



5.892 Zeichen
Abdruck honorarfrei
Beleg wird erbeten

Prof. Dr. Dirk Schüler, Lehrstuhl für Mikrobiologie, Universität Bayreuth.

Sensibel für Sauerstoff und das Erdmagnetfeld: Wie manche Bakterien ihre Fortbewegung steuern

Magnetotaktische Bakterien sind im Schlamm von Gewässern zuhause und zeichnen sich durch die einzigartige Fähigkeit aus, das Magnetfeld der Erde wahrzunehmen. Dazu sind sie mit winzigen Ketten magnetischer Nanopartikel ausgestattet. Diese verhalten sich wie körpereigene Kompassnadeln und erleichtern den Bakterien den Weg in tiefere und sauerstoffärmere Gewässerschichten, wo sie optimale Lebensbedingungen vorfinden. Weil die erdmagnetischen Feldlinien mit ihrer Nord-Süd-Ausrichtung nach unten geneigt sind, führen Schwimmbewegungen entlang dieser Feldlinien – je nach Schwimmrichtung – entweder näher zur Gewässer Oberfläche oder weiter in die Tiefe. Lange Zeit war unklar, ob die Schwimmrichtung der Bakterien allein durch das Magnetfeld der Erde bestimmt ist. Gibt es möglicherweise weitere sensorische Systeme, welche die Bakterien für ihre Orientierung nutzen können?



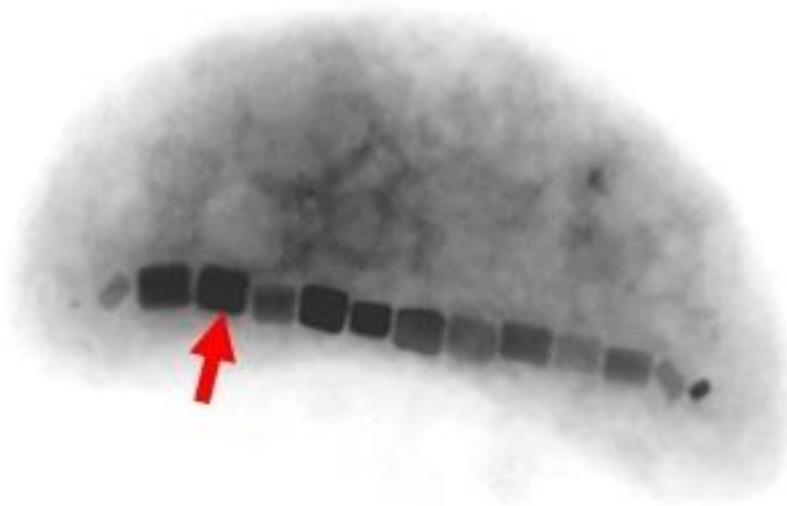
Hohe Sensibilität für den Sauerstoffgehalt in der Umgebung

Prof. Dr. Dirk Schüler, der im Frühjahr 2014 von der LMU München an die Universität Bayreuth gewechselt ist und hier den Lehrstuhl für Mikrobiologie leitet, ist dieser Frage nachgegangen. Zusammen mit seinem Münchner Doktoranden Dipl.-Biol. Felix Popp und der Mikrobiologin Prof. Dr. Judith Armitage von der Universität Oxford hat er magnetotaktische Bakterien der Spezies *Magnetospirillum gryphiswaldense* untersucht. Wie sich herausstellte, reagieren diese Bakterien nicht allein auf das Magnetfeld der Erde. Vielmehr besitzen sie ein weiteres – nämlich ein aerotaktisches – Sensorsystem. Hiermit erspüren sie den Sauerstoffgehalt des umgebenden Wassers und richten ihr Schwimmverhalten immer so aus, dass sie in Regionen mit einer für sie optimalen Sauerstoffkonzentration gelangen. Auf diese Weise lösen die Bakterien ein Dilemma: Einerseits benötigen sie Sauerstoff zur Atmung, andererseits schadet Sauerstoff in höheren Konzentrationen ihrem Organismus. Ein geringer Sauerstoffgehalt in tieferen Sedimentschichten am Grund von Seen, Flüssen und Meeren gewährleistet, dass sie hier günstige Lebensbedingungen vorfinden.

In welche Richtung sich die Bakterien entlang der erdmagnetischen Feldlinien bewegen, hängt also auch davon ab, welche Signale ihnen ihr aerotaktisches Sensorsystem übermittelt. In zahlreichen Experimenten konnte sogar ein dominierender Einfluss dieses Sensorsystem beobachtet werden. Es veranlasst die Bakterien zu einer „Fluchtreaktion“ in die entgegengesetzte Richtung, sobald sie auf eine sauerstoffreichere Region zusteuern. Die Bakterien sind also den magnetischen Verhältnissen in ihrem Umfeld keineswegs passiv ausgeliefert, sondern können ihre jeweilige Bewegungsrichtung aktiv steuern – und zwar in beide Richtungen entlang des Magnetfelds.

Spezielle Sensor-Proteine steuern die Sauerstoff-Wahrnehmung

Wie sich bei den Analysen herausstellte, wirken die Ausrichtung am Magnetfeld der Erde und die Wahrnehmungen des Sauerstoffgehalts so zusammen, dass ein koordiniertes Schwimmverhalten der Bakterien gewährleistet ist. „Dieses Verhalten ist neben der ‚eingebauten Kompassnadel‘ durch ein kompliziertes Zusammenwirken von erstaunlich vielen Faktoren gesteuert, die zum großen Teil noch unbekannt sind“, erklärt Prof. Schüler. Von



Elektronenmikroskopische Aufnahme eines magnetischen Bakteriums. Die Länge des gesamten Bakteriums beträgt etwa ein Tausendstel Millimeter. Der rote Pfeil weist auf die magnetischen Nanokristalle hin. Deren kettenförmige Anordnung innerhalb der Zellen ermöglicht, ähnlich einer Kompassnadel, deren Ausrichtung im Erdmagnetfeld.

zentraler Bedeutung seien jedoch verschiedene Proteine, die das komplexe Schwimmverhalten steuern. „Werden diese Proteine im Experiment genetisch ‚ausgeschaltet‘, kommt den Bakterien nicht nur die Fähigkeit abhanden, die Sauerstoffkonzentration ihrer Umgebung wahrzunehmen. Auch die bevorzugte, in eine sauerstoffärmere Region führende Schwimmrichtung geht verloren“, so der Bayreuther Mikrobiologe.

„Lernende Bakterien“

Magnetotaktische Bakterien können sich – dies ist ein weiteres Forschungsergebnis – an die vorherrschende Richtung des Erdmagnetfelds anpassen. Das ist wichtig, weil das Erdmagnetfeld auf der Nordhalbkugel und auf der Südhalbkugel in vertikal entgegengesetzte Richtungen geneigt ist; zudem ändert es sich im Verlauf der Erdgeschichte häufig. Die Forschungsgruppe hat mehrere Bakterien-Generationen im Labor gezüchtet und hier den mit zunehmender Tiefe sinkenden Sauerstoffgehalt von Gewässern und Sedimenten nachge-



ahmt. Zugleich wurden die Bakterien künstlich erzeugten, vertikal ausgerichteten Magnetfeldern ausgesetzt. In einigen Experimenten entsprachen diese Felder der Polarität, die auf der Nordhalbkugel vorherrscht, in anderen Experimenten wurden die magnetischen Bedingungen auf der Südhalbkugel nachgeahmt. Schon bald zeigte sich, dass die Bakterien eine der beiden möglichen Schwimmrichtungen entlang der magnetischen Feldlinien auf Dauer bevorzugen: nämlich diejenige Richtung, die in sauerstoffärmere Regionen führt.

Anwendungspotenziale in der Nanotechnologie und Biomedizin

„Es waren langwierige Versuchsreihen erforderlich, um diese Einblicke in die Bewegungssteuerung magnetotaktischer Bakterien zu gewinnen“, erklärt Prof. Schüler und verweist auf die engagierte Mitwirkung von Felix Popp, der im Rahmen seiner Dissertation die experimentelle Hauptarbeit geleistet hat. An der Universität Bayreuth setzt Prof. Schüler die Forschungsarbeiten fort, um den komplizierten Orientierungsmechanismus magnetotaktischer Bakterien noch genauer zu verstehen.

Dabei gehe es keineswegs allein um Grundlagenforschung“, erklärt der Bayreuther Mikrobiologe: „Erkenntnisse über die winzigen körpereigenen ‚Kompassnadeln‘, die diese speziellen Bakterien in ihren Zellen tragen, können die technische Entwicklung magnetischer Nanopartikel voranbringen, die bisher unerreichte Eigenschaften haben. Diese Partikel könnten möglicherweise eines Tages dazu beitragen, medizinische Wirkstoffe oder Diagnoseverfahren zu optimieren. Es gibt sogar schon die Idee, magnetotaktische Bakterien als winzige Nanoroboter einzusetzen. Solche Nanoroboter könnten mithilfe magnetischer Felder exakt zu ihren Einsatzorten im Körper gesteuert werden, um beispielsweise Medikamente freizusetzen.“

Veröffentlichung:

Felix Popp, Judith P. Armitage, Dirk Schüler,

Polarity of bacterial magnetotaxis is controlled by aerotaxis through a common sensory pathway,

Nature Communications (2014), DOI: 10.1038/ncomms6398



Ansprechpartner:

Prof. Dr. Dirk Schüler
Lehrstuhl für Mikrobiologie
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel: +49 (0) 921 55-2729
E-Mail: Dirk.Schueler@uni-bayreuth.de

Text und Redaktion:

Christian Wißler M.A.
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55-5356 / Fax: 0921 / 55-5325
E-Mail: mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de

Bilder:

S.1: Chr. Wißler, Universität Bayreuth; zur Veröffentlichung frei.
S 2: LS Mikrobiologie, Universität Bayreuth; zur Veröffentlichung frei.

In hoher Auflösung zum Download unter:
www.uni-bayreuth.de/presse/images/2014/246

Kurzporträt der Universität Bayreuth

Die Universität Bayreuth ist eine junge, forschungsorientierte Campus-Universität. Gründungsauftrag der 1975 eröffneten Universität ist die Förderung von interdisziplinärer Forschung und Lehre sowie die Entwicklung von Profil bildenden und Fächer übergreifenden Schwerpunkten. Die Forschungsprogramme und Studienangebote decken die Natur- und Ingenieurwissenschaften, die Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie die Sprach-, Literatur und Kulturwissenschaften ab und werden beständig weiterentwickelt.



Gute Betreuungsverhältnisse, hohe Leistungsstandards, Fächer übergreifende Kooperationen und wissenschaftliche Exzellenz führen regelmäßig zu Spitzenplatzierungen in Rankings. Die Universität Bayreuth belegt 2013 im weltweiten Times Higher Education (THE)-Ranking ‚100 under 50‘ als eine von insgesamt drei vertretenen deutschen Hochschulen eine Top-Platzierung.

Seit Jahren nehmen die Afrikastudien der Universität Bayreuth eine internationale Spitzenposition ein; die Bayreuther Internationale Graduiertenschule für Afrikastudien (BIGSAS) ist Teil der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Die Hochdruck- und Hochtemperaturforschung innerhalb des Bayerischen Geoinstituts genießt ebenfalls ein weltweit hohes Renommee. Die Polymerforschung ist Spitzenreiter im Förderranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die Universität Bayreuth verfügt über ein dichtes Netz strategisch ausgewählter, internationaler Hochschulpartnerschaften.

Derzeit sind an der Universität Bayreuth rund 13.250 Studierende in 135 verschiedenen Studiengängen an sechs Fakultäten immatrikuliert. Mit ca. 1.200 wissenschaftlichen Beschäftigten, davon 233 Professorinnen und Professoren, und etwa 870 nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Universität Bayreuth der größte Arbeitgeber der Region.