



## MEERESMIKROBEN unter der Lupe

**Was fällt dir ein, wenn du das Wort Mikroben hörst? Etwas, das für das normale Auge unsichtbar ist und uns krank macht? Das ist sicher richtig. Aber nur, weil einige Mikroben Krankheiten verursachen, sind nicht alle schlecht.**

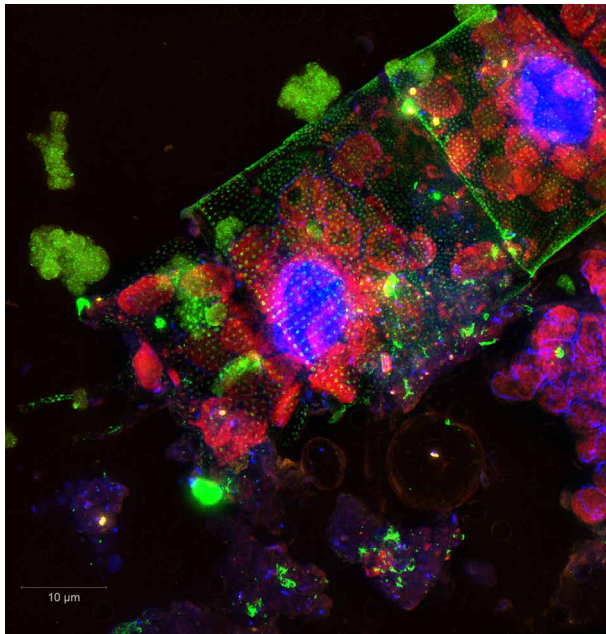
In den Weltmeeren leben überwiegend gute Mikroben. Sie sind für die Gesundheit unseres Planeten von großer Bedeutung. Leider weiß man noch viel zu wenig über die meisten Mikroorganismen in den Meeren und ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt. Deshalb ist es wichtig, herauszufinden, welche Mikroben hilfreich für uns sind und welche Aufgaben sie übernehmen. Diese Informationen können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern dabei helfen, globalen Herausforderungen zu begegnen, wie beispielsweise dem Klimawandel und der Verschmutzung der Meere.

Leider ist es sehr schwierig Meeresmikroben zu untersuchen. Sie sind winzig, kommen in großer Menge und Vielfalt vor und leben in einem riesigen Zuhause, dem Ozean. Deshalb brauchen wir Eure Unterstützung! Helft uns **am 21. Juni, dem Ocean Sampling Day**, Wasserproben zu nehmen, damit wir die Mikroorganismen in den Ozeanen besser verstehen können.

Marine Mikroorganismen sind mikroskopisch kleine, einzellige Organismen (**Abbildung 1**), zu denen Bakterien, Viren, kleine Algen und Archaeen zählen. Archaeen sind Bakterien sehr ähnlich. Viele von ihnen können unter extremen Umgebungsbedingungen leben. Sie kommen zum Beispiel in vulkanischen Thermalquellen mit Wassertemperaturen von über 80 Grad Celsius vor genauso wie in Tümpeln mit hohem Salzgehalt.

### Abbildung 1:

Das Bild zeigt Mikroorganismen auf einer Alge. Die Mikroben wurden mit Hilfe eines Farbstoffes sichtbar gemacht. © Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie / P. Gomez-Perreira / B. Fuchs



Marine Mikroorganismen sind zwar winzig, existieren aber in sehr großer Anzahl überall im Ozean – beginnend an den tiefsten Stellen am Meeresboden bis hin zur sonnendurchfluteten Wasseroberfläche. Ein Tropfen Meereswasser enthält mehrere Millionen Mikroben. Es gibt in einem Liter Meerwasser also mehr Mikroben als Menschen auf der gesamten Erde! Sie sind nicht nur die unsichtbare Mehrheit im Ozean, dem größten Ökosystem der Welt, sondern sie bilden auch die Grundlage des Nahrungsnetzes im Meer, sind für das Recycling von Nährstoffen verantwortlich und für vieles andere mehr. Deshalb werden sie auch als die Antriebsmotoren der Ozeane bezeichnet: Sie sind unentbehrlich für die Funktionsweise der Weltmeere, die ohne sie in ihrer jetzigen Form nicht existieren könnten.

Meeresmikroben wirken sich auf unser tägliches Leben und unser Wohlbefinden aus. Das gilt unabhängig davon, wo wir leben. Eine ihrer Aufgaben ist beispielsweise die Photosynthese, ein Prozess, von dem du vielleicht in Verbindung mit Pflanzen schon einmal gehört hast. Wie die Pflanzen können auch einige Mikroorganismen im Meer, etwa die Cyanobakterien, mithilfe der Lichtenergie der Sonne Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser in Zucker umwandeln. Während dieses Vorgangs wird Sauerstoff (O<sub>2</sub>) produziert und an die Umwelt abgegeben. Wissenschaftler gehen davon aus, dass rund die Hälfte der weltweiten Sauerstoffproduktion im Meer erfolgt, während die andere Hälfte aus anderen Lebensräumen wie Wäldern oder Böden stammt. Meeresmikroben produzieren somit den Sauerstoff für jeden zweiten deiner Atemzüge! Ein weiteres Beispiel für ihre Bedeutung ist die Fähigkeit einiger Mikroben, Öl abzubauen. Einige Arten ernähren sich davon und können deshalb helfen, Ölteppiche nach Tankerunglücken zu beseitigen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Mikroben und den größeren Lebewesen auf unserem Planeten unterliegen einem empfindlichen Gleichgewicht und werden durch Umweltverschmutzung und sich wandelnde Klimabedingungen gefährdet. Um die Umwelt zu schützen, benötigen wir ein fundiertes Wissen über die Mikroben, die im Meer leben, ihre Funktionen, und wie sie untereinander und mit der Umwelt interagieren.



## Warum wissen wir so wenig über Mikroorganismen in den Meeren?

Bis vor kurzem benötigten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Mikroben-Reinkultur, um diese scheinbar einfachen Fragen beantworten zu können. Reinkultur bedeutet, dass eine einzelne Mikrobe im Labor ohne eine andere Art heranwachsen muss. Da sich diese Bedingungen im Labor sehr von denen in den Meeren unterscheiden, ist es extrem schwierig, Meeresmikroben zu züchten. Schätzungsweise können nur ein bis zehn Prozent der marinen Mikroorganismen im Labor kultiviert werden. Noch immer kennen wir die genauen Gründe dafür nicht. Glücklicherweise wurden in den letzten Jahren neue Techniken entwickelt, die eine Untersuchung von Meeresmikroben ermöglichen, ohne dass dazu eine Reinkultur im Labor nötig ist. Eine dieser Techniken wird **Next Generation Sequencing (NGS)** genannt. (siehe Infokasten)

### Wie funktioniert Next Generation Sequencing?

Die gesamten Informationen über eine Mikrobe oder jede Art von Zelle existieren in ihrer DNA. Die DNA ist das Molekül, das den genetischen Code von Organismen enthält und deshalb als Bauplan der Zelle bezeichnet werden kann. Dieser informiert die Zelle darüber, was, wann zu tun ist. Die DNA kann weiter in kleine Unterabschnitte unterteilt werden, die man als Gene bezeichnet. In der DNA eines Organismus gibt es Tausende Gene. Jedes Gen übernimmt eine spezifische Funktion. So enthält die menschliche DNA beispielsweise 25.000 bis 35.000 Gene, aber nur sehr wenige Gene sind für einzelne Merkmale wie für die Augenfarbe verantwortlich. Mit Hilfe der neuen Technik können Wissenschaftler die DNA einer kompletten Mikrobengemeinschaft 'lesen'. Dieser Ansatz wird auch als „Metagenom-Sequenzierung“ bezeichnet und liefert dem Wissenschaftler eine Liste der Gene aller Mikroben, die in einem bestimmten Gebiet leben.

Einige Gene kommen in allen Organismen auf der Erde vor und weisen dabei geringe aber dennoch bedeutende Unterschiede zwischen den Organismen auf. Ein Beispiel für ein solches Gen ist die „ribosomale RNA“ (rRNA). Da dieses Gen für jede Spezies einzigartig ist, kann es Wissenschaftlern als eine Art Fingerabdruck einer Mikrobenart dienen. Vielleicht hast du ja schon etwas von Fingerabdruckanalysen gehört, die im Zusammenhang mit strafrechtlichen Ermittlungen durchgeführt werden. Strafverfolgungsbehörden, wie etwa die Polizei, speichern alle Fingerabdrücke in riesigen Datenbanken, um sie mit Fingerabdrücken vergleichen zu können, die an Tatorten erfasst wurden. So kann die Polizei Menschen ausfindig machen, die Straftaten begangen haben. Das gleiche Prinzip verfolgen Wissenschaftler mit dem Genfingerabdruck von Mikroben. Sie nutzen das rRNA-Gen für ihre Suche in einer speziellen Datenbank, und fahnden nach einer positiven Übereinstimmung. So können sie die in ihren Proben enthaltenen Mikroben identifizieren und eine Antwort auf die Frage finden: „Welche Arten von Meeresmikroben gibt es im Meer?“

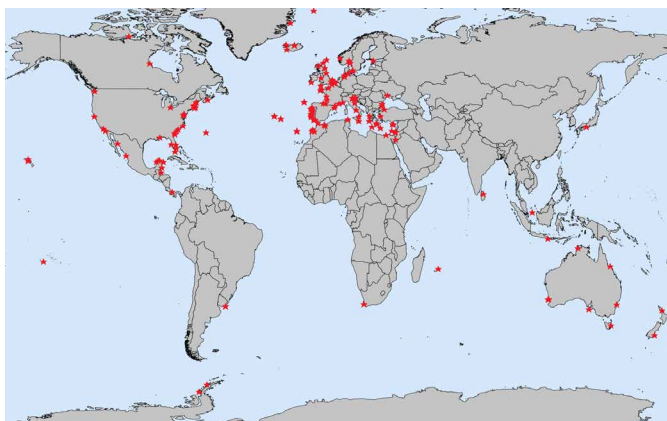
Wenn Wissenschaftler die in der DNA codierten Daten „lesen“, erfahren sie sehr viel über den Organismus selbst. Leider ist die Entschlüsselung der DNA-Daten, die aus Meeresmikroben gewonnen wurden, ungefähr so schwierig wie das Zusammensetzen eines riesigen Puzzles. Dafür braucht man einfach Zeit. Manchmal fehlen den Wissenschaftlern wichtige „Teile“. Aber früher oder später lösen sie das Problem. Jeden Tag entdecken Wissenschaftler ein neues Puzzleteil und erhalten so mehr und mehr Informationen über Meeresmikroben.

## Der Ocean Sampling Day (OSD)

Forscher am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen und der Jacobs University haben bereits am 21. Juni 2014 und 2015 einen Ocean Sampling Day organisiert und mit Hilfe einer großen internationalen Gruppe von Wissenschaftlern weltweit Meeresmikroben untersucht. Am 21. Juni ist Sonnenwende, also der längste Tag des Jahres auf der nördlichen und der kürzeste Tag des Jahres auf der südlichen Erdhalbkugel. Die Sonnenwende wurde als Zeitpunkt gewählt, um festzustellen, ob die Tageslänge Einfluss auf die Art der Mikroben hat, die gesammelt werden.

In den Jahren 2014 und 2015 haben Wissenschaftler rund um den Globus Proben von Meeresmikroben gesammelt. Jedes Team hat Meerwasser gefiltert. Der spezielle Filter, den sie dafür verwendet haben, hatte winzige Öffnungen, die kleiner waren als die Mikroben selbst. So blieben diese auf der Filteroberfläche haften. Als nächstes wurden die Mikroben vom Filter herunter gewaschen. Dann haben die Wissenschaftler mit Hilfe bestimmter Chemikalien die DNA der gesamten gesammelten Organismen extrahiert und im Anschluss die Fülle an DNA-Information mit Hilfe der Next Generation Sequencing Methode abgelesen. Die Wissenschaftler sind noch immer mit der Analyse der gewonnenen Daten beschäftigt, so viele sind es!

Die Menschen haben eine sehr enge und besondere Beziehung zum Ozean. Rund die Hälfte der Weltbevölkerung lebt im Umkreis von 200 Kilometer von der Küste entfernt. Darüber hinaus ist der Ozean ein wichtiger Wirtschaftsfaktor als Ort für Tourismus, Erholung, Fischerei und andere Aktivitäten. All diese menschlichen Tätigkeiten wirken sich auf Küstenregionen aus und verändern diese. Da die meisten OSD-Probennahmestellen in Küstenregionen liegen, wollen wir untersuchen, wie sich menschliche Aktivitäten und Lebensstile auf Meeresmikroben-Gemeinschaften auswirken. So können wir beispielsweise erforschen, welchen Einfluss Schwermetalle, Antibiotika und Düngemittel auf die Gesundheit von Meeresmikroben haben.



**Abbildung 2:**

Die Orte, an denen Wissenschaftler 2014 Proben genommen haben, befinden sich häufig in Küstenregionen.

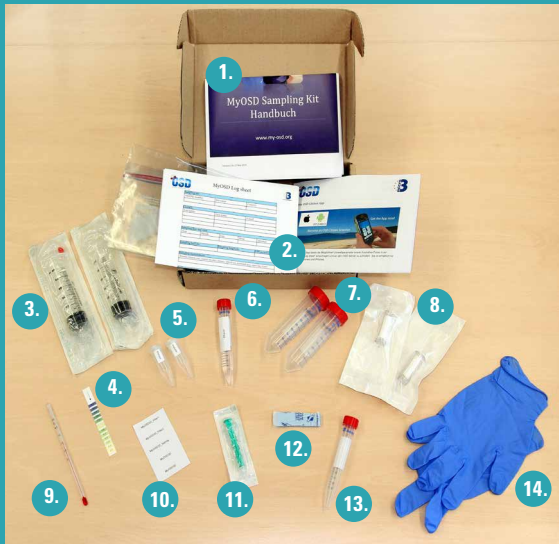
© Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie

In den Jahren 2014 und 2015 haben bereits über 150 wissenschaftliche Teams aus allen Kontinenten am Ocean Sampling Day mitgemacht und Proben von subtropischen Gewässern in Hawaii bis hin zu polaren Gegenden gesammelt, wie beispielsweise der FRAM-Straße im Arktischen Ozean. Es bleiben aber immer noch viele unerforschte Regionen auf der OSD-Karte (**Abbildung 2**).

Deshalb laden wir Euch ein, an dem Projekt „MyOSD“ teilzunehmen. Dazu haben wir ein MyOSD Sampling Kit und eine OSD-Citizen-App entwickelt, so dass ihr einen konkreten Beitrag für die Wissenschaft leisten könnt. Das Kit enthält die gesamte Ausrüstung, die man zum Sammeln von Wassermikroben benötigt, sowie weitere Materialien, mit denen sich zusätzliche wichtige Daten, wie Wassertemperatur und Salzgehalt, erfassen lassen (**Abbildung 3**).



Mitmachen ist ganz einfach: Über die Website [www.my-osd.org](http://www.my-osd.org) informieren und registrieren, App herunterladen und Mikrobiologin oder -biologe für einen Tag werden. Für die Probennahme werden insgesamt 1000 Sampling Kits mit den erforderlichen Filtern und Materialien verteilt. Teilnehmende können diese Kits entweder per Post erhalten oder direkt bei teilnehmenden marinen Forschungseinrichtungen in ihrer Nähe abholen. Eine Liste solcher Zentren ist auf der MyOSD-Homepage zu finden.



**Abbildung 3:**

Inhalt des MyOSD-Probenahmekits.  
Das Kit enthält alle Materialien, die Ihr  
für die Probenahmen benötigt.

1. **MyOSD Handbuch**
2. **MyOSD Logbuch & OSD Citizen App Handbuch**
3. **2 x 50 ml Spritzen**
4. **pH-Streifen**
5. **RNAlater-Röhrchen**
6. **Ethanol**
7. **2 x 50 ml Röhrchen**
8. **Sterivex Filter**
9. **Thermometer**
10. **Aufkleber mit MyOSD**
11. **3 ml Spritze**
12. **Blu Track**
13. **15 ml Röhrchen**
14. **Handschuhe**

Nach der Probennahme können die Kits wieder in den Forschungseinrichtungen abgegeben, oder kostenfrei zur Auswertung an das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie nach Bremen geschickt werden. Welche Mikroorganismen in den Proben schwimmen und ob vielleicht eine bislang unbekannte Lebensform dabei ist, können die Teilnehmer selbst herausfinden: durch die Eingabe des im Kit enthaltenen MyOSD-Codes auf [www.my-osd.org/status](http://www.my-osd.org/status).

Sollte es in deiner Region kein MyOSD-Zentrum geben, kannst du dich dennoch beteiligen, indem du Umweltparameter wie Wassertemperatur und/oder Salzgehalt misst. Alle Daten können über die OSD-Citizen App oder über das Online-Formular auf der Website eingereicht werden. Jeder einzelne Datenpunkt zählt! Alle Daten werden kostenlos für jeden im Internet zur Verfügung stehen, so dass sie allen Forschern weiterhelfen können.

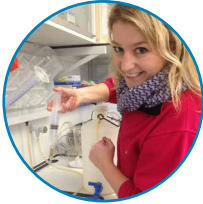
## WEITERE INFORMATIONEN:

<http://www.my-osd.org>

<http://www.mpi-bremen.de>

## Autoren

### ANNA KOPF



Ich habe Molekulare Mikrobiologie an der Universität Bremen studiert und habe im Anschluss mit meiner Doktorarbeit in der Forschungsgruppe von Frank Oliver Glöckner an der Jacobs University und am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen begonnen. Im Jahr 2012 konnte ich meine Promotion mit einer Spezialisierung in Meeresmikrobiologie erfolgreich abschließen und habe danach meine Arbeit in der Forschungsgruppe fortgesetzt. 2014 und 2015 habe ich das Projekt „Ocean Sampling Day“ (OSD) organisiert, eine internationale Mega-Sequenzierungskampagne zur Charakterisierung der mikrobiologischen Vielfalt der Weltmeere.

### JULIA SCHNETZER



Nach meinem Bachelor-Studium der Biologie an der Universität zu Köln, Deutschland, mit Schwerpunkt Korallen-Genomik sowie einigen Praktika an der UC Merced (USA) und am STRI (Panama) habe ich meinen Master-Abschluss in mariner Mikrobiologie am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, Deutschland, mit Schwerpunkt auf Meeresviren abgeschlossen. Danach habe ich als Doktorandin in der Gruppe von Frank Oliver Glöckner gearbeitet. Im Dezember 2015 habe ich meine Doktorarbeit über die Erfassung, gemeinsame Nutzung und Anreicherung von Daten als Teil des Ocean Sampling Day (OSD) und des Bürgerwissenschaftsprojektes MyOSD verteidigt.

### FRANK OLIVER GLÖCKNER



Ich habe Molekularbiologie und Mikrobiologie an der Technischen Universität München studiert und 1998 promoviert. Da sich die Biologie zu einer datenintensiven Wissenschaft entwickelt hat, wollte ich meine Kompetenzen im Bereich der Computerwissenschaften erweitern. 2001 übernahm ich die Leitung einer neu eingerichteten Forschungsgruppe am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, die sich auf Bioinformatik konzentriert, eine Kombination aus Informatik und Mikrobiologie. 2004 wurde ich Professor für Bioinformatik an der Jacobs University Bremen. Ich liebe es, neue Dinge zu erforschen und über den Tellerrand zu blicken. E-Mail: [fog@mpi-bremen.de](mailto:fog@mpi-bremen.de)

#### **QUELLENANGABE**

Kopf, A., Schnetzer, und Glöckner, F.O. (2016)  
Marine Microbes, the Driving Engines of the Ocean.  
Frontiers for Young Minds 4:1. doi:10.3389/frym.2016.00001  
[kids.frontiersin.org](http://kids.frontiersin.org)

**Copyright © 2016 Kopf, Schnetzer und Glöckner.** Dies ist ein Open-Access-Artikel nach den Bedingungen der Creative Commons Attribution License (CCBY). Eine Verwendung, Weiterverbreitung und Vervielfältigung in anderen Foren ist zulässig, sofern der/die ursprünglichen Autor/en oder der Lizenzgeber erwähnt werden und die ursprüngliche Veröffentlichung in diesem Journal genannt wird, wie es anerkannten akademischen Praktiken entspricht. Jede Nutzung, Weiterverbreitung oder Vervielfältigung, die gegen diese Bedingungen verstößt, ist unzulässig.

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016 ★ 17

**MEERE  
UND OZEANE**



**Max-Planck-Institut  
für Marine Mikrobiologie**



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT