

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

Ausgabe 2010



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Inhalt

- 1 Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie (MPI)**
 - 3 Abteilung Mikrobiologie**
 - 4 - Arbeitsgruppe Ökophysiologie**
 - 5 Abteilung Biogeochemie**
 - 5 - Arbeitsgruppe Biogeochemie**
 - 6 - Nutrient-Gruppe**
 - 7 - Arbeitsgruppe Mikrosensoren**
 - 8 - Mathematische Modellierung**
 - 9 Abteilung Molekulare Ökologie**
 - 10 - Arbeitsgruppe Symbiose**
 - 11 - Arbeitsgruppe Mikrobielle Genomik & Bioinformatik**
 - 12 Zentrum für Geomikrobiologie an der Universität Aarhus**
 - 13 Arbeitsgruppe Mikrobielle Habitats und HGF-MPG-Brückengruppe für Tiefseeökologie und -technologie**
 - 14 Max-Planck-Forschungsgruppe für Mikrobielle Fitness**
 - 15 Max-Planck-Forschungsgruppe für Marine Geochemie**
 - 16 Ausgründung - Die Ribocon GmbH**
 - 17 Faszinierte Wissenschaftler**
 - 19 Ohne Nicht-Wissenschaftler keine Wissenschaft**
 - 20 Lehre und Lernen**
 - 21 Kooperationspartner**
 - 22 Die Max-Planck-Gesellschaft**
 - 23 MPI-Foto-Impressionen**
- Anfahrt und Kontakt**

Impressum

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie
Abteilung Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Celsiusstr. 1 · D-28359 Bremen

Telefon: +49 (0)421 2028-704

Fax: +49 (0)421 2028-790

E-Mail: mschloes@mpi-bremen.de

Internet: www.mpi-bremen.de

Konzept und

Textredaktion: Franziska Badenschier · Dr. Anja Kamp
Dr. Fanni Aspetsberger · Dr. Manfred Schlösser

Fotos: A. Dübecke · J. Harder · A. Kamp

M. Schlösser · T. Stührmann

Gestaltung: H. Wittig

Druck: Asco Sturm Druck, Mai 2010

Editorial

Während zwei Dritteln der Erdgeschichte beherrschten die Mikroorganismen unseren Planeten und entwickelten im Ozean sowie in Binnengewässern komplexe Lebensgemeinschaften. Durch ihre fast vier Milliarden Jahre lange Evolutionsgeschichte haben die prokaryotischen Organismen, also Bakterien und Archaeen, eine enorme Stoffwechselvielfalt entwickelt.

Noch heute sind es die Mikroorganismen, die die vielfältigen Prozesse zum Abbau organischer und anorganischer Substanzen katalysieren. Dabei spielen sie eine Schlüsselrolle für die Steuerung der globalen Stoffkreisläufe und tragen dazu bei, dass unsere Erde weiterhin bewohnbar bleibt. Sie sorgen auch dafür, dass fast alle Abfallprodukte im Meer abgebaut und recycelt werden, damit sich giftige Verbindungen nicht ansammeln und so weder Tiere noch Pflanzen gefährden.



Geschäftsführender Direktor
Prof. Dr. Rudolf Amann

Obwohl die marine Mikrobiologie kein neues Forschungsgebiet ist, wissen wir noch sehr wenig über die Mikroorganismen im Meer und ihre funktionelle Bedeutung. Nur etwa ein Prozent der Mikroorganismen sind heute bekannt, aber ständig werden neue Arten mit neuen Fähigkeiten entdeckt. Beispiele solcher Entdeckungen sind die Symbiosen von Archaeen und Bakterien, die das Treibhausgas Methan tief im Meeresboden mit Hilfe von Sulfat abbauen. Obwohl dieser Schlüsselprozess im globalen Kohlenstoffkreislauf lange bekannt war, sind erst heute die beteiligten Mikroorganismen identifiziert. Ein anderes Beispiel ist die Anaerobe Ammonium-Oxidation, kurz Anammox, mit Nitrit oder Nitrat: ein neu entdeckter Prozess, der vielleicht die wichtigste Stickstoff-Senke im ozeanischen Nährstoffkreislauf darstellt. Die verantwortlichen Anammox-Mikroorganismen wurden in den 90er Jahren in einer industriellen Kläranlage entdeckt. Und die erfolgreiche Suche nach ähnlichen Bakterien im Meer eröffnete ganz neue Perspektiven zur Regulierung der marinen Stickstoffbilanz.

Diese Beispiele zeigen, wie die Erforschung der Prozesse im Meer und der Mikroorganismen im Labor in Wechselwirkung unser Wissen über die Stoffkreisläufe und Lebensbedingungen voranbringt. Am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie arbeiten Mikrobiologen, Molekularbiologen und Biogeochemiker zusammen, um das mikrobielle Leben im Meer zu verstehen. Der Fokus ist dabei die sauerstofffreie Welt unterhalb der Sedimentoberfläche, weil hier interessante und noch wenig bekannte Lebensformen vorkommen, die eine entscheidende Rolle für die Kopplung der Stoffkreisläufe spielen – und dadurch für die Chemie der Ozeane. Die Forscher am Institut decken eine große Palette an Fachrichtungen und Expertisen ab: von Mikrosensoren bis Mikrobiologie, von Geochemie bis Genomanalyse und von Molekularökologie bis mathematische Modellierung.

Diese Broschüre soll Ihnen einen vertieften Einblick in dieses spannende Forschungsfeld und in die Arbeitsaufgaben der Wissenschaftler und Mitarbeiter am Bremer Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie geben.

Ihr





Was wir wissen, ist ein Tropfen;
was wir nicht wissen, ein Ozean.

Isaac Newton

Und was wir über Ozeane wissen,
ist ein Tropfen.

Vielfalt

Rolle



Eigenschaften

Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie

Sie sind unscheinbar und doch allgegenwärtig, sie sind nur einige Tausendstel Millimeter groß und doch die wahren Herrscher der Welt, sie leben im Untergrund und beeinflussen doch weltweit das Klima bis hinauf in die oberen Schichten der Erdatmosphäre: Sie, das sind die Mikroorganismen der Meere – und am Bremer Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie (MPI) die Objekte der Begierde. Hier versuchen Wissenschaftler, neue Mikrobenarten zu isolieren und zu kultivieren, denn bisher ist nur jede hundertste Art identifiziert. Sie erforschen die marinen Lebensräume dieser Einzeller, vor allem im Sediment des Meeresbodens, aber auch in Schlammvulkanen, Schwämmen, Steinkorallen und der Wassersäule. Und sie wollen herausfinden, was die Mikroorganismen alles können und bewirken.

Die MPI-Mitarbeiter analysieren, wie die Meerestmikroben Stoffe umwandeln und was diese Prozesse für die globalen Stoffkreisläufe der Elemente Kohlenstoff, Schwefel, Stickstoff und Eisen bedeuten. Dabei konzentrieren sie sich einerseits auf die bereits entdeckten besonders wichtigen Reaktionen, darunter die Anaerobe Oxidation von Methan (AOM), die Anaerobe Ammonium-

Oxidation (Anammox) und die Sulfatreduktion; andererseits suchen sie nach neuen, noch unbekanntem Stoffwechselwegen. Auch versuchen sie herauszufinden, wie die Einzeller an ihre Umgebung angepasst sind und auf Veränderungen reagieren und wie sich all das wiederum auf deren Lebensraum, die Erde sowie das Klima auswirkt. Die MPI-Mitarbeiter untersuchen außerdem faszinierende Eigenheiten einzelner Arten, wie zum Beispiel Nitrat speichernde Vakuolen in überdurchschnittlich großen Schwefelbakterien. Um die Mikro-Lebewesen zu untersuchen, sind – neben speziellen Mikro-Sensoren – vor allem Makro-Geräte nötig, darunter Forschungsschiffe, Tiefsee-Roboter und Spektrometer. Auch der Aufwand ist alles andere als minimal: Die Wissenschaftler gehen auf Exkursion, experimentieren, werten aus, schreiben und lesen Fachpublikationen und nehmen an Kongressen teil. Ingenieure und Technische Angestellte entwickeln Messgeräte und bauen sie. Die EDV-Abteilung, ein Bibliothekar und viele andere Mitarbeiter des Instituts tragen dazu bei, dass die Wissenschaftler überhaupt arbeiten können. Viel Wirbel also um einen Hauch von mikrobiellem Nichts!? Nur so lässt sich die Mikrobiologie der Meere erforschen. Nur so können wir alle die Welt Stück für Stück besser verstehen. Und nur so können die Wissenschaftler ihre Grundlagenforschung auf höchstem Niveau halten.

Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie wurde offiziell am 1. Juli 1992 gegründet, gut ein Jahr nach seinem Pendant, dem Max-Planck-Institut für Terrestrische Mikrobiologie in Marburg. 1996 bezog das Institut einen Neubau im Technologiepark Universität Bremen. Zu den Nachbarn zählen mittlerweile das Universum Science Center, das MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften an der Universität Bremen sowie das Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT). Das MPI gehört mit seinen drei Abteilungen Biogeochemie, Mikrobiologie und Molekulare Ökologie und zwei Max-Planck-Forschungsgruppen zu den weltweit führenden Meeresforschungsinstituten. Seit Sommer 2009 teilen sich der neu ernannte Direktor Dr. Marcel Kuypers und Prof. Bo Barker Jørgensen die Leitung der Abteilung Biogeochemie.

Das Max-Planck-Institut in Zahlen

- 1 von 76 Instituten der Max-Planck-Gesellschaft
 - 3 Abteilungen
 - 8 Arbeitsgruppen
 - 2 Max-Planck-Forschungsgruppen
 - 65 wissenschaftliche Mitarbeiter
 - 68 Doktoranden
 - 50 Mitarbeiter im wissenschaftlich-technischen Service
 - 34 Mitarbeiter im administrativ-technischen Bereich
 - 38 Nationen
- 5 bis 6 große Ausfahrten pro Jahr unter Leitung des MPI
 - ~11 kleinere Ausfahrten
 - 6 Gestelle für selbständig arbeitende Tiefsee-Roboter (Lander)
 - 13 Messsysteme, die in die Geräterahmen der Lander eingebaut werden können (ROV- und Tauchboot-Module)
- 5972 m² Hauptnutzfläche
 - 57 Labore
 - 1 Thermokonstantraum (25°C bis 38°C)
 - 11 Kühlräume (2°C bis 25°C)
 - 1 Gefrierraum (-18°C)
 - ~200 begutachtete Publikationen pro Jahr (Aufsätze in Zeitschriften, Büchern und Fachliteratur)
 - ~20000 Buch- und Zeitschriftenbände in der Bibliothek
 - ~80 laufend gehaltene Zeitschriften in der Bibliothek
 - 13 Patente angemeldet



Das Sediment aus dem Meeresboden hat es in sich: In einem Kubikzentimeter Sediment leben rund sechs Milliarden Mikroorganismen – so viel wie Menschen auf der Erde.



Forschungsschiff „Heincke“ (AWI)

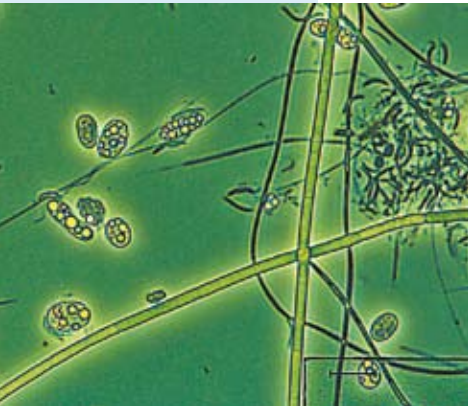


Prof. Dr. Friedrich Widdel,
Direktor und Leiter der
Abteilung Mikrobiologie

Abteilung Mikrobiologie

Die Rolle der Mikroorganismen weltweit ist die der Abbauchemiker, auch im Wasser: Wie und unter welchen Bedingungen diese Prozesse biochemisch ablaufen, untersucht die Abteilung Mikrobiologie. Sie erforscht dabei auch, wie diese Umsetzungen dazu beitragen, die weltweit wichtigen Stoffkreisläufe von Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Eisen in Gang zu halten.

Doch bevor die Forscher die Stoffwechselprozesse in einer Bakterienart genau untersuchen können, müssen sie diese zunächst von den anderen in der Probe isolieren und zu einer Reinkultur heranzüchten. Das kann ein paar Wochen, aber auch ein, zwei Jahre dauern. Erst dann lassen sich die Stoffwechselprozesse gut untersuchen. Dafür nutzen die Mikrobiologen immer häufiger auch Genanalysen, unter anderem in Zusammenarbeit mit der Abteilung Molekulare Ökologie und dem Berliner Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik.



Cyanobakterien: *Chromatium*-
und *Desulfonema*-Arten unter
dem Lichtmikroskop



Wonach wählen Sie und Ihre Mitarbeiter aus, welche Arten und Stoffwechselwege untersucht werden?

Wir wollen mehr über die Mikroorganismen und ihre Enzymreaktionen, die den Umweltprozessen zu Grunde liegen, erfahren. Deswegen gehen wir von global oder ökologisch wichtigen Forschungsthemen oder Organismen aus. Dabei müssen wir die Augen offen halten für neue Phänomene.

fwiddel@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/Abteilung_Mikrobiologie.html

Kniemeyer, O., F. Musat, S. Sievert, K. Knittel, H. Wilkes, M. Blumenberg, W. Michaelis, A. Classen, C. Bolm, S. Joye, F. Widdel. 2007. Anaerobic oxidation of short-chain hydrocarbons by marine sulphate-reducing bacteria. *Nature* 449: 898-902.

Grundmann, O., A. Behrends, R. Rabus, J. Amann, T. Halder, J. Heider, F. Widdel. 2008. Genes encoding the candidate enzyme for anaerobic activation of n-alkanes in the denitrifying bacterium, strain HxN1. *Environ. Microbiol.* 10: 376-385.



Fermenter zur Aufzucht
von Schwefel-oxidierenden
Bakterien

Arbeitsgruppe Ökophysiologie

Ihr Antrieb ist die Neugier, ihr Forschungsgebiet die Ökophysiologie. Heide Schulz-Vogt und ihre Arbeitsgruppe untersuchen die Umsatzraten von Schwefelbakterien in den verschiedensten Kreisläufen. Dabei dreht sich vieles um *Thiomargarita*, „die Schwefelperle“.

Das Bakterium mit dem wohlklingenden Namen wurde erstmals vor 13 Jahren vor der Küste Namibias entdeckt. Es ist leicht zu erkennen und sieht aus wie eine lange, weiße Perlenschnur. Mit seinem Durchmesser von 100-300 Mikrometern ist es bis zu 600 Mal größer als Streptokokken, die Erreger der Lungenentzündung. Die Schwefelperle ist damit das größte bekannte Bakterium.

Da man *Thiomargarita namibiensis* bisher nicht im Labor züchten kann, arbeiten die Wissenschaftler häufig mit Bakterien der Art *Beggiatoa*, einer nahen Verwandten. Dies ermöglicht es dem Team zu einen, die Bedeutung der Bakterien im Stickstoffkreislauf zu ermitteln, zum anderen können sie so den Einfluss der Mikroorganismen auf den Schwefel- und Phosphorkreislauf studieren.

Diese Prozesse finden tagtäglich um uns herum statt und sind entscheidend für das Gleichgewicht der Natur. Die treibenden Kräfte jedes Kreislaufs sind bakterielle Prozesse, die es zu erforschen gilt.

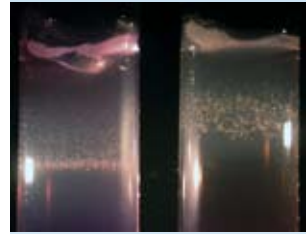
Was macht Ihrer Meinung nach einen guten Biologen aus?

Ich denke, um ein guter Biologe zu sein, braucht man Vorstellungsvermögen, Kreativität, aber auch die Fähigkeit, logisch zu denken. Es ist eine unglaublich spannende und auch notwendige Arbeit. Häufig hat man eine Vorstellung von der Wahrheit, und wenn man sie überprüft, findet man meistens doch eine andere. Wichtig ist es dann, dass man in der Lage ist, die eigenen Beobachtungen in ein neues Ganzes einzuordnen. Der Biologe wird zum Detektiv.

hschulz@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/AG_Oekophysiologie.html

Kamp A., P. Stief, H. N. Schulz-Vogt. 2006. Anaerobic Sulfide oxidation with nitrate by a freshwater *Beggiatoa* enrichment culture. Appl. Environ. Microbiol. 72: 4755-4760.

Schulz H. N., H. D. Schulz. 2005. Large sulfur bacteria and the formation of phosphorite. Science 307: 416-418.



In den Kulturröhrchen (Ø 1,6 cm) wird deutlich, wie sich die *Beggiatoa*-Filamente bei unterschiedlichen Bedingungen höher oder tiefer im Medium anordnen.



Thiomargarita namibiensis unter dem Lichtmikroskop: In den Zellen (Ø 0,3 mm) sind zahlreiche Schwefeleinschlüsse deutlich erkennbar.



Dr. Heide Schulz-Vogt,
Leiterin der Arbeitsgruppe
Ökophysiologie

Abteilung Biogeochemie



Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen;
Dr. Marcel Kuypers,
Leiter der Nutrient-Gruppe
und als Direktor auch Leiter
der Abteilung Biogeochemie

Biogeochemie: Was zunächst eine sehr geheimnisvolle Wissenschaft vermuten lässt, ist in Wirklichkeit eine nützliche Mischung aus Disziplinen, denn: Nur mit Fachwissen und Messdaten aus den Bereichen Biologie, Geologie und Chemie lässt sich erforschen, wie im Meer Stoffkreisläufe gesteuert werden, welche Prozesse dabei ablaufen, welche Mikroorganismen daran beteiligt sind und wie dann die ökologischen Bilanzen aussehen.

Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen, der 2007 das neue Zentrum für Geomikrobiologie an der Universität Aarhus aufgebaut hat, teilt sich seit Sommer 2009 die Leitung der Abteilung mit dem neuen Direktor Dr. Marcel Kuypers, dem Leiter der Nutrient-Gruppe.

Arbeitsgruppe Biogeochemie

Die marinen Sedimente sind die Orte, an denen vielfältige Stoffumsetzungen ablaufen. Hier haben sich im Laufe der Erdgeschichte die Überreste der abgestorbenen Lebewesen mit anorganischen Ablagerungen vermengt und eine Abfolge von chemischen Schichtungen gebildet. Die Arbeitsgruppe Biogeochemie untersucht mit chemischen, isotonen-basierten und mikrobiologischen Methoden, welche chemischen und biologischen Prozesse in diesen Schichten ablaufen. Besonderer Fokus liegt dabei auf der Frage, wie Reaktionspartner, die mit der Mineralisation organischer Materie verknüpft sind, in die globalen Kreisläufe eingespeist werden.

Wie kamen Sie zur Forschung am Sediment?

Als junger Student hat mich besonders die Chemie natürlicher Gewässer fasziniert und ich stellte bald fest, dass die biologischen und chemischen Abläufe im Meeressediment die Zusammensetzung des Meerwassers wesentlich bestimmen. Seit Zehntausenden bis Millionen von Jahren beeinflusst dieses enorm große und hoch aktive Reservoir die Zusammensetzung des Meerwassers wie ein riesiger Katalysator. Wenn wir die Chemie unserer Sedimentkerne aus Bohrprojekten untersuchen, müssen wir in diesen großen geologischen und räumlichen Zeitskalen denken.

tferdelm@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/AG_Biogeochemie.html

Hubert C., A. Loy, M. Nickel, C. Arnosti, T. Ferdelman, C. Baranyi, F. M. Christensen, K. Finster, V. Vandieken, V. Brüchert, B. B. Jørgensen. 2009. A constant flux of diverse thermophilic bacteria into the cold Arctic seabed. *Science* 325: 1541-1544.

Wehrmann, L. M., N. J. Knab, H. Pirlet, V. Unnithan, C. Wild, T. G. Ferdelman. 2009. Carbon mineralization and carbonate preservation in modern cold-water coral reef sediments on the Norwegian shelf. *Biogeoosci.* 6: 663-680.



Tim Ferdelman, Ph.D.,
Leiter der Arbeitsgruppe
Biogeochemie



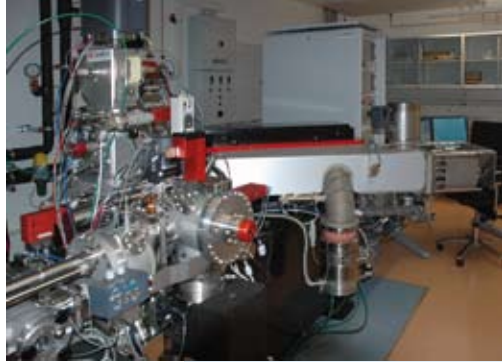
Destillation im Labor

Nutrient-Gruppe

Der Stickstoffkreislauf im Meer hat ein Leck: die Anaerobe Ammoniak-Oxidation, kurz Anammox. Der Prozess wurde ursprünglich in einem Bioreaktor entdeckt; doch Anammox-Bakterien kommen auch in der Natur vor, wie Marcel Kuypers und Kollegen seit 2003 an verschiedenen Stellen nachweisen konnten.

Im Schwarzen Meer und in sehr sauerstoffarmen Ozeangebieten setzen Mikroben Ammoniak zu gasförmigem Stickstoff um, der dann in die Atmosphäre aufsteigt. So verlieren die Meere viele Nährstoffe, denn Stickstoffverbindungen sind der Dünger für Algen und somit die Grundlage für das gesamte Nahrungsnetz im Meer bis hin zum Fisch essenden Menschen. Anammox ist damit wichtiger, als bislang vermutet wurde.

Neben Stickstoff- sind auch die für höhere Lebewesen giftigen Schwefelverbindungen Thema der Forschung. So sterben vor der Küste Namibias viele Fische, wenn Schwefelwasserstoff in hoher Konzentration und großer Menge vom Meeresboden aufsteigt. Mit molekularbiologischen Nachweismethoden identifizierte Kuypers Team besondere Mikroorganismen, die den Schwefelwasserstoff unschädlich machen und so als biologischer Filter die Folgen dieser Gasaustritte erheblich mildern.



NanoSIMS: Das Sekundärionen-Massenspektrometer ermöglicht Einblicke im Nanomaßstab.

Sie und Ihr Team untersuchen, wie Bakterien und Archaeen mit Nährstoffprozessen zusammenhängen. Wie gehen Sie dabei vor?

Zunächst fahren wir hinaus aufs Meer und messen dort von der Wasseroberfläche bis in 400 Meter Tiefe alle halben Meter oder Meter den Gehalt an Nährstoffen und Sauerstoff. Auf dem Schiff bestimmen wir unter anderem, wie viele Zellen sich in den Proben befinden. Im Labor an Land analysieren wir dann noch viel mehr. Bei alledem bringen wir verschiedene Disziplinen zusammen: Biogeochemie, Ozeanographie, Molekularbiologie, Organische Chemie und andere. Durch die Verwendung vieler verschiedener Methoden verbessern wir fortwährend unsere Möglichkeiten, neue Prozesse zu finden.



Dr. Marcel Kuypers, Direktor und Leiter der Nutrient-Gruppe

mkuypers@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/Nutrient-Gruppe.html

Lavik, G., T. Stührmann, V. Brüchert, A. Van der Plas, V. Mohrholz, P. Lam, M. Mußmann, B. M. Fuchs, R. Amann, U. Lass, M. M. M. Kuypers. 2009. Detoxification of sulphidic African shelf waters by blooming chemolithotrophs. *Nature* 457: 581-584.

Lam, P., G. Lavik, M. M. Jensen, J. van de Vossenbergh, M. Schmid, D. Gutiérrez, R. Amann, M. S. M. Jetten, M. M. M. Kuypers. 2009. Revising the nitrogen cycle in the Peruvian oxygen minimum zone. *PNAS* 104: 7104-7109.

Arbeitsgruppe Mikrosensoren

1/10 mm



Ein Mikrosensor im Vergleich zu einem menschlichen Haar

Eine Werkstatt im Labor: Hier fertigen Technikerinnen und Ingenieure in mühevoller Kleinarbeit winzige Sensoren. Mit einem Durchmesser von fünf Mikrometern misst die Spitze dieses Werkzeugs nur ein Zehntel eines menschlichen Haars. Die elektrochemischen Sensoren messen im Watt und in anderen marinen Sedimenten bis zu 6000 Meter unter der Wasseroberfläche, in Biofilmen sowie in Mikrobennatten die Konzentrationen von Sauerstoff, Schwefelwasserstoff, Stickstoffverbindungen oder anderen Substanzen – und das alle 0,01 bis 0,1 Millimeter und direkt vor Ort. Durch diese detaillierten *In-Situ*-Messungen

erhalten die Mikrobiologen Informationen, die später im Labor untersuchte Proben nicht liefern könnten. Mit den Mikrosensoren können die Wissenschaftler genau untersuchen, in welcher hauchdünnen Schicht die Mikroben welche Stoffe umsetzen, wie sie Stoffkreisläufe regulieren und damit die Geochemie beeinflussen. Die aktivsten Bakterien werden von den Wissenschaftlern mit molekularen Methoden weiter untersucht. Hierbei kooperieren der Gruppenleiter Dirk de Beer und seine Mitarbeiter oft mit den Abteilungen Biogeochemie und Molekulare Ökologie sowie der Arbeitsgruppe Mikrobielle Habitate.

Mikrosensoren kann man auch kaufen. Warum entwickelt Ihre Arbeitsgruppe die Messsonden selber?

Ein handelsüblicher Mikrosensor kostet etwa 500 Euro und ist nicht immer optimal für unsere Vorhaben. Die perfekten Sensoren bauen unsere technischen Angestellten. Wir brauchen auch oft komplexe Geräte wie optische Sensoren, so genannte Optoden, die die Sauerstoffverteilung in zwei Dimensionen gleichzeitig messen können. Dann entwickeln wir zusammen komplett neue Sensoren: Die Mikrobiologen unserer Gruppe sagen, was sie messen wollen; die Physiker und Chemiker loten die Grenzen des Machbaren aus, unsere Ingenieure konstruieren dann den Sensor und optimieren ihn. Diese angewandte Entwicklung ist für uns sinnvoll. Dabei sind auch ein Patent, Lizenzvereinbarungen und Know-how-Transfers entstanden.



Dr. Dirk de Beer,
Leiter der Arbeitsgruppe
Mikrosensoren

dbeer@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/AG_Mikrosensoren.html

Beck A., F. Janssen, L. Polerecky, O. Herlory, D. de Beer. 2009. Phototrophic biofilm activity and dynamics of diurnal Cd cycling in a freshwater stream. *Env. Sci. Technol.* 43:7245-7251.

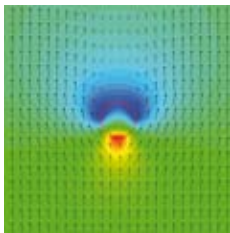
Schreiber F., L. Polerecky, D. de Beer. 2008. Nitric oxide microsensor for high spatial resolution measurements in biofilms and sediments. *Anal. Chem.* 80:1152-1158.

Mathematische Modellierung

Zahlreiche biologische, chemische und physikalische Transportprozesse im Ozean – sowohl in der Wassersäule, als auch im Sediment – werden vom zugrunde liegenden Fließverhalten von Gasen und Flüssigkeiten beeinflusst. Einerseits gilt dies für die „großen“ biogeochemischen Kreisläufe, beispielsweise den Kohlenstoffzyklus, und dessen räumliche und zeitliche Dynamik. Andererseits sind auch kleinskalige Strömungen über durchlässige – so genannte permeable – Sedimente betroffen. Auch Vorgänge auf kleinstem Raum hängen am Fließverhalten der beteiligten Substanzen, wie die mikrobielle Nitrat-Atmung oder der Einfluss ausgewählter Tierarten (bspw. Würmer und Mangrovenquallen) auf Austauschprozesse zwischen Sediment und Wassersäule. Die Gruppe um Arzhang Khalili entwickelt mathematische Modelle, um die genannten Prozesse besser zu verstehen. Numerische Simulationen und nicht-invasive experimentelle Methoden – also solche, die in den untersuchten Lebensraum nicht störend eingreifen – dienen den Modellierern als Basis. Die Forscher des Max-Planck-Instituts versuchen dann mit Hilfe der Modelle die diffusiven, advektiven und chemischen Vorgänge im Wasser und am Meeresboden abzubilden und deren kombinierte Auswirkungen zu untersuchen.

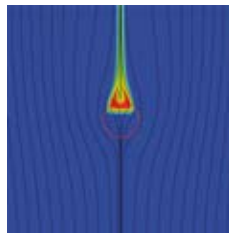
Wie können so komplexe biochemische Vorgänge mathematisch modelliert werden?

Die Komplexität der oben genannten Prozesse erfordert die Untersuchung vieler wechselseitig gekoppelter Parameter, deren Abhängigkeiten mit der Lattice-Boltzmann Methode am besten beschrieben werden können. Ein kürzlich entwickelter mathematischer Code ermöglicht uns in vielen Fällen eine detaillierte Simulation.

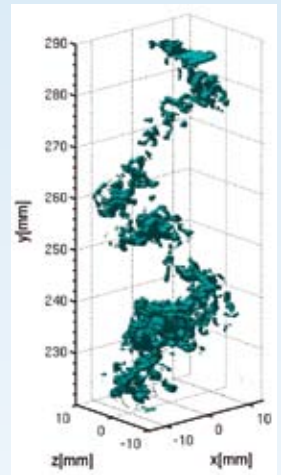


Druckverteilung (Farbkontur) und Strömungsfeld im und um ein poröses, rundes Aggregat

Nährstoffabscheidung eines porösen Aggregats während der Sedimentation



Prof. Dr. Arzhang Khalili,
Leiter der Arbeitsgruppe
Mathematische Modellierung



Die Ökologie und Biogeochemie des Ozeans wird wesentlich durch den vertikalen Kohlenstofftransport mittels organischer Aggregate bestimmt. Aktuelle Untersuchungen der Gruppe Mathematische Modellierung haben ergeben, dass die Wechselwirkung der Partikelporosität mit der Salzkonzentration der Ozeane in unterschiedlichen Tiefen zu einer nicht vernachlässigbaren Reduktion der Sinkgeschwindigkeit führt.

akhalili@mpi-bremen.de
www.mpi-bremen.de/AG_Mathematische_Modellierung.html

Morad M. R., A. Khalili, A. Roskosch, J. Lewandowski. 2010. Quantification of pumping rate of *Chironomus plumosus* larvae in natural burrows. *Aqua. Ecol.* 44: 143-153.

Liu B., A. Khalili. 2008. Acceleration of steady-state lattice Boltzmann simulations for exterior flows. *Phys. Rev. E.* 78: 056701-1--056701-9.

Abteilung Molekulare Ökologie



Prof. Dr. Rudolf Amann,
Geschäftsführender Direktor
und Leiter der Abteilung
Molekulare Ökologie

Nur was man kennt, kann man auch schützen. Allerdings ist nur jede hundertste Art bekannt, schätzen Wissenschaftler, vor allem, weil sich die meisten Mikroben nicht kultivieren und somit auch kaum untersuchen lassen. Die Arbeitsgruppe Molekulare Ökologie identifiziert marine Mikroorganismen deswegen anhand ihrer Nukleinsäuren, und zwar mit Hilfe von Gen-Sonden. Mit weiteren molekularbiologischen Methoden weisen die Wissenschaftler bestimmte Gene in Umweltproben nach und untersuchen, wann und warum sich Bakterienpopulationen an einem Ort wie verhalten, sowie für welche biogeochemischen Prozesse die Mikroben verantwortlich sind. So versuchen Mitarbeiter des Abteilungsleiters Rudolf Amann herauszufinden, welche Mikroorganismen und Enzyme bei der anaeroben Oxidation von Methan oder beim aeroben Abbau von Algenpolymeren wichtig sind. Sie interessieren sich dabei besonders für Orte mit hoher Biodiversität, beispielsweise das Watt, wo sich in jedem Kubikzentimeter viele 1000 verschiedene Mikrobenarten befinden.

Ihre Abteilung entdeckt, beschreibt und beziffert die biologische Vielfalt. Entwickeln Sie die Methoden hierfür auch selbst?

Meistens ja. Wir entwickeln immer wieder innovative Techniken, auch wenn sich im Nachhinein mal eine als unbrauchbar herausstellt. Für erste Charakterisierungen reichen auch „Brot-und-Butter-Technologien“, also Standardmethoden wie die vergleichende Sequenzanalyse und die Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung, kurz FISH. Diese

passen wir dann unseren Fragestellungen an und verfeinern sie. Unsere CARD-FISH-Technik beispielsweise ist viel empfindlicher: Das fluoreszierende Farbsignal ist etwa zehn- bis hundertmal stärker als bei einem herkömmlichen FISH-Experiment.

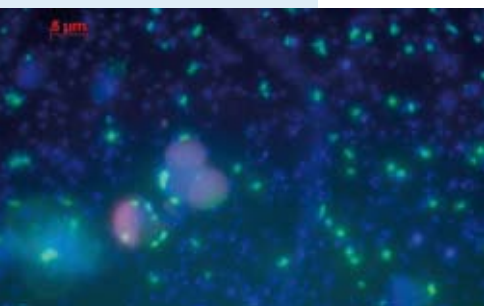
ramann@mpi-bremen.de

www.mpi-bremen.de/Abteilung_Molekulare_Oekologie.html

Gomez-Pereira, P., B. M. Fuchs, C. Alonso, M. J. Oliver, J. E. E. van Beusekom, R. Amann. 2010. Distinct flavobacterial communities in contrasting water masses of the North Atlantic Ocean. *ISME J.* 4: 472-487.

Meyerdierks, A., M. Kube, I. Kostadinov, H. Teeling, F. O. Glöckner, R. Reinhardt, R. Amann. 2010. Metagenome and mRNA expression analyses of anaerobic methanotrophic archaea of the ANME-1 group. *Environ. Microbiol.* 12: 422-439.

Amann, R., B. Fuchs. 2008. Single-cell identification in microbial communities by improved fluorescence in situ hybridization techniques. *Nature. Rev. Microbiol.* 6: 339-348.



FISH-Analyse einer Wasserprobe aus dem Nordatlantik vor Island. Nur der Teil des von Algen in der Photosynthese fixierten Kohlendioxids, der nicht von Bakterien mineralisiert wird, kann in tiefe Meeresbereiche absinken und somit für lange Zeit der Atmosphäre entzogen werden. Die hier identifizierten Flavobakterien stellen einen bedeutenden Anteil am Bakterioplankton im Meer. Grün gefärbt sind Bakterien der Gruppe der Flavobakterien, die bevorzugt auf Algen der Gattung *Phaeocystis* sitzen.

Arbeitsgruppe Symbiose

In der Tiefsee, fernab von jeglichem Licht, gibt es heiße Quellen, an denen sich besondere Ökosysteme finden. Wie Oasen in der Tiefsee-Wüste bringen diese Hydrothermalquellen einzigartige Lebensgemeinschaften von Bakterien mit wirbellosen Tieren hervor. Die Bakterien nutzen nicht die Sonne als Energiequelle, sie versorgen die wirbellosen Tiere, indem sie chemische Energie aus geothermalen Quellen benutzen.

Die Arbeitsgruppe Symbiose untersucht die biologische Vielfalt und Evolution dieser Symbiosen. Bis heute sind 35 dieser Hydrothermalquellen entdeckt. Wahrscheinlich werden noch viel mehr gefunden – besonders an Stellen, an denen sich die Erdplatten auseinander bewegen oder untereinander schieben. Emporsteigende Erdwärme und die entweichenden Gase ermöglichen es, dass sich riesige Mengen der Bakterien und ihrer Wirte sammeln – eben jene Biomasse, die Nicole Dubilier und ihrem Team als Forschungsgrundlage dient.

Kommen diese Symbiosen auch an anderen Standorten vor?

Als man diese Symbiosen entdeckte, dachte man, dass sie nur in der Tiefsee vorkommen. Inzwischen wissen wir, dass sie auch in flachen Küstengewässern vorkommen, zum Beispiel in Korallenriffsandem oder in Seegraswiesen. Eine Vielzahl von Tier- und Bakterienarten haben sich zu diesen Symbiosen zusammengeschlossen und wir entdecken ständig neue. Die Versorgung der Tiere durch ihre Symbionten ist bei manchen Arten so vollständig, dass diese sogar auf ein eigenes Verdauungssystem verzichten und ganz ohne Mund und Darm erfolgreich leben.

ndubilie@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/Arbeitsgruppe_Symbiose.html

Dubilier N., C. Bergin, C. Lott. 2008. Symbiotic diversity in marine animals: the art of harnessing chemosynthesis. *Nat. Rev. Microb.* 6: 725-740.

Woyke T., H. Teeling, N. N. Ivanova, M. Richter, M. Huntman, F. O. Gloeckner, D. Boffelli, K.W. Barry, H. J. Shapiro, M. Mussmann, C. Bergin, C. Ruehland, R. Amann, I. J. Anderson, E. Szeto, N. C. Kyrpides, V. M. Markowitz, E. M. Rubin, N. Dubilier. 2006. Symbiosis insights through metagenomic analysis of a microbial consortium. *Nature* 443: 950-955.



Dr. Nicole Dubilier, Leiterin der Arbeitsgruppe Symbiose



Die Tiefseemuschel *Bathymodiolus* dominiert die Biomasse an Hydrothermalquellen des Mittelatlantischen Rückens. Zwei Bakterienarten leben als Symbionten in den Kiemen der Muscheln. Eine verwendet Sulfid als Energiequelle, die andere Methan. Das Verhältnis dieser beiden Gase in den Fluiden der Hydrothermalquelle beeinflusst die Anzahl der beiden Symbionten: an Quellen mit höheren Sulfid- als Methankonzentrationen dominieren die sulfidoxidierenden über die methanoxidierenden Symbionten, an Quellen mit mehr Methan ist es umgekehrt.



Prof. Dr. Frank Oliver Glöckner,
Leiter der Arbeitsgruppe
Mikrobielle Genomik &
Bioinformatik

Arbeitsgruppe Mikrobielle Genomik & Bioinformatik

Seit ein paar Jahren lässt sich das gesamte Erbgut von Bakterien, das so genannte Genom, innerhalb weniger Tage erfassen und analysieren – und seitdem wächst das Interesse am genetischen Potenzial dieser Mikroorganismen.

Unter welchen Umweltbedingungen sie bestimmte Gene ein- oder ausschalten und wie sie sich damit an ihre Umgebung anpassen, wollen Frank Oliver Glöckner und die Mitarbeiter seiner Arbeitsgruppe Mikrobielle Genomik und Bioinformatik herausfinden. Zunächst analysieren sie das Erbgut mit Computerprogrammen. Danach untersuchen sie, welche Gene unter bestimmten Bedingungen aktiv sind. Mikroorganismen sind sparsam und ein Gen wird nur dann aktiv, wenn es der Organismus für einen bestimmten Prozess braucht. Zu Hause schaltet man ja auch nicht alle Küchengeräte ein, wenn man sich nur Tee kochen möchte.

Ziel der Wissenschaftler ist es, Technologien für die vernetzte Analyse von Genom- und Umweltdaten zu entwickeln, die Vorhersagen über die Reaktion der Mikroben auf wechselnde Umweltbedingungen erlauben. Dieses Wissen dient auch dazu, neue biotechnologisch interessante Proteine aufzuspüren. Mit den Informationen beraten die Wissenschaftler Politiker und andere Entscheidungsträger. Die Anfang 2005 aus der Arbeitsgruppe ausgegründete Firma Ribocon GmbH stellt Wirtschaftsunternehmen Know-how und Produkte in den Bereichen Sequenz- und Genomanalyse zur Verfügung.

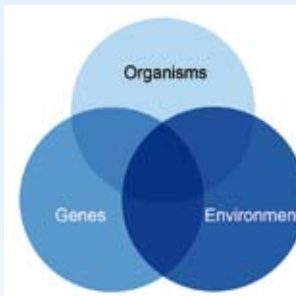
Lange Zeit haben Umweltbiologen ökologisch bedeutende Bakterien untersucht, ohne deren genetische Informationen zu kennen. Was bringt die noch recht junge Disziplin Umweltgenomik?

Erst die modernen genomischen Techniken haben es ermöglicht, ein umfassendes Bild über die im Erbgut kodierten Fähigkeiten zu gewinnen. Die gemeinsame Betrachtung der genomischen Information und dem Habitat der Bakterien kann wesentlich zu einem besseren Verständnis mariner Ökosysteme beitragen.

fgloeckn@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/Mikrobielle_Genomik.html

Kottmann, R., I. Kostadinov, M. B. Duhaime, P. L. Buttigieg, P. Yilmaz, W. Hankeln, J. Waldmann, F. O. Glöckner. 2010. Megx.net: integrated database resource for marine ecological genomics. *Nucleic. Acids. Res.* 38: D391-D395.

Glöckner F. O., M. Kube, M. Bauer, H. Teeling, T. Lombardot, W. Ludwig, D. Gade, A. Beck, K. Borzym, K. Heitmann, R. Rabus, H. Schlesner, R. Amann, R. Reinhardt. 2003. Complete genome sequence of the marine planctomycete *Pirellula sp.* strain 1. *PNAS* 100: 8298-8303.



Integration verschiedener
Parameter – der Schlüssel
zur Umweltbiologie

Zentrum für Geomikrobiologie an der Universität Aarhus

Die tiefen Sedimente unter dem Meeresboden bilden das größte Ökosystem der Erde, sowohl in Bezug auf ihr Volumen als auch bezüglich der Menge gespeicherten Kohlenstoffs. Zudem beherbergen sie die Mehrzahl prokaryotischer Lebewesen – also der Bakterien und Archaeen. Doch sie sind auch der Lebensraum der Erde, über den am allerwenigsten bekannt ist. Das ändert sich: Dank neuer analytischer Entwicklungen, DNA/RNA-Untersuchungen und der Fortschritte in der Bohr- und Beprobungstechnik rücken die tiefen Sedimente zusehends in den Fokus der Forschung. Das Zentrum für Geomikrobiologie basiert auf einer Zusammenarbeit der Danish National Research Foundation, der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Aarhus.

Die Forscher am Zentrum widmen sich den Schlüsselfragen des mikrobiellen Lebens in der kargen Lebenswelt tief unter dem Meeresboden: a) Welche Lebewesen herrschen dort vor, b) wie bestimmen diese Lebewesen durch ihre genetischen und physiologischen Möglichkeiten die biogeochemischen Gegebenheiten, und c) wie sind sie an den extrem geringen Energiefluss angepasst, der offensichtlich Generationszeiten von mehr als tausend Jahren bewirkt?

www.biology.au.dk/geomicrobiologydk



Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen,
Leiter des Zentrums für Geomikrobiologie und Direktor
des Max-Planck-Instituts



Mit der Bohrtechnik des Forschungsschiffs „Joides Resolution“ können die Forscher bis in die Tiefe Biosphäre vordringen und die mikrobiellen Lebensgemeinschaften studieren. (Foto: www.iodp.org)

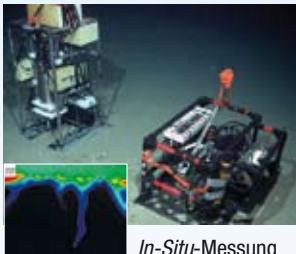
Arbeitsgruppe Mikrobielle Habitate und HGF-MPG-Brückengruppe für Tiefsee- ökologie und -technologie



Prof. Dr. Antje Boetius,
Leiterin der Arbeitsgruppe
Mikrobielle Habitate und HGF-
MPG-Brückengruppe für Tief-
seeökologie und -technologie

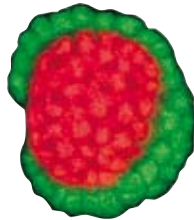


Beprobung von Bakterienmatten
an einem arktischen Schlamm-
vulkan



In-Situ-Messung
benthischer Stoffflüsse in der
Tiefsee

Der Meeresboden umfasst eine Vielfalt mikrobieller Lebensräume, die sich in biologischen, geologischen und physikalischen Umweltfaktoren und deren räumlicher und zeitlicher Variation unterscheiden. Wie sich dies auf die Diversität und Funktion der mikrobiellen Gemeinschaften auswirkt, untersuchen 30 Mitarbeiter der Arbeitsgruppe „Mikrobielle Habitate“ in Tiefseesedimenten, Gashydraten, Küstensand, Korallenriffen, heißen Quellen und Schlammvulkanen. Weitere Schwerpunkte sind die Untersuchung von Sauerstoffmangel und dessen ökologische Auswirkungen (www.hypox.net) sowie die Biogeochemie von Methan



Eine Methan fressende
Symbiose aus Archaeen
(rot) und Sulfat reduzie-
renden Bakterien (grün)

im Meer. Mikroorganismen, die das potentielle Treibhausgas Methan im Meeresboden verzehren, entdeckte 1999 die Gruppenleiterin Antje Boetius in Tiefseesedimenten. Was diese Mikroben aus dem Methangas machen, erforschen alle Arbeitsgruppen des Instituts gemeinsam. Mit externen Kooperationspartnern unterhält das Institut auch ein Schlammvulkan-Observatorium in der Tiefsee. Dort untersuchen die Forscher den Zusammenhang zwischen Temperatur, mikrobiellem Umsatz und Gasemission.

Neue Aufgaben für die Tiefseeforschung

Durch Einrichtung der Brückengruppe „Tiefseeökologie und -technologie“ mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung (AWI) ist die Erforschung des tiefen arktischen Ozeans ein neuer Schwerpunkt. Die Auswirkungen des globalen Wandels auf Tiefseehabitate zu beobachten ist ein wichtiges Ziel, und besonders die Arktis verändert sich derzeit sehr schnell. Daher untersuchen wir die Biodiversität arktischer Sedimente und messen biogeochemische Prozesse mit Freifallgeräten und Tauchrobotern am arktischen Langzeitobservatorium „Hausgarten“ des AWI sowie in der zentralen Arktis.

aboetius@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/AG_Mikrobielle_Habitate.html

Niemann H., T. Lösekann, D. de Beer, M. Elvert, T. Nadalig, K. Knittel, R. Amann, E. J. Sauter, M. Schlüter, M. Klages, J. P. Foucher, A. Boetius. 2006. Novel microbial communities of the Haakon Mosby mud volcano and their role as methane sink. *Nature* 443: 854-858.

Böer S., S. Hedtkamp, J. E. Beusekom, J. A. Fuhrman, A. Boetius, A. Ramette. 2009. Time- and sediment depth-related variations in bacterial diversity and community structure in subtidal sands. *ISME* doi: 10.1038/ismej.2009.29.

Max-Planck-Forschungsgruppe für Mikrobielle Fitness

Mikroorganismen sind die größten Chemiker auf unserem Planeten. Sie können nahezu jede thermodynamisch mögliche chemische Reaktion durchführen, die für ihre Lebenserhaltung nötig ist. Ihr gemeinsames Wirken ermöglicht die biogeochemischen Stoffkreisläufe, ein kompliziertes metabolisches Netzwerk, das die Basis für alles Leben auf der Erde bildet. Man schätzt, dass es ungefähr 10^{30} dieser „großen Chemiker“ auf unserer Erde gibt. Im Vergleich dazu erscheint die Anzahl von 10^{23} Sternen in unserem Universum geradezu gering. Doch was bestimmt die Selektion dieser Mikroorganismen? Welche Umweltbedingungen führen dazu, dass sich einige Mikroorganismen in der Evolution durchsetzen und andere nicht? Mit dieser Frage beschäftigt sich die Arbeitsgruppe Mikrobielle Fitness um Marc Strous.

Der experimentelle Ansatz zur Beantwortung dieser Frage beginnt mit der Probennahme mikrobieller Gemeinschaften aus der Natur. Im Bioreaktor werden die gewonnenen Proben dann unterschiedlichen Umweltbedingungen ausgesetzt, um – wie Charles Darwin sagen würde – eine natürliche Selektion zu simulieren. Hochempfindliche Wärmemessungen geben Aufschluss über die thermodynamische Effizienz der jeweiligen konkurrierenden Mikroorganismen und Metagenomanalysen liefern die Gesamtheit ihrer genetischen Information. Mit bioinformatischen Methoden wie der Metagenomik kann man anschließend Teilgenome oder sogar komplette Einzelgenome rekonstruieren.

Was hat Sie auf die Idee gebracht, die Metagenomik mit hochempfindlichen Wärmemessungen zu verbinden?

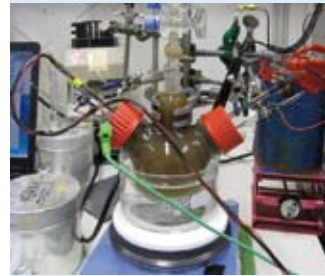
Die Metagenomik ist eine hocheffiziente, moderne Technik und in Verbindung mit thermodynamischen Methoden zudem extrem spannende Pionierarbeit. Erst seit kurzer Zeit ist es technisch möglich, Temperaturveränderungen besonders hochauflösend zu messen. Je geringer die Wärmeentwicklung einer mikrobiellen Gemeinschaft, desto produktiver ist sie. „Stellen Sie sich vor, sie zünden eine Million Kerzen an“ erklärt Marc Strous. „Wir messen dann anhand der Temperaturveränderung, ob eine dieser Kerzen vielleicht ausgegangen ist.“

mstrous@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/Mikrobielle_Fitness.html

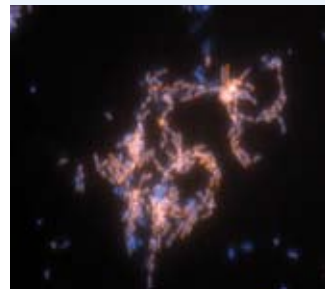
Ettwig K. F., M. K. Butler, D. Le Paslier, E. Pelletier, S. Mangenot, M. M. M. Kuypers, F. Schreiber, B. E. Dutilh, J. Zedelius, D. de Beer, J. Gloerich, H. J. C. T. Wessels, T. van Alen, F. Luesken, M. L. Wu, K. T. van de Pas-Schoonen, H. J. M. Op den Camp, E. M. Janssen-Megens, K. J. Francois, H. Stunnenberg, J. Weissenbach, K. S. M. Jetten, M. Strous. 2010. Nitrite driven anaerobic methane oxidation by oxygenic bacteria. *Nature* 464: 543-548.



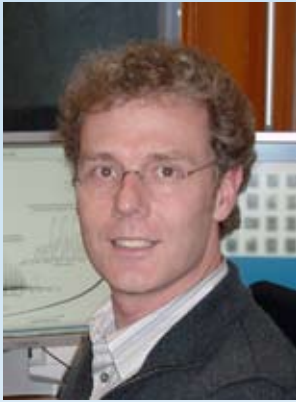
Prof. Dr. Marc Strous,
Leiter der Max-Planck-
Forschungsgruppe für
Mikrobielle Fitness



Versuchsaufbau, mit dem Stickstoff, Sauerstoff, Methan und andere Stickstoffverbindungen gemessen werden



Methyloirabilis oxyfera, ein
neu entdeckter Methanoxidierer



Dr. Thorsten Dittmar,
Leiter der Max-Planck-
Forschungsgruppe für
Marine Geochemie

Max-Planck-Forschungsgruppe für Marine Geochemie

Die Max-Planck-Forschungsgruppe für Marine Geochemie am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) der Universität Oldenburg beschäftigt sich mit dem im Meer gelösten organischen Material (DOM). Das Meer ist einer der größten Speicher für Kohlenstoff auf der Erde. Das gelöste organische Material enthält eine ähnlich große Menge des treibhausrelevanten Elements wie die gesamte lebende Biomasse im Meer und auf dem Land. Obwohl das gelöste organische Material in erster Linie mikrobiellen Ursprungs ist, wird es im Meer erstaunlich langsam umgesetzt. Es hat sich daher über Jahrtausende im Meer angereichert. Nur wenig ist darüber bekannt, was seine Umsetzung und Anreicherung steuert. Neuartige molekulare Analysemethoden, insbesondere hochauflösende Massenspektrometrie, werden in der Forschungsgruppe eingesetzt, um grundlegende Fragen zur Umsetzung des organischen Materials im Meer zu beantworten.

Was kann die hochauflösende Massenspektrometrie für Ihre Forschung leisten?

Sie ermöglicht erstmals die molekulare Untersuchung höchst komplexer organischer Mischungen wie DOM, Erdöl oder Humus, deren Zusammensetzung weitestgehend unbekannt ist. Mit der neuen Massenspektrometrie können wir die Masse einzelner Moleküle auf ein Zehntausendstel Dalton genau bestimmen, das ist weniger als die Masse eines Elektrons. Nur mit dieser Präzision können wir einzelne Moleküle in Meerwasser unterscheiden. Weltweit gibt es nur fünf dieser leistungsstarken Massenspektrometer.

Ihre Arbeitsgruppe ist in Oldenburg angesiedelt. Wie ist die Kooperation mit den Forschern vom ICBM?

Für uns ist der Standort insbesondere wegen seines starken geochemischen Hintergrundes ideal. Mit den Kollegen der Geochemie und Mikrobiologie vom ICBM führen wir eine produktive Kooperation.

Mit dem Max-Planck-Institut sind wir über das Intranet im ständigen Kontakt und bis zum Institut ist es nur eine Stunde Fahrtzeit.

tdittmar@mpi-bremen.de · www.mpi-bremen.de/AG_Marine_Geochemie.html

Dittmar T., J. Paeng. 2009. A heat-induced molecular signature in marine dissolved organic matter. *Nat. Geosci.* 2: 175-179.

Dittmar T., N. Hertkorn, G. Kattner, R. J. Lara 2006. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. *Global Biogeochem. Cycles* 20, GB1012.



Eisschicht auf dem Weddellmeer in der Antarktis. Unter den Forschern und Kaiserpinguinen liegen mehr als 1000 Meter Wasser. An dieser Station wurde gelöstes organisches Material im und unter dem Meereis beprobt.

Ausgründung – die Ribocon GmbH

Bioinformatik aus der Spitzenforschung für Wirtschaft und Wissenschaft

Die Forscher an Max-Planck-Instituten betreten immer wieder Neuland und bringen im Rahmen ihrer Forschung eine Vielzahl von neuen und innovativen Methoden und Lösungen hervor. Dieses Know-how ist sowohl für die Wissenschaft als auch für die Industrie von großem Interesse. Um Wissenschaft und Industrie optimal zu verknüpfen, haben Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Mikrobielle Genomik und deren Leiter Prof. Dr. Frank Oliver Glöckner zusammen mit einem Betriebswirt 2005 die Firma Ribocon gegründet.

Ribocon hat sich der Auswertung von genetischer Information (DNA-Sequenzen) in der Mikrobiologie verschrieben. Dieses als Bioinformatik bezeichnete Feld erstreckt sich von der Untersuchung einzelner genetischer Marker bis hin zur Betrachtung ganzer Genome (das vollständige Erbgut eines Lebewesens) und gewinnt immens an Bedeutung. Während noch vor wenigen Jahren das Human-Genom-Projekt auf Jahre angelegt war, können heute riesige Mengen an genetischer Information innerhalb kürzester Zeit kostengünstig ausgelesen werden. Allerdings fängt die eigentliche Arbeit mit der Lieferung der Rohdaten aus den DNA-Sequenzierfabriken erst an.

Die mit dieser Entwicklung einhergehende Datenflut stellt eine große Herausforderung für den Anwender in diesem jungen, aber hoch-relevanten Feld dar. Für die Auswertung werden Expertenwissen und leistungsstarke Computersysteme benötigt. An dieser Stelle setzt das Leistungsangebot der Ribocon GmbH an, deren Mitarbeiter ihre große Erfahrung aus der Arbeit am Max-Planck-Institut einbringen: Bereits 2002 haben sie weltweit das erste Genom eines Umweltbakteriums analysiert.

Die Ribocon GmbH entwickelt Lösungen im Bereich der DNA-Datenanalyse und bietet entsprechende Dienstleistungen und Produkte an. Ihre Kunden finden sich zu gleichen Teilen in der Grundlagenforschung, der (Routine-) Diagnostik und dem breiten Feld der Biotechnologie. Zusätzlich ist das Ribocon-Team an wissenschaftlichen Projekten mit hohem Anwendungsbezug oder Bedarf an Wissenstransfer beteiligt.



Aus- und Weiterbildung durch Ribocon-Mitarbeiter

Faszinierte Wissenschaftler

Was begeistert Sie an Ihrem Forschungsthema?

Ich interessiere mich für die Rolle der Küstensedimente, wie diese den Kohlenstoffgehalt im Ozean beeinflussen und welchen Einfluss die menschliche Zivilisation auf die Chemie der Ozeane hat. Ich denke das größte Hindernis, die Rolle der Ozeanränder richtig zu bewerten, ist immer noch die nicht zu unterschätzende Komplexität dieser Systeme. Neueste Bewertungen der Forschungsergebnisse haben dazu geführt, neue internationale Forschungsprojekte zu starten, und ich freue mich, einen Beitrag dazu zu leisten.

[Alexandra Rao, PhD, Wissenschaftlerin, Arbeitsgruppe Mikrosensoren](#)

Besonders spannend finde ich die grundlegenden Mechanismen des mikrobiellen Abbaus von langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Paraffinwachs oder Dieselöl. Viele Sauerstoff atmende Bakterien können



Messung der Sulfatreduktion im Labor

die Kohlenwasserstoffketten aufsprengen, indem sie Sauerstoffmoleküle „als Hebel“ benutzen. Damit leisten sie einen großen Beitrag bei der Reinigung von Gewässern. Ein Abbau dieser Verbindungen findet aber auch unter sauerstofffreien Bedingungen statt und ist z.B. in Klärwerken höchst wünschenswert.

Doch welche Art „Hebel“ benutzen die Bakterien, wenn ihnen kein freier Sauerstoff zur Verfügung steht? Neben der vor ca. zehn Jahren entdeckten „Fumarat-Addition“ scheint es hier einen unbekannteren, neuartigen Mechanismus zu geben. Aber wie

funktioniert der? Diese spannende Thematik bearbeite ich gemeinsam mit vielen engagierten Experten im Max-Planck-Institut.

[Johannes Zedelius, Doktorand, Abteilung Mikrobiologie](#)

In einem Milliliter Meerwasser leben etwa eine Million Bakterien. Doch nicht immer ist klar wovon, denn ihre Nahrung, das gelöste organische Material, kommt im offenen Ozean in nur geringen Mengen vor.

Mich fasziniert besonders, wie die genügsamen (oligotrophen) Bakterien unter diesen limitierenden Bedingungen dennoch leben und sich sogar vermehren können. Für meine Forschung verbinde ich Kultivierungsmethoden der klassischen Mikrobiologie mit modernen Techniken wie Genomsequenzierung.

[Anne Bachmann, Doktorandin, Arbeitsgruppe Ökophysiologie](#)

Hat ein erwachsener Mann nichts Besseres zu tun, als stinkenden Schlamm zu durchwühlen? Diese Frage kann ich manchmal in den Gesichtern lesen, wenn ich nach meinem Beruf gefragt werde. Dabei waren es die Mikroorganismen in eben diesem Schlamm, die durch die



„Entwicklung“ der Kohlendioxidfixierung die Grundlage für alle Pflanzen- und Fleischfresser gelegt und die durch die Freisetzung von freiem Sauerstoff die Voraussetzung für komplexe Lebensformen geschaffen haben. Darüber hinaus spielen sie durch das Zurückführen von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff eine zentrale Rolle für das dauerhafte Funktionieren von Ökosystemen.

Probennahme im Wattenmeer

Diese Prozesse zu verstehen fasziniert mich und macht den Kern meiner Arbeit aus. Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie ist weltweit eines der besten Institute, an denen man diese Fragestellungen untersucht. Deshalb habe ich es für meinen einjährigen Gastaufenthalt gewählt.

[Prof. Dr. Kai Finster, Gastwissenschaftler, Abteilung Molekulare Ökologie](#)

Zusammen mit meinen Kollegen vom Max-Planck-Institut und externen Kooperationspartnern aus ganz Europa beschäftige ich mich mit den sauerstoffarmen Gebieten der Meere. Das meiste Leben im Meer ist von Sauerstoff abhängig. Allerdings kommt es durch die globale Erwärmung und die zunehmende Verschmutzung der Meere durch den Menschen zu einem zunehmend erhöhten Verbrauch von Sauerstoff. Immer mehr Gewässer sind davon immer stärker betroffen. Schon jetzt können in einigen Gebieten keine Muscheln, Krebse oder Fische mehr überleben. Uns allen liegt diese Forschung tatsächlich sehr am Herzen. Wenn wir die verantwortlichen Prozesse besser verstehen, können wir die betroffenen Gebiete und Lebewesen damit auch besser schützen.

[Dr. Anna Lichtschlag, Wissenschaftlerin, Arbeitsgruppe Mikrobielle Habitate und HGF-MPG-Brückengruppe für Tiefseeökologie und -Technologie](#)

Ohne Nicht-Wissenschaftler keine Wissenschaft



Die sensible Messelektronik erhält zum Schutz einen stabilen Druckzylinder als Ummantelung.

Für neuartige Untersuchungsmethoden und ungewöhnliche Forschungsorte nützen handelsübliche Messapparate und Geräte nicht viel. Was es zu kaufen gibt, wird also umgerüstet; was es nicht zu kaufen gibt, wird selbst konstruiert und gebaut – und zwar in den institutseigenen, gut ausgerüsteten Werkstätten für Elektronik und Mechanik. Beide haben ihre eigenen Mitarbeiter und Räume, sie arbeiten aber oft zusammen. So stellt die eine Werkstatt feinmechanische Geräte und weitere Bauteile im Millimeter-Maßstab her; die andere fügt die Elektronik hinzu. Allein die Elektronikwerkstatt hat seit der Institutsgründung knapp 200 Technikmodule entwickelt, darunter diverse Steuerelektroniken und eine neuartige Messtechnik mit optischen statt chemischen Sensoren.

Damit die Wissenschaftler forschen können, sind sie aber nicht nur auf die Werkstätten angewiesen, sondern auch auf weitere „Nicht-Wissenschaftler“, beispielsweise auf die Computerspezialisten der EDV-Abteilung und die drei Mitarbeiter der Gebäudebetriebstechnik, die täglich

Lüftungs-, Kühl-, Brandmelde-, Zutritts- und andere technische Anlagen warten, kleine Störungen selbst beheben oder reparieren sowie für größere Probleme und aufwändigere Vorhaben spezielle Firmen anfordern.

Entwickelt und konstruiert in den MPI-Werkstätten: Ein sehr fein justierbarer Motorantrieb steuert das Heben und Senken der empfindlichen Mikrosensoren in die Sedimentschicht.



Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie hat außerdem eine sehr gut ausgestattete Bibliothek mit zahlreichen Fachbüchern, Journalen, tagesaktuellen Zeitungen und eigenem Bibliothekar. Dazu kommen mehrere Verwaltungsmitarbeiter, die sich um Buchhaltung, Personalwesen und um den Einkauf von Büro- und Laborbedarf kümmern.



Die technischen Angestellten sind in unterschiedlichen Arbeitsbereichen gefordert.

Und damit die Wissenschaftler nicht nur in Fachmagazinen publizieren und sich auf Kongressen präsentieren, sorgt die Pressestelle dafür, dass auch die Öffentlichkeit von der Forschungsarbeit und den bedeutenden Ergebnissen erfährt – mit Pressemitteilungen, Führungen durch das Institut, Informationsmaterial und diversen Aktionen, beispielsweise am jährlich stattfindenden Girls' Day oder im Rahmen anderer bundesweiter Aktionen zur Öffentlichkeitsarbeit.

Lehre und Lernen

Am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie wird nicht nur geforscht, sondern auch gelehrt und gelernt. Auf vielfältige Weise bilden die Meereswissenschaftler von heute die Meereswissenschaftler von morgen aus. So haben einige Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts Lehraufträge an der Universität Bremen (Fachbereiche Biologie und Geowissenschaften), an der Jacobs University in Bremen (beispielsweise im Studiengang Bioinformatics & Computational Biology) oder bei anderen Einrichtungen.

International Max Planck Research School of Marine Microbiology – MarMic

Das kombinierte Master- und Doktoranden-Programm der 2002 gegründeten International Max Planck Research School of Marine Microbiology steht für exzellente Graduiertenförderung: Die hochbegabten Nachwuchsforscher studieren bei weltweit angesehenen Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Marine Mikrobiologie, des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, der Universität Bremen und der Jacobs University. Jährlich beginnen bis zu zwölf ausgewählte Studierende mit einem zwölfmonatigen Training aus verschiedenen Vorlesungen, Tutorien und Praktika. Anschließend schreiben sie eine Masterarbeit und starten in die dreijährige Promotionsphase. Danach gehören die MarMic-Absolventen zu einer neuen Generation von Meereswissenschaftlern: Interdisziplinär und fachspezifisch ausgebildet, werden sie mikrobielles Leben und deren Auswirkungen auf die Biosphäre erforschen.

www.marmic.mpg.de

International Studies in Aquatic Tropical Ecology – Internationaler Studiengang Aquatische Tropenökologie – ISATEC

Der Name ist Programm: Wer an dem zweijährigen Master-Studiengang International Studies in Aquatic Tropical Ecology teilnimmt, der forscht ein Semester lang an einem Institut in Brasilien, Costa Rica, Indonesien oder einem anderen Tropenland. Doch zuvor müssen die bis zu 22 Studierenden eines Jahrgangs Vorlesungen besuchen und erste Praktika absolvieren. Das Studienprogramm bietet die Universität Bremen in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) an. Auch Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Marine Mikrobiologie halten für die ISATEC-Studierenden Vorlesungen und leiten einige Praktika.

www.isatec.uni-bremen.de



Der Ansatz von Kulturen, Probenentnahmen und Analysen sind nur einige der täglich anstehenden Aufgaben für die angehenden Meeresbiologen.



Probennahme auf Sylt: MarMic-Studenten sind mit Begeisterung dabei.



Schicht für Schicht tragen die angehenden Meeresbiologinnen die Kerne für die Analyse ab.

Das MPI als Ausbildungsbetrieb für Chemielaboranten



Fertigung und Prüfung der Mikrosensoren unter dem Lichtmikroskop

Seit einigen Jahren bildet das Bremer Max-Planck-Institut Chemielaboranten aus. Nach einem zwei- bis dreimonatigen Grundpraktikum beim Kooperationspartner, der Universität Bremen, durchlaufen die Auszubildenden verschiedene Arbeitsgruppen des Instituts. Dabei arbeiten sie hauptsächlich im Labor, zusammen mit den angestellten Chemielaboranten: Unter anderem wiegen sie Proben ein, reinigen Substanzen, führen Routineversuche durch und organisieren Arbeitsabläufe.

Während der dreieinhalbjährigen Ausbildung besuchen die angehenden Chemielaboranten zwei Tage pro Woche das Schulzentrum SII Utbremen, wo sie in Chemie, Gerätetechnologie, Laborsicherheit und anderen Themenbereichen unterrichtet werden. Das MPI stellt pro Jahr eine Auszubildende oder einen Auszubildenden ein.

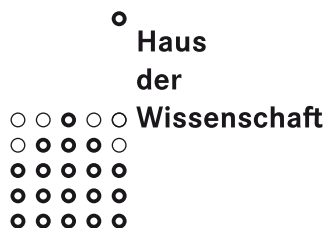
www.chemie.uni-bremen.de/azubis/Laborantenseite.htm

Kooperationspartner



Stiftung Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.awi-bremerhaven.de



www.hausderwissenschaft.de



JACOBS
UNIVERSITY

www.jacobs-university.de



www.uni-oldenburg.de



www.uni-bremen.de

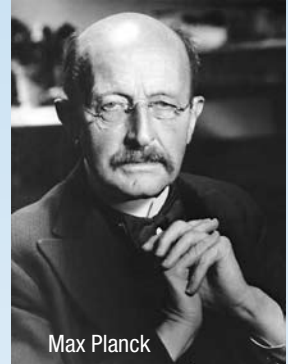
Die Max-Planck-Gesellschaft

Die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) ist eine traditionsreiche und doch moderne Forschungsorganisation. Mit immer wieder weiterentwickelten Methoden und Geräten suchen die Mitarbeiter seit Jahrzehnten nach dem, was – frei nach Goethe – die Welt im Innersten zusammenhält. Diese Grundlagenforschung schafft zudem die Basis für neuartige Therapien und Technologien. „Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen“, meinte auch der Physiker und Nobelpreisträger Max Planck (1858-1947), nach dem die Gesellschaft benannt wurde. Der Mitbegründer der Quantentheorie setzte sich für die Grundlagenforschung und für die Freiheit der Wissenschaft ein – so wie die MPG noch heute. Der derzeitige Präsident, Prof. Peter Gruss, schrieb einmal: „Es gilt, die Forschung weltweit zu vernetzen, ohne dabei die jeweilige Vielfalt aufzugeben. Dabei muss sich die Wissenschaft die Freiheit bewahren, Themen und Ziele selbst zu setzen.“ Das entspricht auch der „Mission“ der Forschungsorganisation: Mit ihrer Vielfalt an Lebens-, Natur- und Geisteswissenschaften soll sie die Arbeit an Universitäten und anderen Einrichtungen ergänzen sowie das Wissen frei zugänglich machen.

Deutschlandweit gibt es 76 Max-Planck-Institute, die in drei Bereichen organisiert sind: der Biologisch-Medizinischen, der Chemisch-Physikalisch-Technischen und der Geisteswissenschaftlichen Sektion.

Im Ausland gibt es drei weitere Forschungseinrichtungen sowie mehrere Außenstellen. Insgesamt beschäftigt die MPG über 13.000 Mitarbeiter, von denen etwa jeder dritte Wissenschaftler ist. Dazu kommen mehr als 7.000 Nachwuchs- und Gastwissenschaftler, die an den Instituten lernen und forschen. Umgekehrt gastieren Max-Planck-Wissenschaftler an anderen Einrichtungen auf der ganzen Welt.

National und international genießt die MPG einen exzellenten Ruf, was nicht zuletzt daran liegt, dass sie bisher 17 Nobelpreisträger hervorgebracht hat – zwei mehr als ihre Vorgängerorganisation, die 1911 gegründete Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. Diese war weltweit angesehen, doch nach dem Zweiten Weltkrieg wurde auch in der deutschen Wissenschaft ein Neuanfang nötig. Daraufhin wurde am 26. Februar 1948 die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. gegründet. Auch wenn sie sich größtenteils über öffentliche Mittel von Bund und Ländern finanziert, so ist sie doch keine staatliche Einrichtung, sondern eine gemeinnützige und unabhängige Organisation.

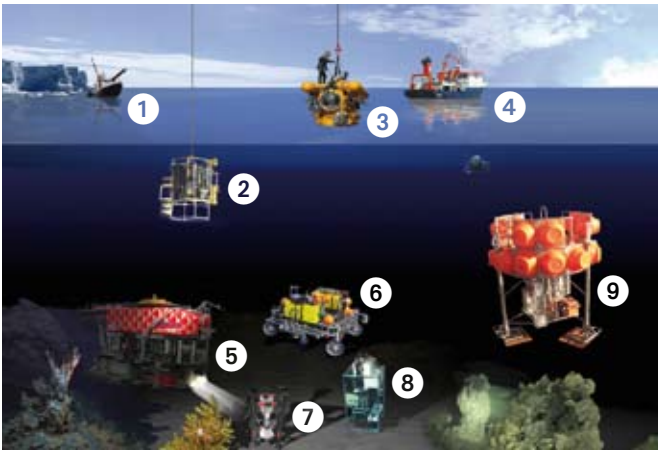


Nobelpreisträger der MPG

- 2007 Gerhard Ertl (Chemie)
- 2005 Theodor W. Hänsch (Physik)
- 1995 Paul J. Crutzen (Chemie)
- 1995 Christiane Nüsslein-Volhard (Medizin)
- 1991 Erwin Neher (Medizin)
- 1991 Bert Sakmann (Medizin)
- 1988 Johann Deisenhofer (Chemie)
- 1988 Robert Huber (Chemie)
- 1988 Hartmut Michel (Chemie)
- 1986 Ernst Ruska (Physik)
- 1985 Klaus von Klitzing (Physik)
- 1984 Georges Köhler (Medizin)
- 1973 Konrad Lorenz (Medizin)
- 1967 Manfred Eigen (Chemie)
- 1964 Feodor Lynen (Medizin)
- 1963 Karl Ziegler (Chemie)
- 1954 Walther Bothe (Physik)



Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie



- 1 FS Polarstern
- 2 CTD-Wasserschöpfer
- 3 Tauchboot Jago
- 4 FS Heincke
- 5 ROV Quest 4000
- 6 CMOVE-Unterwasserfahrzeug
- 7 Gasfänger
- 8 Profiler mit Mikrosensoren
- 9 Freifallender Lander



Gefahrgutcontainer



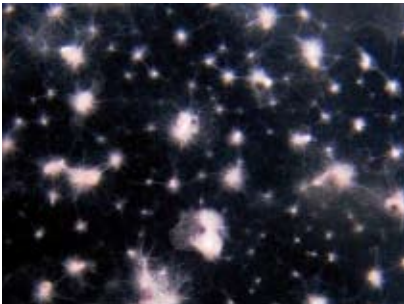
Tauchboot Jago ▶



Wasserdichte Mess-Elektronik



Pipettier-Roboter



Die Schwefelbakterien *Beggiatoa*



Isotopenlabor



Schüler am Mikroskop

▼ Max-Planck-Hörsaal



So finden Sie uns:



Haltestellen der Bus- und Straßenbahnlilien

- 1 Celsiusstraße
- 2 Wiener Straße

- 3 Universität / NW1
- 4 Universität / Zentralbereich

- 5 Universität / Klagenfurter Str.
- 6 Lise-Meitner-Straße
- 7 Berufsbildungswerk

- 8 Linzer Straße
- 9 Spittaler Straße
- 10 Kremser Straße



Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie

Celsiusstraße 1 · D-28359 Bremen

Kontakt:

Telefon: +49 (0)421 20 28-50
 Fax: +49 (0)421 20 28-580
 Internet: www.mpi-bremen.de
 E-Mail: contact@mpi-bremen.de

Pressesprecher:

Dr. Manfred Schlösser
 Telefon: +49 (0)421 20 28-704
 Fax: +49 (0)421 20 28-790
 E-Mail: mschloes@mpi-bremen.de