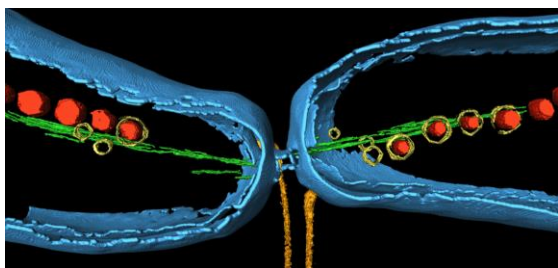


Mikrobe des Jahres 2019: *Magnetospirillum*

Bakterielle Orientierung - anziehend für Zukunftsforschung



Magnetospirillum gryphiswaldense in Teilung mit Magnetitkristallen (rot) und dem speziellen Cytoskelett (grün). © M. Toro-Nahulepan/ J. Plitzko

Ein magnetisches Bakterium? Mit dieser Entdeckung stieß der Italiener Salvatore Bellini 1963 auf Unglauben. Doch mit der Verbreitung des Elektronenmikroskops bestätigte Richard Blakemore zwölf Jahre später seine faszinierenden Beobachtungen: In Schlammproben sah er Mikroorganismen mit Ketten magnetischer Kristalle. Sie richten sich wie eine Kompassnadel im magnetischen Feld aus.

Spezielle Enzyme transportieren Eisenionen aus der Umgebung in die Bakterienzelle. Es bilden sich Ketten aus 15 bis

30 Eisenoxid-Kristallen, die zusammen als Magnet wirken. Ein Zellskelett aus langen Proteinfäden, ähnlich aufgebaut wie unsere Muskeln, hält die Kristalle in der Zellmitte und sortiert sie bei der Zellteilung gleichmäßig.

Zusammen mit einem Sauerstoffsensoren orientieren sich die Bakterien so im Wasser: Sie suchen gezielt Schichten mit dem für sie geeigneten geringen Sauerstoffgehalt auf. Die magnetischen Pole der Erde helfen ihnen, sich in der richtigen Wassertiefe auszurichten. Dank der detaillierten Erkenntnisse zur Biosynthese und Funktion der Magnetosomen gilt *Magnetospirillum* mittlerweile als wichtiger Modellorganismus für die Bildung bakterieller Organellen.

Für Biotechnologie und Medizin bietet *Magnetospirillum* zudem faszinierende Möglichkeiten: Die winzigen Magnete haben eine einheitliche Größe, Form und hohe Magnetisierung, die synthetische Nanopartikel nicht erreichen. Fremde Moleküle, gekoppelt an die Magnetosomenpartikel können ihnen zusätzliche nützliche Eigenschaften verleihen. In Laborversuchen übertreffen isolierte Magnetosomen die Wirksamkeit kommerzieller magnetischer Kontrastmittel deutlich; dies macht sie für die Magnetresonanztomographie (MRT) oder Bildgebungsverfahren in Forschung und medizinischer Diagnostik interessant. Magnetosomen erzeugen zudem in Zellen oder Geweben Wärme, wenn ein starkes Magnetfeld angelegt wird – in Tierversuchen ließen sich damit Tumoren verkleinern. Forscher konnten den kompletten Biosyntheseweg aus *Magnetospirillum* in fremde Bakterien übertragen. So lassen sich möglicherweise Zellen künstlich magnetisieren und entsprechend „steuern“.

Anja Störiko (VAAM)

Die Mikrobe des Jahres weist auf die bedeutsame Rolle der Mikroorganismen für die Ökologie, Gesundheit, Ernährung und Wirtschaft hin. Mikrobiologen der Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie (VAAM) wählen sie jedes Jahr aus, um auf die Vielfalt der mikrobiologischen Welt aufmerksam zu machen.

Die VAAM vertritt über 3500 mikrobiologisch orientierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Forschung und Industrie. Die Bandbreite der Forschung reicht von Bakterien, Archaeen und Pilzen in allen Ökosystemen und in Lebensmitteln über Krankheitserreger bis hin zu Genomanalysen und industrieller Nutzung von Mikroorganismen, ihren Enzymen und Stoffwechselprodukten.

Informationen, Experten-Kontakte, Bildmaterial:

Dr. Anja Störiko | Tel. 06192 23605 | info@mikrobe-des-jahres | www.mikrobe-des-jahres.de

Geschäftsstelle der VAAM:

Dr. Katrin Muth | Mörfelder Landstraße 125 | 60598 Frankfurt am Main | Tel: 069 66056720 | www.vaam.de



Magnetospirillum-Forscher der ersten Stunde

Fragen an Prof. Dr. Dirk Schüler, Universität Bayreuth

Wie entdeckten sie 1990 das Bakterium *Magnetospirillum gryphiswaldense*?

Aus Schlamm eines kleinen Flusses isolierte ich als Student im Greifswalder Labor von Manfred Köhler dieses unbekanntes, damals schwer zu züchtende Bakterium. Als glückliche Fügung erwies sich zeitgleich der Fall der Mauer: Im Münchner Labor von Karl-Heinz Schleifer und Rudolf Amann untersuchten wir mit modernen Methoden das neu entdeckte Bakterium. Es wurde namensgebend für die Gattung *Magnetospirillum*.

Was fasziniert Sie an *Magnetospirillum*?

Immer noch, Magnetospirillen unter dem Mikroskop magnetisch einheitlich ausgerichtet umherflitzen zu sehen! Faszinierend sind aber vor allem unsere Entdeckungen: So ist der „Magnet“, eine Kette aus Kristallen, komplizierter aufgebaut als vermutet. Unerwartet viele Gene sind an der Synthese und Anordnung der Magnetosomen beteiligt - eine der kompliziertesten Strukturen, die wir aus Bakterien kennen.

Wieso haben die Bakterien eine schraubenförmige Gestalt?

Wahrscheinlich können sie sich im Bodensediment von natürlichen Gewässern damit rotierend fortbewegend. Es ist auch erstaunlich, wie sie die Magnetkette in ihrem gewundenen Zellkörper verankern. Erst kürzlich haben wir gelernt, dass sie dafür ein besonderes Zellskelett nutzen.

Welchen Vorteil hat die Magnetotaxis für (Mikro-)Organismen?

Die Bakterien leben in tieferen sauerstoffarmen Sedimentschichten. Mit der Ausrichtung am Erdmagnetfeld können sie dem ebenfalls von oben nach unten verlaufenden Sauerstoff-Gefälle besonders leicht folgen. Entlang dieser magnetischen „Schiene“ schwimmend erspüren sie mit Hilfe von Sensorproteinen exakt die Position mit der für sie optimalen, niedrigen Sauerstoffkonzentration.

Nützen diese Erkenntnisse auch der Erforschung des Magnetsinns von Tieren?

Zugvögel, Lachse oder Meeresschildkröten orientieren sich ebenfalls im Erdmagnetfeld. Der tierische Magnetfeldsensor ist aber noch unbekannt. Möglicherweise spielen ähnlich wie bei Bakterien winzige Kristalle eines Eisenminerals eine Rolle - neben zusätzlichen, noch unerforschten Mechanismen.

Können Laien magnetotaktische Bakterien finden?

Das ist nicht schwer: Im Gartenteich oder flachen Tümpel finden sich viele verschiedene Arten: Stäbchen, Kugeln, Spiralen. Mit einem Phasenkontrastmikroskop, das wenigstens 100fach, besser 400fach vergrößert, betrachtet man den Rand eines Schlammtröpfens, an den man einen kleinen Stabmagneten hält. Magnetbakterien schwimmen hartnäckig in eine Richtung und sammeln sich am Tropfenrand des magnetischen Südpols. Dreht man den Magneten um, wenden auch die Bakterien.

Welche Anwendungen erhoffen Sie sich von *Magnetospirillum*?

Wir wollen die biologischen Prozesse verstehen, die zur Bildung der Magnetosomen führen. Deren Materialeigenschaften sind in der DNA-Sequenz der Bakterien verankert. Gentechnisch lassen sich Größe, Form und Magnetisierung ändern. Mit fremden Genen bringen wir die Bakterien dazu, Magnetpartikel mit neuen Eigenschaften zu produzieren: interessante Enzymaktivitäten, Antikörper oder größere geordnete magnetische Strukturen. Dies ist für technische oder biomedizinische Anwendungen von Interesse. Andere Forscher versuchen sogar, lebende Magnetbakterien als Mikroroboter zu verwenden, die sie mit Medikamenten beladen und dann magnetisch gesteuert an den Wirkungsort im Körper, etwa zu Tumoren bringen wollen.



Magnetospirillum gryphiswaldense
in Teilung, mit
Magnetitkristallen.
© F. Mickoleit