

11.01.2022 13:04

Sechster Sinn entschlüsselt? Forscher kommen dem inneren Kompass von Lebewesen auf die Spur

Claudia Ehrlich *Pressestelle der Universität des Saarlandes*

Universität des Saarlandes



Prof. Dr. Uwe Hartmann

Foto: Iris Maurer

Woher kennen Lachse die Route zu ihren Laichgründen? Wie finden Tiere ihr Ziel? Ein internationales Forschungsteam aus Oregon, Straßburg, Oldenburg und Saarbrücken ist dem inneren Kompass von Lebewesen auf der Spur und könnte den geheimnisvollen „sechsten Sinn“ entschlüsselt haben. Der Arbeitsgruppe von Professor Uwe Hartmann von der Universität des Saarlandes ist es erstmals gelungen, die „Kompassnadeln“ von Lachsen mit dem Mikroskop sichtbar zu machen. Das Forschungsteam veröffentlicht seine Erkenntnisse in den Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS.

Wie ist es möglich, dass Lachse zielsicher Tausende von Kilometern zu ihren heimatlichen Laichgründen in Oberläufen von Flüssen zurücklegen? Wie finden Meeresschildkröten quer über den Ozean den Strand, an dem sie selbst geschlüpft sind, um dort ihre Eier zu legen? Diese Art von Orientierung wird seit längerem einem „sechsten Sinn“ zugeschrieben, der auf sogenannter „Magnetorezeption“ beruhen soll, also der Fähigkeit, das Erdmagnetfeld wahrzunehmen. „Lebewesen mit Magnetsinn – dazu zählen bedeutend mehr als nur Meerestiere und -schildkröten – könnten sich das Magnetfeld für eine zielgenaue Navigation zunutze machen“, erklärt Physik-Professor Uwe Hartmann, der an der Universität des Saarlandes den Lehrstuhl für Nanostrukturforschung und Nanotechnologie innehat.

Bereits seit fast 50 Jahren ist bekannt, dass bestimmte Bakterien ihre Bewegungsrichtung am Magnetfeld orientieren. „Diese ‚magnetotaktischen‘ Bakterien besitzen in ihrem Innern sogenannte Magnetosomen, winzige Kristalle aus Eisenverbindungen, die ihnen durch das Erdmagnetfeld die Richtung vorgeben, in die sie sich bewegen“, erläutert Hartmann. Allerdings sind diese Bakterien, die zu den Einzellern ohne Zellkern (sogenannte Prokaryoten) gehören, lediglich passiv: Die Magnete geben die Richtung vor, ihr Verhalten wird durch auf sie wirkende Kräfte im Magnetfeld der Erde bestimmt.

Trotz jahrzehntelanger intensiver Bemühungen konnte bislang für Lebewesen, deren Zellen einen Zellkern beinhalten (sogenannte Eukaryoten), also auch etwa bei Tieren, nicht aufgeschlüsselt werden, wie der Mechanismus der aktiven Orientierung am Erdmagnetfeld über Magnetosomen als sinnesphysiologisches Phänomen funktioniert. Dem Forschungsteam um Uwe Hartmann ist es gelungen, körpereigene „Kompassnadeln“ direkt sichtbar zu machen: „Durch höchstauflösende mikroskopische Abbildungen konnten wir nur wenige Nanometer große

Eisenoxidpartikel im olfaktorischen Epithel von Lachsen zeigen. Über viele Jahre konnten magnetische Eigenschaften des Gewebes nur über Magnetisierungsmessungen an größeren Gewebeproben nachgewiesen werden. Es gelang jedoch bislang nie, die Magnetosomen einzelnen magnetisch sensitiven Zellen zuzuordnen“, erklärt der Experimentalphysiker und Experte für Nanoskopie.

Die Abbildungen der Saarbrücker Physiker geben erstmalig Einblick in die Beschaffenheit und Verteilung der Magnetitpartikel in den Zellen von Lachsen und weiteren Lebewesen. „Damit könnte ein großer Teil des Rätsels um den ‚sechsten Sinn‘ vieler Lebewesen, vielleicht auch des Menschen, gelöst sein“, sagt Hartmann.

Basierend auf diesen direkten Einblicken in die Orientierungsfähigkeit durch Magnetorezeption wurden unter Federführung einer Arbeitsgruppe der Oregon State University, Newport, USA und unter Beteiligung von Arbeitsgruppen des CNRS in Straßburg sowie der Universität Oldenburg umfangreiche weitere experimentelle und theoretische Analysen durchgeführt. Diese zeigen überraschenderweise eine genetische Verwandtschaft zwischen einzelligen ohne Zellkern (Prokaryoten) – also etwa den magnetotaktischen Bakterien – und Lebewesen, deren Zellen über einen Zellkern verfügen (Eukaryoten) – im vorliegenden Fall den Lachsen: in Form homologer Gene, die für die Biomineralisation der Magnetosomen maßgeblich sind. Dieses ist insofern überraschend, als dass die Prokaryoten vermutlich vor zwei bis drei Milliarden Jahren entstanden, die Kronen-Eukaryoten hingegen vor 1,2 bis 1,8 Milliarden Jahren. Damit stellt sich die fundamentale Frage, welche Bedeutung die Prokaryoten für die Entwicklung der Eukaryoten gespielt haben.

Am Beispiel der Magnetorezeption wirft nun die gemeinsame Arbeit von Genetikern, Sinnesphysiologen und Physikern ein völlig neues evolutionsbiologisches Licht auf das Zusammenspiel von Prokaryoten und Eukaryoten. Prokaryotische Gene, die für bestimmte Funktionalitäten zuständig sind – beispielsweise für die Magnetorezeption – wurden offensichtlich an eukaryotische Zellen vererbt, was zu einer deutlichen Expression dieser Gene in bestimmten Zellen einer Reihe heutiger Lebewesen führt.

Neben neuen Einblicken in den Magnetfeldorientierungssinn hat die Arbeit unter Beteiligung der Saarbrücker Physiker eine fundamentale evolutionsbiologische Bedeutung, indem sie Hinweise liefert, welche Rolle die Endosymbiose – also das Aufnehmen eines Prokaryoten durch eine eukaryotische Wirtszelle – für die Eukaryogenese spielen könnte.

Die Arbeit ist in den Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America erschienen: „Conservation of magnetite biomineralization genes in all domains of life and implications for magnetic sensing“.

M. Renee Bellinger, Jiandong Wei, Uwe Hartmann, Hervé Cadiou, Michael Winklhofer and Michael A. Banks.

Coastal Oregon Marine Experiment Station, Department Fisheries and Wildlife, Hatfield Marine Science Center, Oregon State University, Newport; Experimental Physics Department, Saarland University; Institut des Neurosciences Cellulaires et Intégratives (INCI), Centre National de la Recherche Scientifique, Strasbourg, France; Institute of Biology and Environmental Science, University of Oldenburg and Research Center Neurosensory Science, University of Oldenburg.

Weitere Pressefotos zum Download finden Sie unter
<https://www.uni-saarland.de/universitaet/aktuell/news/artikel/nr/24591.html>

Wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Uwe Hartmann, Lehrstuhl für Nanostrukturforschung und Nanotechnologie
Universität des Saarlandes: T. 0681 / 302 3799; E-Mail:
u.hartmann@mx.uni-saarland.de

Originalpublikation:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2108655119>

Merkmale dieser Pressemitteilung:

Journalisten, Wissenschaftler, jedermann
Biologie, Physik / Astronomie, Tier / Land / Forst
überregional
Forschungsergebnisse, Kooperationen
Deutsch

Die semantisch ähnlichsten Pressemitteilungen im idw

powered by 

01.07.2019 10:17 Das Gehirn im Fluss – Nervenzellen im Prätektum berechnen großflächige Bewegungen
Max-Planck-Institut für Neurobiologie



22.10.2020 12:45 Auflösungsweltrekord in der Kryoelektronenmikroskopie
Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie



15.07.2016 13:22 1.001 Genome und Epigenome von Arabidopsis zeigen eine enorme Bandbreite an Variation
Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie



17.08.2017 17:08 Mutter-Gen aktiv - Vater-Gen stillgelegt.
CeMM Forschungszentrum für Molekulare Medizin der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

