

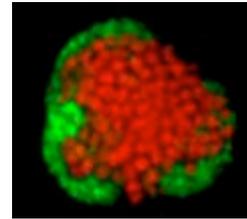
## Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie

### Riffe aus Bakterien entdeckt

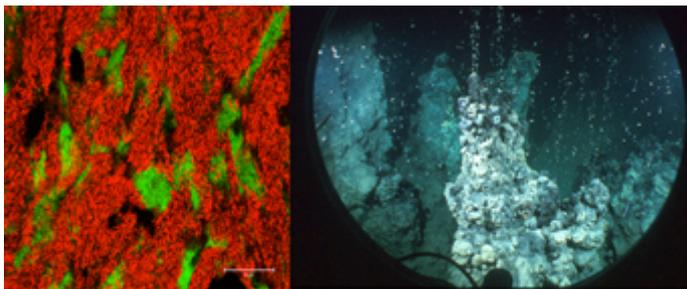
Presse ♦ Archiv der Pressemitteilungen ♦ Pressemitteilungen 2002 ♦ Riffe aus Bakterien entdeckt

**09.08.2002**

Meereswissenschaftler finden riesige Riffe aus methanfressenden Mikroorganismen, die von großer Bedeutung für den globalen Kohlenstoffkreislauf sind.



Riesige, bis zu vier Meter hohe Riffe aus Mikroorganismen, die sich von wahrscheinlich ausschließlich von Methan ernähren, haben Wissenschaftler der Universitäten Hamburg und Göttingen und des Bremer Max-Planck-Instituts für marine Mikrobiologie in Zusammenarbeit mit der Ukrainischen und Russischen Akademie der Wissenschaften in Küstengewässern des Schwarzen Meers entdeckt (Science, 9. August 2002). Die Matten bestehen hauptsächlich aus extrem dichtgepackt lebenden Archaea und Sulfat reduzierenden Bakterien, die in Symbiose poröse Stütz-Strukturen aus Calciumcarbonat sowie beträchtliche Mengen an Biomasse produzieren. Diese Entdeckung ist von grundsätzlicher Bedeutung für unser Verständnis der frühen Perioden der Erdgeschichte und die Entstehung der Biosphäre.



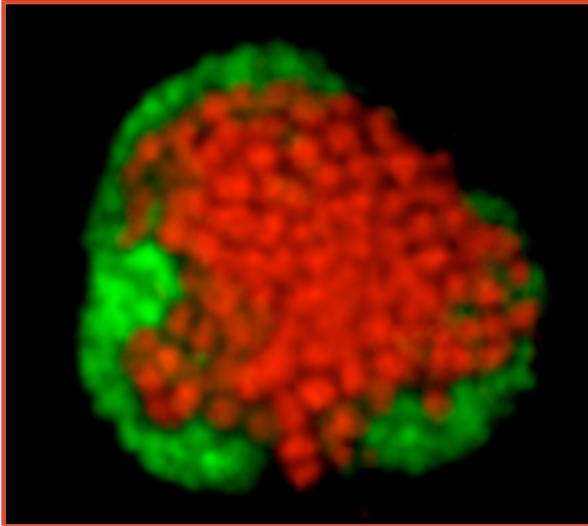
*Bild 1 Riffe aus Mikroorganismen im Schwarzen Meer*

*Linkes Bild: Ein Dünnschnitt des Riffs wurde für die Epifluoreszenz-Mikroskopie doppelt gefärbt: 1) mit einer rot-fluoreszierenden RNA-Sonde, die gegen eine spezifische Gruppe von Archaea gerichtet ist; 2) mit einer grün-fluoreszierenden RNA-Sonde, die gegen eine spezifische Gruppe von Sulfatreduzierern gerichtet ist. Der weiße Balken entspricht einem fünfzigstel Millimeter. Bildquelle: MUMM, MPI Bremen  
Rechtes Bild: Ein Blick aus dem Tauchboot JAGO auf das von Gasblasen umströmte Bakterienriff. Einige der Riffstrukturen sind 4 m hoch und 1 m breit. Sie bestehen fast ausschliesslich aus methanfressenden Mikroorganismen, sowie aus durch den Methanumsatz ausgefälltem Kalk. Bildquelle: GHOSTDABS, Universität Hamburg.*

Der Blick aus dem Tauchboot JAGO auf eine Landschaft von Säulen, Hügeln, Knollen und anderen Riff-Strukturen lässt sich nur schwer mit dem Bild eines Stückchens des Riffs unter 1000facher Vergrößerung im Mikroskop zusammenbringen, das eine enge Vergesellschaftung von zwei unterschiedlichen Zelltypen, Bakterien und Archaea zeigt (Bild 1). Aber tatsächlich sind die beiden so unterschiedlichen Mikroorganismen, die als Einzeller gerade ein Tausendstel Millimeter groß sind, in der Lage, enorme Mengen von Methan zu CO<sub>2</sub> zu veratmen und dabei riesige Mengen an organischer Masse aufzubauen.

Seit mehr als 30 Jahren haben Wissenschaftler weltweit versucht, Mikroorganismen zu finden, die Methan ohne Sauerstoff veratmen kann. Methan ist der wesentliche Bestandteil des Erdgases, das wir als fossilen Brennstoff nutzen. Es ist auch ein wichtiges Treibhausgas und entsteht in großen Mengen an Land - vor allem in Reisfeldern und Kuhmägen - sowie im Meer, tief unter dem Meeresboden. Erst vor zwei Jahren ist es einer Arbeitsgruppe aus Mikrobiologen, Molekularökologen und Biogeochemikern am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie in Bremen gelungen, eine solche Lebensform oberhalb von Gashydratlagerungen im Meer aufzuspüren (vgl. Pressemitteilung). Damals handelte es sich ebenfalls um eine Symbiose aus Archaea und Bakterien, die zusammen als winzige Zellklumpen zu Tausenden in

methanreichen Meeresböden vorkommen und inzwischen weltweit an gasreichen Standorten gefunden wurden (Bild 2).



*Bild 2 Eine verwandte Symbiose aus methanfressenden Mikroorganismen In gashydrathaltigen Sedimenten vom Kontinentalhang vor Oregon, USA wurden die kleinen Aggregate aus Archaeobakterien (rot) und Sulfat reduzierenden Bakterien (grün) zuerst entdeckt. Die Symbiosen bestehen aus durchschnittlich 100 Archaeobakterien, die von ca. 200 Sulfatreduzierern umwachsen werden. Der Durchmesser der Zellklumpen beträgt durchschnittlich 2-3 Tausendstel Millimeter. Das Bild wurde mit dem Konfokalen Laser-Scanning Mikroskop aufgenommen. Bildquelle: MUMM, MPI Bremen*



*Bild 3 Einsatz des bemannten Forschungstauchboots JAGO des MPIV-Seewiesen. JAGO kann bis 400 m tief tauchen und hat Platz für einen Piloten und einen Wissenschaftler. Bildquelle: GEOMAR, Kiel.*

***Bild 4** Querschnitt einer Riffstruktur (ca 1 m Höhe und 40 cm Durchmesser). Die grau-schwärzliche Färbung der äußeren mikrobiellen Matte entsteht vermutlich durch die Ausfällung chemischer Substanzen, im Inneren ist die Matte rosafarben. Die grau-grüne Mitte der Struktur besteht aus verkalkter Matte, die von größeren Kanälen und Höhlen durchzogen ist. Bildquelle: GHOSTDABS, Universität Hamburg*



Auch im Bodenwasser des größten sauerstofffreien Meeresbeckens der Welt, dem Schwarzen Meer, gibt es genügend Methan. Im Westen der Halbinsel Krim fanden die Meeresforscher mit Hilfe des Forschungs-U-Bootes JAGO (Bild 3) in einer Wassertiefe von 230 Metern ein riesiges Riff. Gasblasen durchströmen kontinuierlich die teilweise bis zu vier Meter hohen und einen Meter breiten Riffstrukturen (Videoclips). Diese bestehen aus dichten Matten von Mikroorganismen, die im Inneren durch kalkartige Ausfällungen von Karbonaten gestützt werden (Bild 4). Das Karbonat entsteht wie Schwefelwasserstoff als Abfallprodukt aus der Oxidation von Methan mit dem im Meerwasser reichlich vorhandenem Sulfat.

Die diese Riffe bildenden Mikroorganismen im Schwarzen Meer sind Verwandte der im Jahr 2000 entdeckten kleinen Zellklumpen aus Archaea und Bakterien. Auch die Schwarzmeer-Bewohner sind in der Lage, große Mengen von Methan mit Sulfat umzusetzen und als Kohlenstoffquelle für ihr Wachstum zu nutzen. Dies zeigen die Untersuchungen der Forscher von der Universität Hamburg (BMBF-Projekt GHOSTDABS, Koordinator Prof. Dr. W. Michaelis) die in typischen Biomassebestandteilen der Archaea und Bakterien einen hohen Gehalt an Kohlenstoff aus dem Methan nachweisen konnten. Dass diese mikrobiellen Matten enorme Mengen an Methan und Sulfat umsetzen, konnten Katja Nauhaus und Tina Treude, Doktorandinnen am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie (Bild 5), schon an Bord des russischen Forschungsschiffes RV LOGACHEV messen (Bild 6). Und die am ebenfalls am Max-Planck-Institut arbeitenden Postdocs Dr. Katrin Knittel und Dr. Armin Gieseke waren dann in der Lage, das Rätsel um die Identität der Mikroorganismen zu lösen: Mit einer direkten Färbung der Zellen durch spezifische Gen-Sonden konnten sie zeigen, dass Mikrokolonien von methanfressenden Archaea und Sulfat reduzierenden Bakterien dichte Matten bilden, die von kleinen Adern durchzogen sind (Bild 7). Diese winzigen Kanäle unterstützen vermutlich den Austausch der Nährstoffe und Stoffwechselprodukte und münden in größere Höhlen und Freiräume im kalkigen Inneren der Riffstrukturen.

Doch was haben die riesigen Bakterienriffe mit der Erdgeschichte zu tun? Sie sind der erste lebende Beweis dafür, dass organische Materie im Geosystem der Erde auch ohne Sauerstoff und pflanzliche Biomasse - auf chemosynthetischem Wege - entstanden sind und sich abgelagert hat. Bereits seit langem diskutieren Wissenschaftler, ob Methan in der frühen Geschichte des Lebens auf der Erde vor einigen Milliarden Jahren eine Rolle als Nährstoff und Energieträger gespielt haben könnte. Die bisherige Theorie besagt noch immer, dass nur

Sauerstoff atmende Mikroorganismen in der Lage sind, Methan effizient zu nutzen. Doch Sauerstoff entstand allerdings erst nach der Entwicklung und Ausbreitung von pflanzlichem Leben, wie wir es heute kennen. Die AWI-Wissenschaftlerin Prof. Antje Boetius, Mitautorin der Science-Studie, vermutet deshalb: "Vielleicht waren die Ureinwohner der Erde während einer langen Periode der Erdgeschichte solche Mikroorganismen, wie wir sie im Schwarzen Meer gefunden haben: eine Symbiose von Zellen, die ohne Sauerstoff mit Methan als Nährstoff wachsen können." Diese Mikroorganismen wären dann das fehlende Glied in der Kette eines erdgeschichtlich sehr frühen Methankreislaufs. Dieser würde aus vier Stufen bestehen: 1) der bakterieller Fixierung von Kohlendioxid mittels Sonnenlicht ohne Sauerstoffbildung (anaerobe Photosynthese), 2) der Zersetzung von photosynthetischer Biomasse durch Fermentierer, 3) der Bildung von Methan durch methanogene Archaea und 4) der Veratmung des Methans ohne Sauerstoff durch methanfressende (methanotrophe) Archaea.

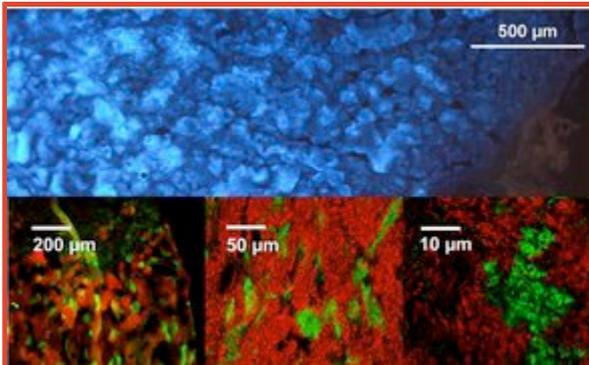


**Bild 5** -Probennahme an Bord der RV Logachev.

Die MPI-Doktorandinnen Tina Treude (links) und Katja Nauhaus (rechts) sind dabei, Proben aus Stücken des Bakterien-Riffs zu entnehmen, um verschiedene Experimente zum Stoffumsatz und Beschaffenheit der Bakterien und Archaea durchzuführen. Bildquelle: GEOMAR, Kiel.



**Bild 6** Das russische Forschungsschiff RV Professor LOGACHEV der Polar Marine Geosurvey Expedition (PMGE) in St. Petersburg. Das Schiff hat eine Länge von 104 m und wird weltweit vor allem für geologische und geophysikalische Untersuchungen eingesetzt. Bildquelle: GHOSTDABS, Universität Hamburg



**Bild 7** Dünnschnitte von mikrobieller Matte aus einer Riffstruktur. Oberes Bild: Färbung der Zellen mit dem DNA-spezifischen Fluoreszenz-Farbstoff DAPI. Unteres Bild: Ausschnitte der mit RNA-Sonden eingefärbten mikrobiellen Matte unter verschiedener Vergrößerung. Die weißen Balken zeigen das relative Maß. Weitere Erklärungen siehe Bild 1. Bildquelle: MUMM, MPI-Bremen

## Literatur

### Literaturhinweis zur Originalarbeit in SCIENCE

Michaelis W, Seifert R, Nauhaus K, Treude T, Thiel V, Blumenberg B, Knittel K, Gieseke A, Peterknecht K, Pape T, Boetius A, Amann R, Jorgensen BB, Widdel F, Peckmann J, Pimenov NV, Gulin MB (2002) Microbial Reefs in the Black Sea Fueled by Anaerobic Oxidation of Methane, Science 297, 1013-1015

### Kontaktpersonen und Ansprechpartner

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Dr. Manfred Schlösser (*Pressebeauftragter*)  
Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen  
Telefon: 04 21 20 28 7 04  
[mschloes@mpi-bremen.de](mailto:mschloes@mpi-bremen.de)

Prof. Dr. Antje Boetius  
[aboetius@mpi-bremen.de](mailto:aboetius@mpi-bremen.de)

Dr. Tina Treude  
[ttreude@mpi-bremen.de](mailto:ttreude@mpi-bremen.de)

Email: [ttreude@mpi-bremen.de](mailto:ttreude@mpi-bremen.de)

© 2005, Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie