

- Der Forschungseisbrecher Polarstern im Sommer 2012 in der Zentralarktis. Ein multidisziplinäres Team um Fahrleiterin Antje Boetius untersuchte die kurzfristige Reaktion des Tiefseeökosystems auf Änderungen an der Wasseroberfläche. Foto: Stefan Hendricks, Alfred-Wegener-Institut

54

DIE ENTDECKUNG DER TIEFSEE

PROF. DR. ANTJE BOETIUS

Position: Professorin für Geomikrobiologie an der Universität Bremen, Arbeitsgruppenleiterin am Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven und am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen

Spezialgebiet: Biologische Ozeanographie, Biogeochemie und Marine Mikrobiologie

Foto: Privat



12

Der Ozean bedeckt mehr als zwei Drittel der Erd-

oberfläche. Er umfasst mehr als 90 Prozent des belebten Raumes der Erde und eine unglaubliche Vielfalt von Leben. Daher sind Meeresforscher vor allem Entdecker, und jede Expedition kann zu unerwarteten, ja revolutionären Erkenntnissen führen.

Mit dem kontinuierlichen technologischen Fortschritt bei der Untersuchung der Meere steigt unser Wissen zwar rasch, aber angesichts der rapiden Veränderungen in der Umwelt doch nicht schnell genug. Dabei erfordert die Hoffnung auf Anpassungen an den globalen Wandel ein besseres Verständnis der Rolle der Weltmeere im System Erde.



■ Antje Boetius mit dem Forschungstauchboot JAGO vor dem Abtauchen in die sauerstofffreien Tiefen des Schwarzen Meeres. Im Hintergrund das Forschungsschiff MARIA S. MERIAN. Foto: JAGO-Team, GEOMAR

Prof. Dr. Antje Boetius erforscht mikrobielle Lebensräume im Meer. Sie untersucht dabei die physikalische und chemische Umgebung, in der Gemeinschaften von Mikroorganismen leben. Diese Lebensgemeinschaften besetzen Nischen im Meer, die von einer Vielzahl von Faktoren, wie Temperatur, Druck, pH, Salzgehalt und der Verfügbarkeit von Nährstoffen bestimmt sind. Einer der Forschungsschwerpunkte von Prof. Boetius ist in diesem Zusammenhang auch die Entwicklung von Unterwas-

sertechnologien, die in situ-Beobachtungen und quantitative Analysen erlauben. Ihr Forschungsziel ist es, den Beitrag der Mikroorganismen zu Stoffflüssen im Meer zu quantifizieren und Regulierungsmechanismen für das Auftreten funktionell wichtiger Arten zu untersuchen. Auf lange Sicht soll dies helfen, Unterschiede zwischen natürlichen und menschengemachten Änderungen zu erkennen und zu verstehen, welche Konsequenzen diese für die Ökosysteme haben.

55

VITA

Antje Boetius studierte zunächst Biologie in Hamburg und an der Scripps Institution, USA mit dem Schwerpunkt Biologische Ozeanographie. 1996 promovierte sie an der Universität Bremen. Für ein Postdoc-Projekt wechselte sie 1996 bis 1999 an das Institut für Ostseeforschung in Warnemünde ehe sie 1999 zurück nach Bremen an das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie kam. 2001 wurde Antje Boetius Assistant Professor an der neu gegründeten International University Bremen (heute Jacobs Universität Bremen) sowie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Alfred-Wegener Institut im Fachbereich Geologie. 2003 wurde sie Associate Professor an der Jacobs University Bremen, sowie Leiterin der Forschungsgruppe „Mikrobielle Habitate“ am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie. Im Sommer 2008 wurde sie zum Full Professor an der Jacobs University

berufen. Zum 1. März 2009 ist Frau Boetius an die Universität Bremen als Professor für Geomikrobiologie im Fachbereich Geowissenschaften am MARUM gewechselt.

Antje Boetius hat an über 40 seegehenden Expeditionen teilgenommen und eine Reihe von internationalen Forschungsreisen geleitet. 2009 hat sie den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der DFG für Forschungen zur mikrobiellen Ökologie erhalten. Seit Dezember 2009 ist Frau Boetius Leiterin einer gemeinsamen Arbeitsgruppe des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung und des Max-Planck-Instituts für Marine Mikrobiologie. 2011 erhielt Sie einen ERC Advanced Investigator Grant des Europäischen Forschungsrates. Gegenwärtig ist sie Vorsitzende der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrates. ■



■ Am Grund der arktischen Tiefsee herrscht reges Treiben: Abgestorbene Algen locken Tiere und eine Vielzahl im Sediment verborgener Mikroorganismen an. Seegurken fressen die Eisalgen, die bei starker Eisschmelze von der Unterseite des Meereises auf den Meeresgrund gesunken sind. Quelle: Antje Boetius, Alfred-Wegener-Institut

LEBEN UNTER DRUCK



■ Mikroorganismen, die im Meeresboden leben und Methan als Energiequelle nutzen: Eine Lebensgemeinschaft aus Archaeen (rot) und Bakterien (grün) verbraucht das Methan. Antje Boetius gelang es als Erster, mit ihrer Forschung die Prozesse zu entschlüsseln, die verhindern, dass dieses hoch aktive Treibhausgas in großen Mengen in die Atmosphäre gelangt. Dieser Prozess hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das globale Klimageschehen. Quelle: MPIMM

10 Mikrometer

Extreme Umweltbedingungen und Geosphäre-Biosphäre-Wechselwirkungen

Extreme Umweltbedingungen werden durch physikalisch-chemische Grenzbereiche definiert, bei denen sich das Leben nicht mehr vermehren kann. Dabei sind manche Organismen angepasst an extrem hohe oder niedrige Temperaturen, Salzgehalte, pH-Werte oder an besonders geringe Verfügbarkeit von Energie. Oft sind die größten Herausforderungen an Leben, schnelle zeitliche Schwankungen oder räumliche Veränderungen dieser Faktoren zu verkraften. Hoch angepasste Organismen können unter konstanten extremen Bedingungen überleben, während robuste Arten auch unter stark schwankenden Verhältnissen existieren können. Antje Boetius hat mikrobielles Leben in polaren Umgebungen, Tiefseeböden und -gräben, anoxischen Becken, Schlammvulkanen, Gas- und Ölquellen, hydrothermalen Quellen und Korallenriffen vor Ort untersucht. Dort beobachtete sie zum Beispiel die Auswirkung von Schlammrutschungen oder Eruptionen auf die



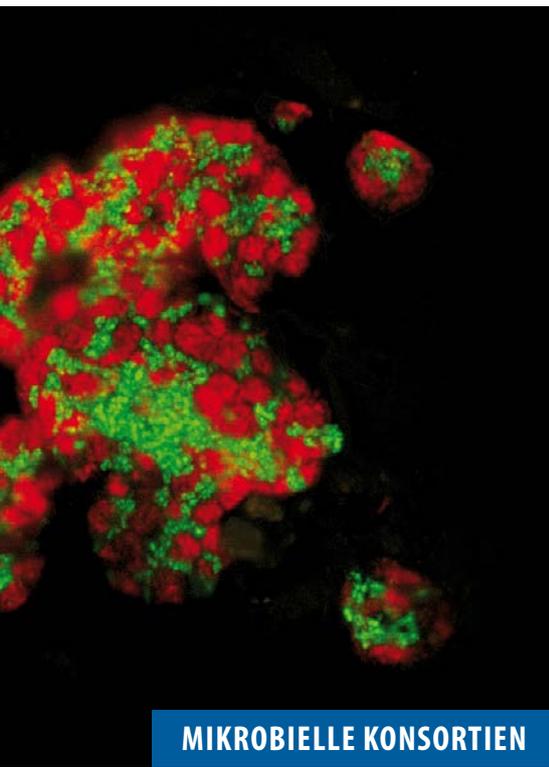
■ Antje Boetius und ihre Arbeitsgruppe erforschen Mikroorganismen und Stoffflüsse im und unter dem Eis. Quelle: Alfred-Wegener-Institut

Lebensverhältnisse von mikrobiellen Populationen. An Schlammvulkanen der Tiefsee sind solche geologischen Prozesse häufiger zu beobachten. Anschließend lässt sich die langwierige Wiederbesiedelung durch Mikroorganismen gut verfolgen. Im Labor ließen sich solche Experimente nur schlecht modellieren, denn Tiefseelebewesen an Land zu kultivieren ist kaum möglich. Antje Boetius nutzt auch Modellsysteme wie natürliche CO₂-Quellen,

um dadurch die Reaktion von Mikroben auf die Ozeanversauerung zu untersuchen. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass Veränderungen des CO₂-Gehalts im Meeresboden zu Verschiebungen der Biodiversität von Mikroorganismen führen. Welche Folgen damit Ozeanversauerung für den Ozean hat, ist noch nicht abzusehen.

Mikroben und der Methankreislauf im Ozean

Mikroorganismen spielen eine entscheidende Rolle in allen biogeochemischen Prozessen der Erde, vor allem bei dem Recycling von organischer Materie. Bislang kennt man noch nicht mal ein Prozent aller Arten im Meer: Einen Großteil der biochemischen Stoffwechselwege und Schlüsselenzyme von Mikroorganismen gilt es also noch zu entdecken. Prof. Boetius interessiert hier besonders, wie Mikroorganismen Methan verbrauchen und somit Treibhausgasemission aus dem Meer regulieren. Durch die Kombination aus klassischen und modernen Techniken der Biogeochemie und Mikrobiologie, zum Beispiel durch mikroskopische Untersuchun-



MIKROBIELLE KONSORTIEN

gen, konnten einige der wichtigsten Mikroorganismen, die in Erdgas- und Erdölreichen Meeresböden leben, bereits im Labor beprobt, kultiviert und experimentell untersucht werden. „Es ist ein spannendes biologisches Rätsel, wie sich verschiedene Arten von Mikroorganismen so aneinander angepasst haben, dass sie gemeinsam Funktionen ausführen, die keine Art alleine für sich leisten kann“, sagt Antje Boetius.



TIEFSEE-OBSERVATORIUM FRAM

Tiefseeobservatorien

Zusammen mit ihrer Forschergruppe unterhält Antje Boetius das weltweit einzigartige Ozeanobservatorium FRAM in der Arktis. Sie möchte erforschen, wie sich zeitliche Schwankungen in Meeresoberflächentemperaturen und Meereisbedeckung auf das Ozeansystem und die Lebensgemeinschaften am Meeresboden auswirken. Kürzlich konnte gezeigt werden, dass die Erwärmung und der Meereisverlust an der Ozeanoberfläche zu schnellen Reaktionen im gesamten Ökosystem führt, bis hinab in die Tiefsee. Das erfordert modernste Technologien und deren ständige Weiterentwicklung, vor allem im Hinblick auf die Energie-

versorgung und Datenkommunikation. Dazu setzt das Team um Antje Boetius vielfältige Unterwasserplattformen wie zum Beispiel ROV, AUV, Tauchboote oder autonome Lander ein, die mit Sensoren und Kameras zur Veranschaulichung von räumlichen und zeitlichen Skalen ausgestattet sind. In der eisbedeckten, zentralen Arktis werden neu entwickelte, verankerte Observatorien genutzt, um Änderungen von Export und Recycling von organischem Material durch Mikroorganismen zu dokumentieren. „Das ist ein wichtiger Bereich der Ozeanforschung, der nur weiterkommen kann, wenn sich Meerestechnologie und Wissenschaft gemeinsam weiterentwickeln“, erklärt Antje Boetius. ■

Mehr zu diesem Thema: www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/public-pubs/petersen-essays/boetius_essay.pdf



■ Die Framstraße hat eine wichtige Bedeutung für das System Erde: Dieser Wasserweg zwischen Spitzbergen und Grönland ist die einzige Tiefwasser-Verbindung zwischen dem Atlantik und dem Arktischen Ozean. Damit ist sie auch der wichtigste Transportweg für den Wasseraustausch zwischen den beiden Weltmeeren. Die weiß abgetönten Flächen zeigen die durchschnittliche sommerliche Eisbedeckung 1979-2007, die blauen Pfeile markieren die heutige Eisdrift. Die roten Pfeile zeigen den Transportweg für warmes Atlantikwasser in den Arktischen Ozean, der weiße Kreis markiert die Position einer zentralen Beobachtungsstation des Observatoriums FRAM. Kartengrundlage: GEBCO, Bearbeitung: GEOMAR