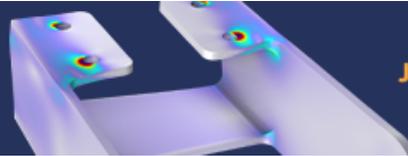




WEBINAR 15. März, 11:00 Uhr
**Modellunsicherheiten
verstehen und analysieren**



JETZT REGISTRIEREN >>

 COMSOL

Forschung

Der sechste Sinn: Magnetorezeption

12.01.2022 - Forscher kommen dem inneren Kompass von Lebewesen auf die Spur.

Wie ist es möglich, dass Lachse zielsicher Tausende von Kilometern zu ihren heimatischen 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 Magnetorezeption beruhen soll, also der Fähigkeit, das Erdmagnetfeld wahrzunehmen.



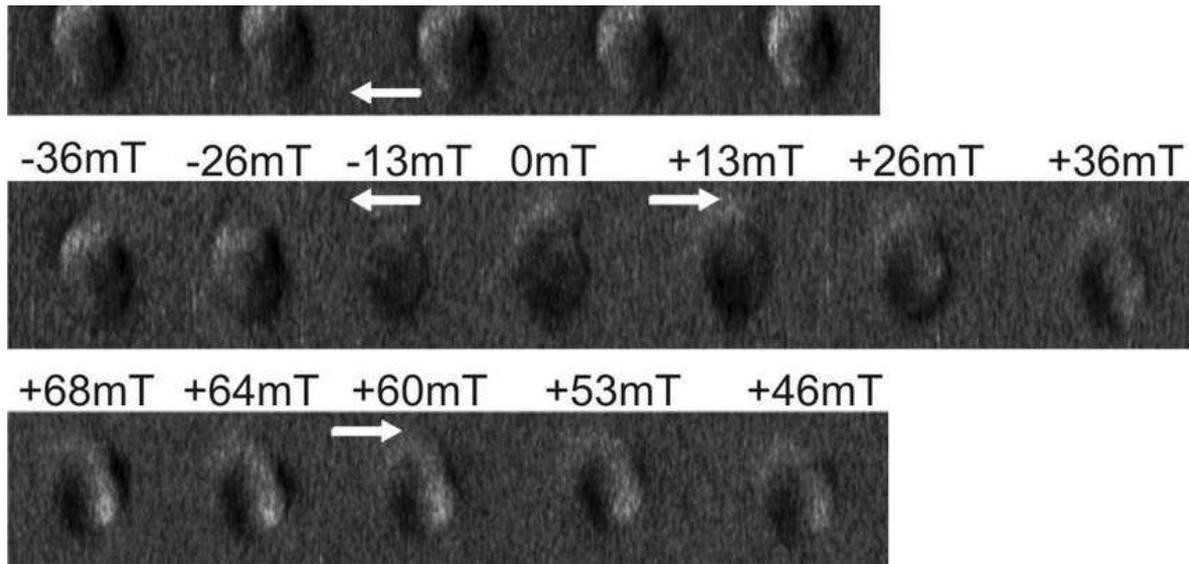


Abb.: Die magnetokraftmikroskopischen Aufnahmen zeigen ein einzelnes Magnetosom in einem variablen äußeren Magnetfeld, dessen Richtung durch die Pfeile angezeigt wird. Das Feld variiert zwischen plus und minus 68 Millitesla. Die Ummagnetisierung des Magnetosoms äußert sich durch wechselnde Hell-Dunkel-Kontraste. (Bild: UdS)

„Lebewesen mit Magnetsinn könnten sich das Magnetfeld für eine zielgenaue Navigation zunutze machen“, erklärt Physiker Uwe Hartmann von der Universität des Saarlandes. Bereits seit fast 50 Jahren ist bekannt, dass bestimmte Bakterien ihre Bewegungsrichtung am Magnetfeld orientieren. „Diese magnetotaktischen Bakterien besitzen in ihrem Innern Magnetosomen, winzige Kristalle aus Eisenverbindungen, die ihnen durch das Erdmagnetfeld die Richtung vorgeben, in die sie sich bewegen“, erläutert Hartmann. Allerdings sind diese Bakterien 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, 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 Hartmann ist es jetzt gelungen, körpereigene „Kompassnadeln“ direkt sichtbar zu machen.

„Durch höchstauflösende mikroskopische Abbildungen konnten wir 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.





vielleicht auch des Menschen, gelöst sein“, sagt Hartmann.

Basierend auf diesen direkten Einblicken in die Orientierungsfähigkeit durch Magnetozeption wurden unter Federführung einer Arbeitsgruppe der Oregon State University in den USA umfangreiche weitere experimentelle und theoretische Analysen durchgeführt. Diese zeigen überraschenderweise eine genetische Verwandtschaft zwischen Einzellern ohne Zellkern – also etwa den magnetotaktischen Bakterien – und Lebewesen, deren Zellen über einen Zellkern verfügen – 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 Magnetozeption wirft die gemeinsame Arbeit von Genetikern, Sinnesphysiologen und Physikern also ein völlig neues evolutionsbiologisches Licht auf das Zusammenspiel von Prokaryoten und Eukaryoten. Prokaryotische Gene, die für bestimmte Funktionalitäten zuständig sind – beispielsweise für die Magnetozeption – 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 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.

UdS / RK

Weitere Infos

- Originalveröffentlichung
[M. R. Bellinger et al.: Conservation of magnetite biomineralization genes in all domains of life and implications for magnetic sensing, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. **119**, e2108655119 \(2022\); DOI: 10.1073/pnas.2108655119](#)
- Nanostrukturforschung und Nanotechnologie (U. Hartmann), Experimentalphysik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

