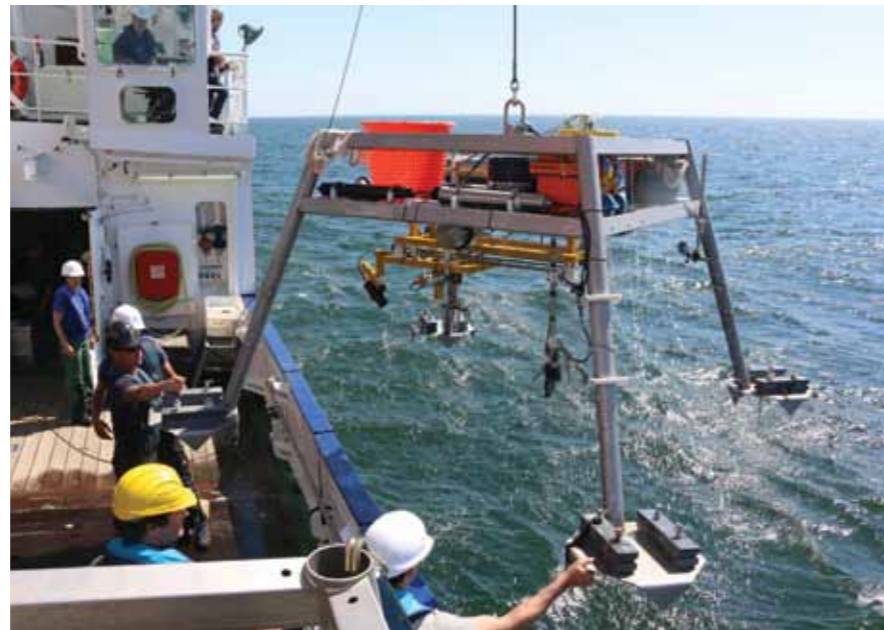
## 20 bis 50 Mikrometer

Haargenau messen: Unsere nadelähnlichen Mikrosensoren sind meist feiner als ein menschliches Haar. Mit den extrem dünnen Glaskapillaren können wir die Bedingungen auf kleinstem Raum und in unmittelbarer Umgebung eines einzelnen Bakteriums untersuchen. Damit die Sensoren auch perfekt zu unseren wissenschaftlichen Fragen passen, bauen wir sie meistens selbst.



### Super Zoom: Einblick jenseits der Auflösung

Die meisten Mikroben entziehen sich dem bloßen Auge. Da hilft das Mikroskop, damit können wir einzelne Zellen sehen. Aber wir wollen es noch genauer wissen. Mit hochauflösenden Mikroskopen erkennen wir sogar die Strukturen im Zellinneren eines Mikroorganismus. Selbst einzelne Gene werden mit der richtigen Technik sichtbar! Diese Objekte liegen an der Auflösungsgrenze – dem Abstand, den zwei Dinge mindestens haben müssen, um optisch noch getrennt wahrnehmbar zu sein. Dafür gibt es technische Tricks: Beispielsweise können wir fluoreszierende Moleküle in den Zellen zum Blinken bringen. Durch anschließende Berechnungen am Computer entsteht ein Bild, das uns zeigt, wo genau sich die einzelnen Moleküle in einer Probe befinden. So können wir Zellstrukturen etwa fünf- bis zehnmals genauer abbilden als mit herkömmlicher Fluoreszenzmikroskopie allein.

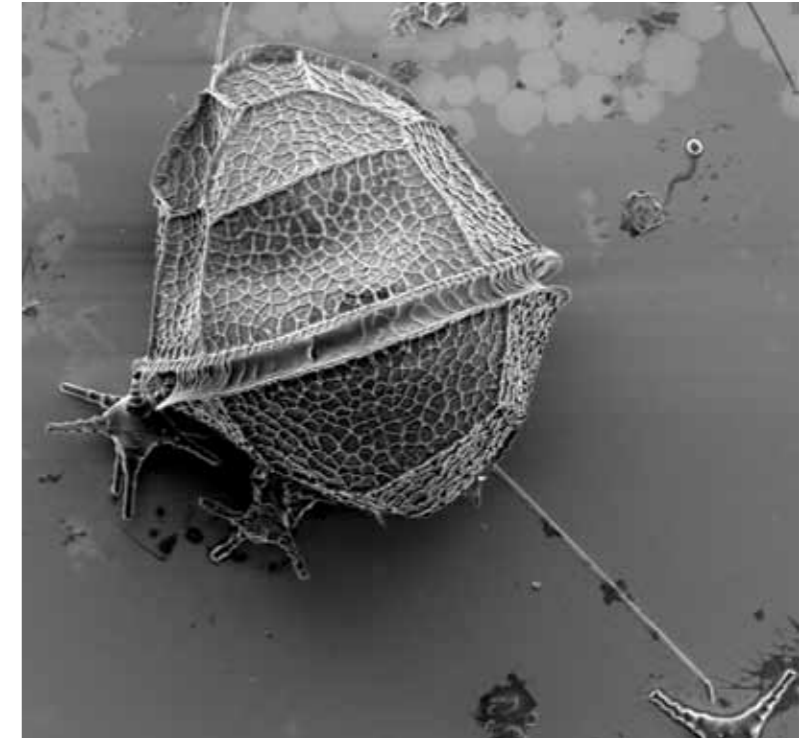


### Lance-A-Lot: Ganz schön vermessen

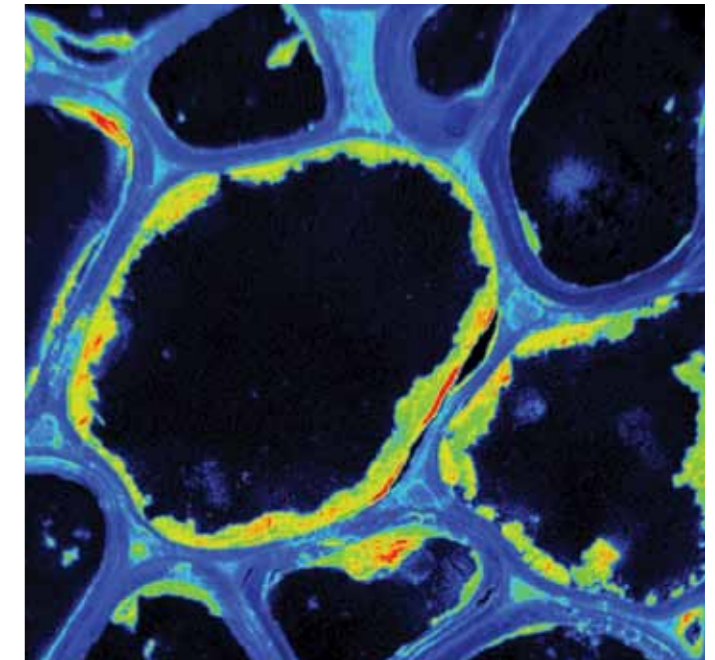
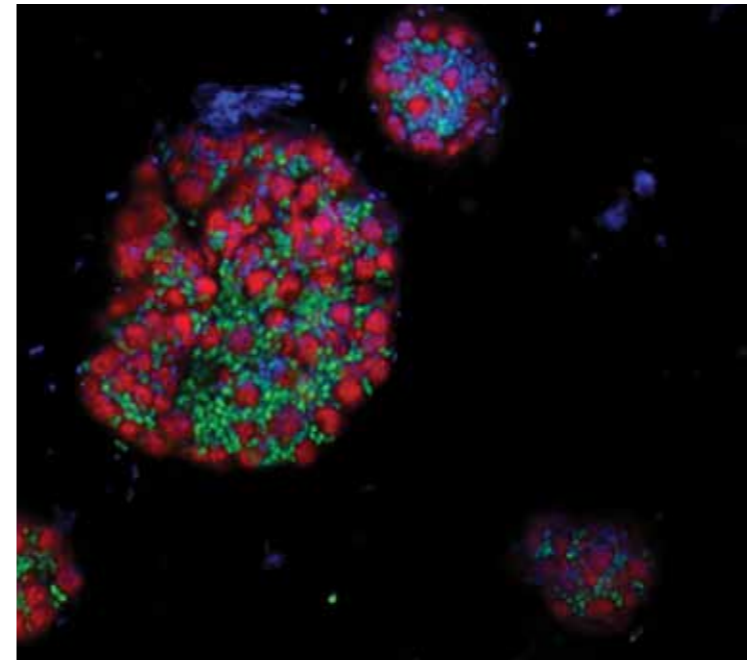
Wie der sagenhafte Ritter aus König Artus' Tafelrunde hat „Lance-A-Lot“ besondere Kräfte: Er misst gleichzeitig die Strömungsgeschwindigkeit, die Form des Meeresbodens und den Sauerstoffgehalt im Sand. Bei Rippeln etwa können Sauerstoff und Nährstoffe tiefer ins Sediment dringen als bei glatter Oberfläche. Die unter Rippeln ansässigen Mikroorganismen sind so besser versorgt. Die Strömungsgeschwindigkeit wiederum beeinflusst, was und wie viel die Bakterien im Sand veratmen und was im Wasser übrig bleibt.

**NanoSIMS: Punktgenau betrachtet**

NanoSIMS steht für „Nanoscale Secondary Ion Mass Spectrometre“. Dieses Massenspektrometer hat eine besondere Optik, die eine enorme räumliche Auflösung schafft: Wir können damit Dinge beobachten, die 50 Nanometer winzig sind – also ein Zwanzigstel eines Millionstel Meters. Zum Beispiel untersuchen wir so die Strukturen und Vorgänge in einer einzelnen Zelle, sehen ihr quasi beim Arbeiten zu. Das ist nahezu einmalig: Weltweit gibt es nur etwa 20 solcher Geräte. Unseres war das erste, das zur Beantwortung ökologischer Fragen eingesetzt wurde.

**FISH: Individuen identifizieren**

Mikroorganismen kann man ihrem Aussehen nach kaum unterscheiden. Dennoch hat jede Zelle ihren eigenen Fingerabdruck, der typisch für jede Art ist – das Erbmateriale. Ein Fall für FISH, die „Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung“. Sie macht bestimmte Abschnitte des Erbmateriale einzelner Zellen sichtbar. Unter dem Mikroskop werden diese Zellen dann zum Leuchten gebracht. FISH-Bilder von Mikroorganismen sehen aus wie ein Sternenhimmel, nur in verschiedenen Farben. Unsere Frage ist: Was erstrahlt wo? Mittels FISH können wir die Organismen in unseren Proben genau identifizieren.





### HyperDiver: Riffe kartieren

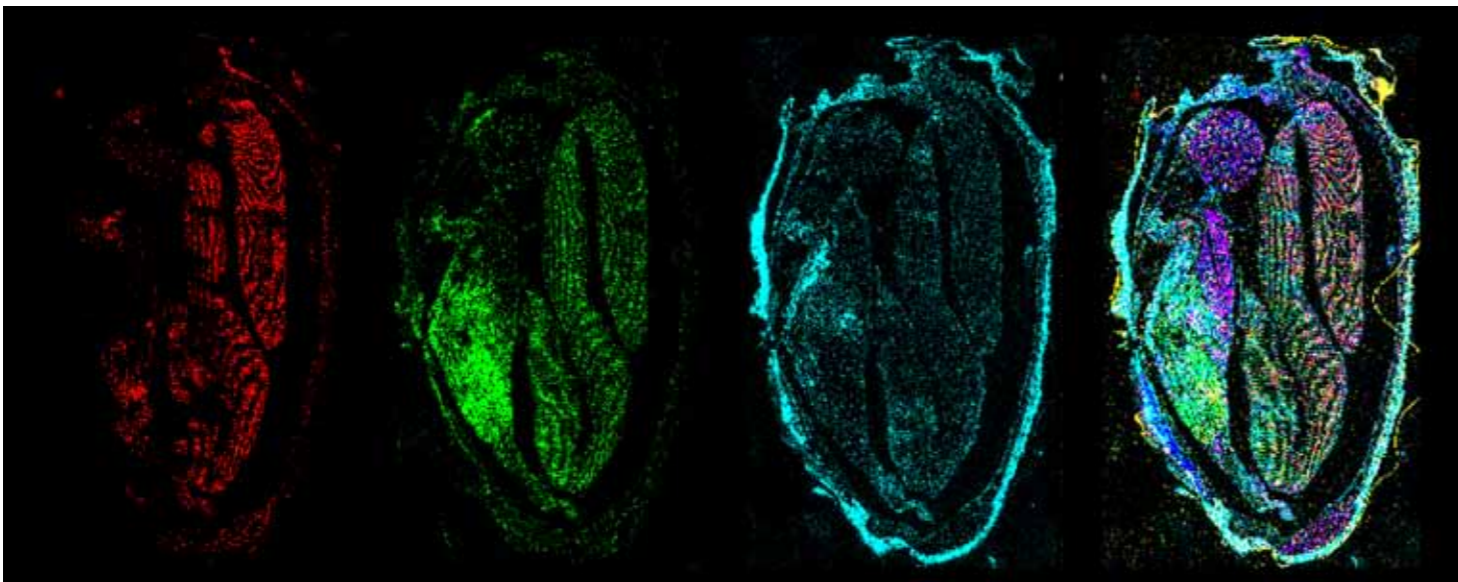
Korallenriffe sind wunderschön – und sehr empfindlich. Um sie zu schützen, müssen wir sie kennen und ihren „Gesundheitszustand“ ermessen. Aber wie geht das? Mit unserem HyperDiver. Er nutzt die Farben der Korallen: Je nach Art und Zustand ist ihr Farbspektrum ein anderes. Der HyperDiver „überwacht“ ein breites Spektrum an Wellenlängen – viel mehr, als das menschliche Auge sehen kann – und registriert so den Zustand des Riffs. Eine Bilderkennung und selbstlernende Software werten die Daten aus. Ein Taucher kann so bis zu 40 Quadratmeter Riff pro Minute zentimetergenau erfassen. Ein Spin-off-Team von unserem Institut hat diese Technologie nutzerfreundlich umgewandelt, das Ergebnis wird derzeit kommerzialisiert.

### Massenspektrometrie: Dem einzelnen Molekül auf der Spur

Beim Zusammenleben von Mikroben miteinander oder mit Tieren dreht sich alles um Moleküle. Von der Ernährung bis hin zur Kommunikation, fast immer sind Proteine, Lipide und ähnliches im Spiel. Wir machen diese Moleküle sichtbar und erlangen Einblicke in die Vorgänge innerhalb von Zellen und zwischen Zellen. Unser MALDI-MSI kann beispielsweise die Verteilung Tausender Molekülarten darstellen – ohne, dass wir diese vorher anfärben oder markieren müssen. Dieses Molekularmikroskop nutzt dazu die Molekülmasse der einzelnen Substanzen. Aus den Daten erstellen wir dann Bilder, aus denen wir erkennen, welcher Stoff wo und wie häufig vorhanden ist. Andere Massenspektrometer nutzen Isotope, das sind unterschiedliche Formen desselben Elements. Das Verhältnis der Isotope von Kohlenstoff verrät uns zum Beispiel viel über die mikrobielle Aufnahme von Kohlendioxid – und damit auch über den weltweiten Kohlenstoffkreislauf.

### Bioinformatik: Meer Wissen

Mit Hilfe der Bioinformatik gewinnen wir spannendes Detailwissen über einzelne Mikroben, aber auch ganze Ökosysteme. Das Erbmateriale von Mikroben, die DNA, birgt viel Information über deren Lebensstil und Fähigkeiten. Um die DNA zu untersuchen, müssten wir die Winzlinge im Labor züchten und untersuchen – nur klappt das bei den meisten Mikroorganismen nicht. Daher analysieren wir Umweltproben mit allen Mikroben, die sich darin befinden. Ein großer Mischmasch! Dank Bio-informatik behalten wir den Überblick: Wir analysieren beispielsweise kurze Stücke der DNA-Stränge und setzen diese dann am Computer zu langen Sequenzen zusammen. So lassen sich sogar komplette Genome einzelner Arten rekonstruieren.







## Wer wir sind

Mikroorganismen sind so winzig, dass Zehntausende von ihnen in einem Tropfen Wasser Platz finden. Ohne sie wäre unsere Welt nicht wie sie ist: Am Max-Planck-Institut in Bremen erforschen wir Mikroorganismen, die kleinsten Bewohner des Meeres. Welche Mikroben leben wo, wie und wovon? Was sind ihre typischen Merkmale und Eigenschaften? Und welche Rolle spielen sie in den biogeochemischen Stoffkreisläufen und damit für Umwelt und Klima? An unserem Institut suchen Expertinnen und Experten aus den verschiedensten naturwissenschaftlichen und technischen Fächern nach Antworten, und das meist in Pionierarbeit: Bis heute ist nur schätzungsweise ein Prozent der Mikroben im Meer kultiviert und gründlich erforscht. Immer wieder entdecken wir neue Mikroorganismen mit neuen Fähigkeiten – und schaffen so neues Grundlagenwissen und neue Perspektiven.

## Vielfältig eigenständig

Unsere Direktorinnen und Direktoren entwickeln eigenständig Ziele und Wege ihrer Forschung – eine Struktur, die die Max-Planck-Gesellschaft zu einem starken Anziehungspunkt für internationale Spitzenwissenschaftler macht. Ein Ausdruck dieses erfolgreichen Konzepts sind die zahlreichen Auszeichnungen und Preise, die die Arbeit unserer Forschenden wertschätzen – etwa der Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis, der ERC Advanced Grant oder die Bergey-Medaille.

## > 30 Nationen

An unserem Institut arbeiten Menschen aus mehr als 30 Nationen eng zusammen. In zahlreichen Projekten kooperieren sie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Einrichtungen weltweit.

## > 15 Fachrichtungen

Hoch spezialisiert und breitgefächert zugleich: Unsere Forschenden besitzen tiefgreifendes Fachwissen in ihrer jeweiligen Disziplin und arbeiten zusammen über die Grenzen der verschiedenen Fachgebiete hinweg – von Mikrosensoren bis Mikrobiologie, von Geochemie bis Genomanalyse und von Molekularökologie bis mathematische Modellierung.

## > 8000 Quadratmeter

So viel Platz nimmt unsere Forschung ein – diese Fläche umschließt Labors, Büros, Werkstätten, haustechnische Anlagen und Lagerhallen.





### Was noch? Viel mehr als Wissenschaft!

Ohne Nicht-Wissenschaftler keine Wissenschaft: Die Kompetenz und Hingabe unserer zahlreichen nicht-wissenschaftlichen Arbeitskräfte sind Eckpfeiler unseres Instituts und entscheidend für unseren Forschungserfolg. Mit Fachwissen und Erfahrung, Ausdauer und Hingabe sorgen sie dafür, dass von der Antragstellung über die Forschungsfahrt und Laborarbeit bis zur Veröffentlichung alles läuft.



### Hauseigene Gerätetechnik

Maßgeschneidert statt von der Stange: Wo wir arbeiten, hilft Standardausstattung meist nicht weiter. Starker Druck, große Temperaturunterschiede und die Unwägbarkeiten von Strömungen und Wellen – all dem müssen unsere Gerätschaften trotzen. In den hauseigenen Werkstätten wird daher entworfen, gebaut und angepasst, geschraubt und gelötet, um das passende Instrument für jeden unserer Forschungseinsätze zu entwickeln.

### Rundum exzellent

Unser Bibliothekar findet die verstecktesten Artikel und Bücher. Unsere Verwaltung kümmert sich um die Institutsfinanzen, hilft beim Beschaffen und Verwalten von Forschungsmitteln und organisiert unsere Reisen an die entlegensten Orte. Unsere IT-Belegschaft stellt sicher, dass Server und Computer reibungslos laufen. Unsere Haus- und Betriebstechnik hält Labors und Büros am Laufen. Und unser Presseteam präsentiert uns in Medien und Öffentlichkeit.

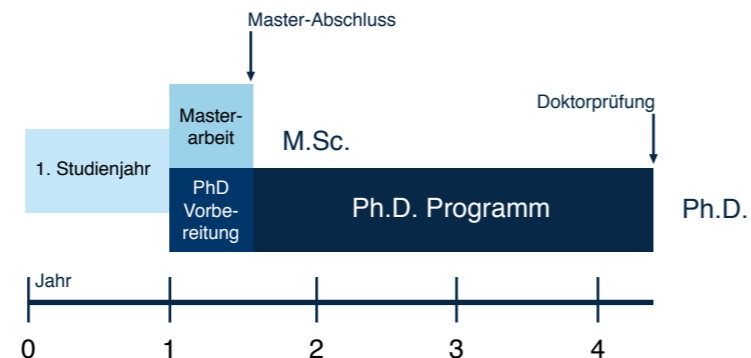


**MarMic: Unser Master- und Doktorandenprogramm**

Forscher, die Mikroben im Meer erforschen, müssen über Fachgrenzen hinwegsehen: Biologen, Chemiker, Ökologen, Physiker, Informatiker und Geologen und Forscher aus den dazugehörigen Teilgebieten müssen eng zusammenarbeiten. In MarMic, unserer International Max Planck Research School (IMPRS), schulen wir den wissenschaftlichen Nachwuchs darin, unsere Forschungsobjekte aus vielen Perspektiven zu betrachten. Auch dies ist Teamarbeit: An MarMic sind neben unserem Institut auch die Universität Bremen, die Jacobs University Bremen sowie das Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung beteiligt.

MarMic richtet sich an hochqualifizierte und motivierte nationale und internationale Studierende. Wir bilden eine neue Generation von Meeresforscherinnen und -forschern aus und geben ihnen das nötige Wissen mit auf den Weg, um das mikrobielle Leben und die Art und Weise, wie es unsere Biosphäre beeinflusst, besser zu verstehen.

Der Anfang des MarMic-Studiums besteht aus Vorlesungen und Seminaren, Praktika und Laborprojekten. Bereits nach dem ersten Jahr arbeiten die Studierenden an einer forschungsbasierten Masterarbeit, die sie nach sechs Monaten mit dem Master of Science (M.Sc.) abschließen. Im Anschluss können sie innerhalb von weiteren drei Jahren promovieren. Doktoranden nehmen an Fachvorträgen, Methodenkursen, Soft-Skills-Trainings, internationalen Konferenzen, Expeditionen und einer jährlichen Klausurtagung teil. Das Programm zielt unter anderem darauf ab, die Studierenden auf ihr internationales Forscherleben vorzubereiten, deswegen erfolgt der Unterricht in englischer Sprache.





### Der Weg zu uns

Öffentlich erreichen Sie uns vom Flughafen und Hauptbahnhof mit der Straßenbahnlinie 6. Aus anderen Stadtgebieten fahren die Buslinien 21, 22, 28 und 31 in Richtung MPI. Steigen Sie an der Haltestelle „Universität Zentralbereich“ aus. Von dort sind es noch etwa fünf Gehminuten zum Institutsgebäude (siehe Lageplan auf unserer Website).

Mit dem Pkw erreichen Sie uns über die A27. Nehmen Sie dann die Ausfahrt 19 „Bremen Horn/Lehe“ und folgen Sie den Schildern „Universität“ auf den Hochschulring. Biegen Sie an der Kreuzung Hochschulring/Wiener Straße links in die Wiener Straße. Unser Institut liegt auf der rechten Seite an der Kreuzung Wiener Straße/Celsiusstraße.

Von der A1 kommend, wechseln Sie zuvor am „Bremer Kreuz“ auf die A27 Richtung Bremerhaven.

### Koordinaten

53° 6' 34,74" N 8° 50' 51,251" O

### Informationen

Mehr über unsere Forschung erfahren Sie unter:  
 Internetseite / [www.mpi-bremen.de](http://www.mpi-bremen.de)  
 Twitter / @MarineMicrobio  
 Facebook / @max.marinemikrobiologie  
 Youtube / @MPI Marine Microbiology  
 MarMic / [www.marmic.mpg.de](http://www.marmic.mpg.de)

# Impressum

**Herausgeber** / Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie / www.mpi-bremen.de / Celsiusstraße 1 – 28359 Bremen – Deutschland / contact@mpi-bremen.de / 0421 2028 50

**Fotos / S.4/5** – Alge (*Chaetoceros*), I. Bakenhus, 2013 MPIMM / **S.8/9** – 1: Alge (*Aristerionella*), C. Bennke, 2013 MPIMM - 2: Wassersäule, Shutterstock (Kichigin) - 3: Alge (*Coscinodiscus*), Craig Stephan Robb, MPIMM / **S.10/11** – Tiefseemuscheln (*Bathymodiolus*), MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften / **S.12/13** – 1: Aufsteigende Gase, Shutterstock (Amanda Nocholls) - 2: Sediment mit Algen, Shutterstock (Ethan Daniels) - 3: Weltkugel mit Algenblütenverteilung, Shutterstock (Anton Balazh) / **S.14/15** – Auf dem Forschungsschiff Sonne, Manfred Schulz, FS SONNE 242-2 2015, MPIMM / **S.18/19** – Schwarzer Raucher in der Tiefsee, MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften / **S.20/21** – 1: Vergrößerung Sandkorn, David Probandt, MPIMM - 2: Küstenansicht Spiekeroog, Shutterstock (Blue Crayola) -3: Sandbodenrippel, Shutterstock (Pietro Meloni) / **S.22/23** – CTD unter Wasser, Laura A. Bristow, MPIMM / **S.26/27** – 1: Lance-A-Lot unter Wasser, Hydra - Institut für Meereswissenschaften - 2: Wassertropfen unterem Mikroskop, Greta Reintjes, MPIMM - 3: Lance-A-Lot auf der FS Heincke, MPIMM, Marum - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften / **S.28/29** – 1: Ringelwurm (*Olavius algarvensis*), Alexander Gruhl, MPIMM - 2: SEM-Aufnahme, Sten Littmann, MPIMM - 3: Konsortium Bakterien und Archaeen, 2014 Katrin Knittel, MPIMM - 4: NanoSIMS-Scan von einem Seegraswurzel-Querschnitt, Sten Littmann u. Nadine Lehnen, MPIMM / **S.30/31** – 1: Korallenriff, Shutterstock (Borisoff) - 2: Aufnahmen im Korallenriff, Benjamin Mueller - 3: Maldi-Aufnahme einer Tiefseemuschel zeigt die Verteilung von Molekülarten, Benedikt Geier, MPIMM / **S.32/33** – Foyer des MPI-Institutes, Alina Kegel, MPIMM / **S. 36/37** – 1: Außenansicht des Max-Planck-Institutes, Alina Kegel, MPIMM - 2: Außenansicht Landerhalle des MPI, Alina Kegel, MPIMM - 3: Mitarbeiterfoto 25-Jahr-Feier 09/2017, Naomi Esken, MPIMM - 4: Wissenschaftler an Bord der Heincke, MPIMM, MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften / **S. 38/39** – 1: Feldarbeit, Josephine Rapp, MPIMM - 2: Ergebnis-diskussion im Labor, MarMic, MPIMM - 3: Minisymposium mit Posterpräsentation, MarMic, MPIMM, 4: MarMic-Studenten bei der Probenahme, Melissa Duhaime, MPIMM / **S. 40/41** – FS Sonne, Prof. Dr. Oliver Zielinski, ICBM

**Grafiken / Cover / S.6/7 / S.16/17 / S. 24/25 / S. 34/35** – Alina Kegel, MPIMM

**Texte** / Cornelia Reichert, wortboten – Fanni Aspetsberger, MPIMM

**Zitate / S.2** – „No water, no life. No blue, no green.“ – Sylvia Earle, Meeresbiologin / **S. 43** – „Science is not a heartless pursuit of objective information; it is a creative human activity.“ – Stephen Jay Gould, Paläontologe

**Konzept** / Alina Kegel, MPIMM – Fanni Aspetsberger, MPIMM – Cornelia Reichert, wortboten

**Layout & Satz** / Alina Kegel, MPIMM

**Druck** / Stürken Albrecht Druckgesellschaft, Bremen – Papier Circleoffset Premium White 140 g/m<sup>2</sup>, 250 g/m<sup>2</sup>

**Auflage** / 2018 - 1. Auflage - 1500 Stück

„Science is not a heartless  
pursuit of objective information;  
it is a creative human activity.“

*Stephen Jay Gould, Paläontologe*

[www.mpi-bremen.de](http://www.mpi-bremen.de)