

Meeresbakterien als lebende elektrische Kabel

Das Rätsel um den elektrischen Stromfluss im Meeresboden ist gelöst: Wissenschaftler der Aarhus University in Dänemark entdeckten zentimeterlange Bakterien-Ketten aus tausenden von Zellen, die wie winzige isolierte Kabel elektrischen Strom leiten können.

Kabelbakterien erklären elektrische Ströme im Meeresboden

Elektrizität und Salzwasser sind normalerweise eine denkbar schlechte Kombination. So war es eine große Überraschung, als vor zwei Jahren eine elektrische Kopplung von biologischen Prozessen im Meeresboden entdeckt wurde. Seitdem war das internationale Team aus deutschen, dänischen und chinesischen Wissenschaftlern an der Aarhus University gemeinsam mit Kollegen der University of Southern California, USA auf der Suche nach einer Erklärung für den Stromfluss. Jetzt präsentieren die Forscher ihre spektakulären Ergebnisse in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift *Nature*.

„Unsere Experimente zeigten deutlich, dass die elektrischen Verbindungen im Sediment feste, mit Bakterien verbundene „Leitungen“ sein mussten“, sagt Christian Pfeffer, deutscher Doktorand an der Aarhus University.

Mit einem dünnen Metalldraht, den er horizontal durch das Sediment zog, konnte er den Stromfluss unterbrechen. Das hatte den Effekt, dass sich augenblicklich einige biochemische Prozesse im Sediment zu ändern begannen. Verhinderte er andererseits mit einem Filter, dass Bakterien ihre Kabel durch das Sediment ziehen konnten, stellte sich der Stromfluss erst gar nicht ein.

Auf der Suche nach den Leitungen fanden die Forscher bisher unbekannte Bakterien, die extrem lange, vielzellige Ketten bilden.

„Erst als wir im Inneren dieser Filamente drahtartige Fasern entdeckten, die von einer Membran umschlossen alle Zellen vom einen zum anderen Ende verbinden, begannen wir zu glauben, dass diese Bakterien wirklich wie elektrische Kabel funktionieren“, sagt Dr. Nils Risgaard-Petersen, einer der Forscher der Aarhus University, der bereits an der Entdeckung des Stromflusses im Meeresboden beteiligt war.

Kilometer von lebendigen Kabeln

Obgleich hundertmal dünner als ein menschliches Haar ähneln die Kabelbakterien mit ihren leitenden Fasern herkömmlichen Stromkabeln, in denen mehrere isolierte Drähte Strom leiten können. Mithilfe einer speziellen Messmethode konnten besondere elektrische Eigenschaften der Fasern nachgewiesen werden. Auf welche Art sie aber Strom leiten ist bisher noch nicht bekannt.

In den obersten zwei Zentimetern eines einzigen Quadratmeters Meeresboden können mehrere tausend Kilometer Bakterienkabel liegen. Die Fähigkeit Strom zu leiten ermöglicht ihnen einen so enormen Konkurrenzvorteil, dass sie einen Großteil des Stoffumsatzes übernehmen. Im Gegensatz zu allen anderen Organismen können die Kabelbakterien nämlich weiterhin mit Sauerstoff atmen, obwohl der größte Teil ihrer Zellen im sauerstofffreien, aber nährstoffreichen tieferen Teil des Meeresbodens steckt. Dazu muss lediglich ein Teil des Kabels Zugang zum Sauerstoff an der Oberfläche haben.

Biochemisch bedeutet Atmung die Übertragung von Elektronen aus der Nahrung auf Sauerstoff, ein Prozess, der normalerweise innerhalb einer Zelle abläuft. Die Kabelbakterien können dagegen mithilfe ihrer leitenden Fasern Elektronen aus der Tiefe auf Sauerstoff an der Oberfläche übertragen. Doch schon geringe Störungen können zu fatalen „Kabelbrüchen“ führen.

Elektronische Produkte aus der Petrischale?

„Diese Entdeckung revolutioniert unser Verständnis der Biologie des Meeresbodens, und die leitenden Fasern im Inneren der Kabelbakterien könnten für Elektronik und Technik ausgesprochen interessant sein“, erklärt Professor Lars Peter Nielsen, der die bio-geo-elektrische Forschung an der Aarhus University leitet.

Sein Team arbeitet gemeinsam mit einer Reihe internationaler Partner bereits an den nächsten spannenden Fragestellungen, welche vom molekularen Mechanismus der Bioelektronik bis zur erdgeschichtlichen Rolle der Kabelbakterien reichen. Die Zukunft wird zeigen, ob diese wundersame Erfindung der Evolution auch in der (Bio-)Elektronik ihre Anwendung finden wird.

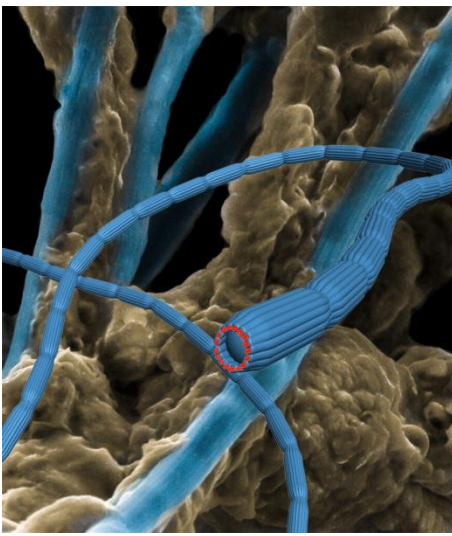
Artikel in Nature:

„Filamentous bacteria transport electrons over centimetre distances“ von Christian Pfeffer, Steffen Larsen, Jie Song, Mingdong Dong, Flemming Besenbacher, Rikke Louise Meyer, Kasper Urup Kjeldsen, Lars Schreiber, Yuri A. Gorby, Mohamed Y. El-Naggar, Kar Man Leung, Andreas Schramm, Nils Risgaard-Petersen & Lars Peter Nielsen. DOI:10.1038/nature11586

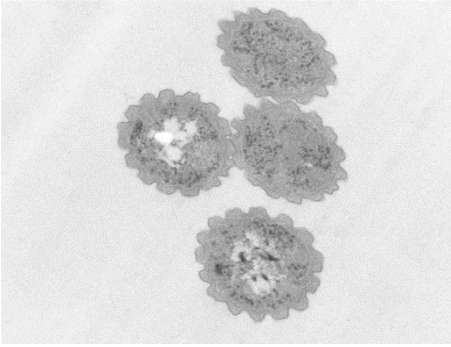
Link:

Hochauflösende Fotos und Graphiken, sowie Pressemitteilungen in Englisch, Dänisch und Chinesisch sind verfügbar auf <http://scitech.au.dk/en/current-affairs/levende-kabler-forklarer-gaadefulde-elektriske-stroemme/>

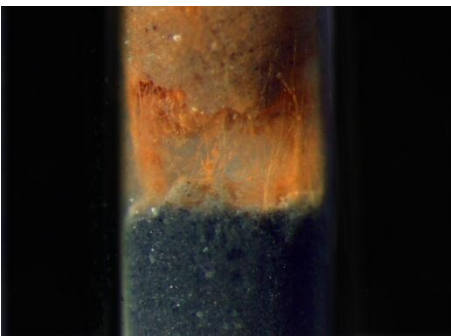
Bildüberschriften:



1. Kabelbakterien in Sedimentschlamm vom Meeresboden. (Grafische Bearbeitung: Mingdong Dong, Jie Song und Nils Risgaard-Petersen)



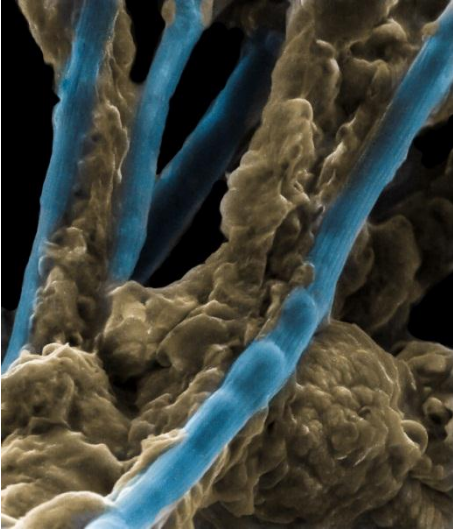
2. Querschnitte von vier Kabelbakterien, jedes mit einem Kranz von 15 leitenden Fasern direkt unterhalb der Zelloberfläche. (Grafische Bearbeitung: Karen E. Thomsen)



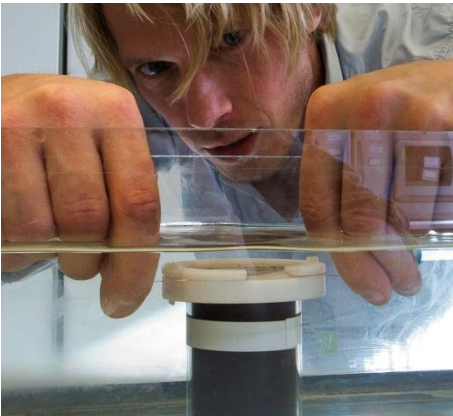
3. Ein kleiner Riss im Sediment enthüllt zahlreiche Kabelbakterien, welche den elektrischen Strom zwischen der roten Oberflächenschicht und der darunter gelegenen schwarzen, sauerstofffreien Schicht leiten. (Foto: Nils Risgaard-Petersen)



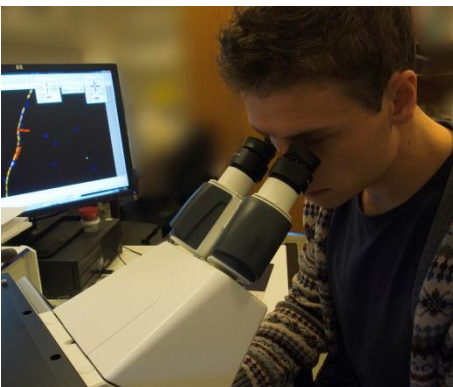
4. In einem Teelöffel Schlamm können Kabelbakterien mit bis zu einer Gesamtlänge von einem Kilometer leben. (Foto: Nils Risgaard-Petersen)



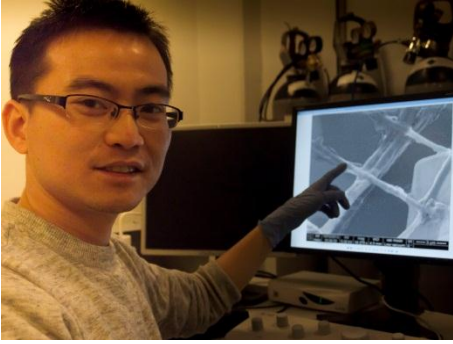
5. Kabelbakterien im Sediment. Die leitenden internen Fasern bilden sich an der Oberfläche der Bakterien als rippenartige Reliefe ab. (Grafische Bearbeitung: Jie Song und Nils Risgaard-Petersen)



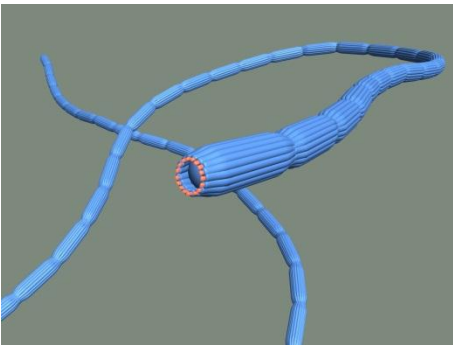
6. Stromausfall. Der deutsche Doktorand Christian Pfeffer zieht einen dünnen Metallfaden durch das Sediment und durchschneidet so die Kabelbakterien. (Foto: Nils Risgaard-Petersen)



7. Doktorand Steffen Larsen identifiziert Bakterien aus dem Meeressediment unter dem Mikroskop. (Foto: Nils Risgaard-Petersen)



8. Doktorand Jie Song zeigt eine rasterelektronenmikroskopische Nahaufnahme von den Kabelbakterien. (Foto: Nils Risgaard-Petersen)



9. Ein Kabelbakterium besteht aus einer langen Kette von Zellen, in deren gemeinsamer Zellhülle eingebettet, ein Ring von elektrisch leitfähigen Fasern verläuft. (Grafische Bearbeitung: Mingdong Dong)

Kontakt:

Christian Pfeffer, Center for Geomicrobiology, Aarhus University. Email: christian.pfeffer@biology.au.dk
+45 871 68292.

Professor Dr. Andreas Schramm, Institute for Bioscience, Aarhus University. Email:
andreas.schramm@biology.au.dk. Telefon: +45 871 56541.

Dr. Lars Schreiber, Center for Geomicrobiology, Aarhus University.
Email: lars.schreiber@biology.au.dk. Telefon: +45 871 56549.

Professor Dr. Lars Peter Nielsen, Institute for Bioscience, Aarhus University.
Email: lars.peter.nielsen@biology.au.dk. Telefon: +45 871 56542 oder +45 6020 2654.

Dr. Nils Risgaard-Petersen, Center for Geomicrobiology, Aarhus University.
Email: nils.risgaard-petersen@biology.au.dk. Telefon: +45 871 56508 oder +45 2965 6325.