
Innerer Kompass

Dem „sechsten Sinn“ auf der Spur

18. Januar 2022



Lachse und viele andere Tiere können sich bei ihren Wanderungen am Erdmagnetfeld orientieren. (Bild: DaveAlan/iStock)



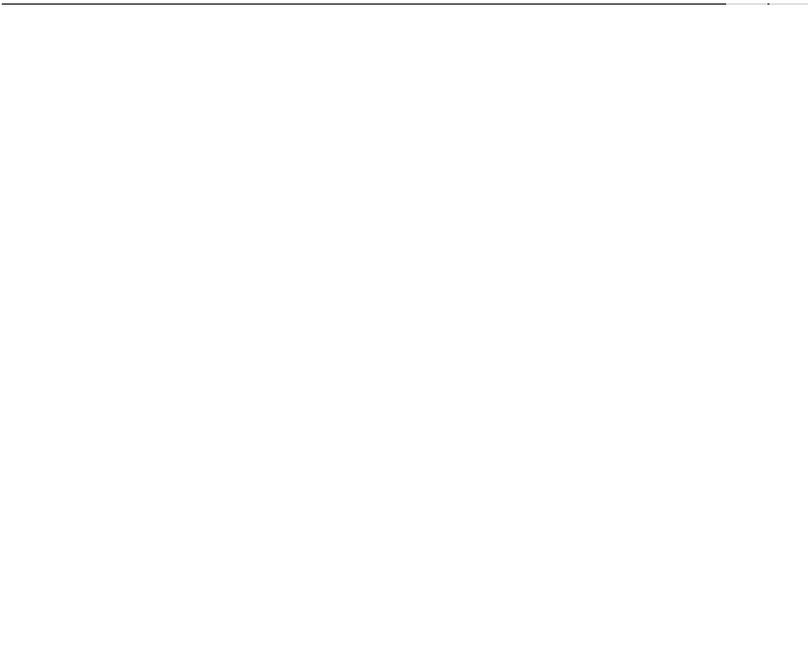
Was hat es mit den erstaunlichen Orientierungsfähigkeiten mancher Tiere auf sich? Forscher haben nun erstmals die „Kompassnadeln“ von Lachsen sichtbar gemacht. Genetische Untersuchungen der magnetisch sensiblen Zellen lieferten zudem Hinweise auf die Entwicklungsgeschichte des „sechsten Sinns“ bei Tieren. Offenbar reicht sie tief und geht auf Einzeller zurück.

Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen – neben diesen üblichen fünf Sinnen besitzen manche Tiere eine weitere Wahrnehmungsfähigkeit. Sie ermöglicht es beispielsweise Zugvögeln, über Tausende von Kilometern hinweg ihren Weg zu finden oder Meeresschildkröten und wandernde Fischarten an ihre Geburtsorte zurückzukehren. Dieses Orientierungsvermögen wird der Fähigkeit zur sogenannten Magnetorezeption zugeschrieben: Zahlreiche Lebewesen können sich demnach bei ihrer Navigation vom Erdmagnetfeld leiten lassen.

Bisher ist allerdings nur bei einigen Einzellern genauer bekannt, wie sie ihre Bewegungsrichtung an Magnetfeldern 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“, sagt Uwe Hartmann von der Universität des Saarlandes in Saarbrücken. Es gibt zwar bereits Hinweise darauf, dass auch bei den höheren Lebewesen bestimmten Körperzellen mit Eisenoxid-Partikeln als „Kompassnadeln“ fungieren. Doch die genauen Mechanismen dieses sinnesphysiologischen Konzepts bei Tieren sind noch immer unklar.

Fischige Kompassnadeln sichtbar gemacht

Um mehr Einblicke zu gewinnen, haben sich Hartmann und seine Kollegen mit Lachsen beschäftigt, die für ihre weiträumiges Orientierungsvermögen im Meer bekannt sind. Bei ihrer Studie kamen ferromagnetische Resonanzspektralanalysen und Mikroskopie zum Einsatz, um die inneren „Kompassnadeln“ der Fische aufzuspüren. Dabei stand das sogenannte olfaktorischen Epithel im Fokus, das sich am Kopf der Tiere befindet. „Über viele Jahre konnten magnetische Eigenschaften dieses Gewebes nur über Magnetisierungsmessungen an größeren Gewebeproben nachgewiesen werden. Es gelang jedoch bislang nie, die Magnetosomen einzelnen magnetisch sensitiven Zellen zuzuordnen“, erklärt der Wissenschaftler.



Das hat sich jetzt geändert: „Wir konnten die nur wenige Nanometer großen Eisenoxidpartikel im olfaktorischen Epithel von Lachsen direkt sichtbar machen“, berichtet Hartmann. Die

Abbildungen ermöglichten es dabei erstmals, Einblicke in die Beschaffenheit und Verteilung der Magnetitpartikel in den Zellen zu gewinnen sowie ihre Reaktionen auf Magnetkräfte zu beobachten. Die Ummagnetisierung des Magnetosoms äußerte sich dabei durch wechselnde Hell-Dunkel-Kontraste in den mikroskopischen Abbildungen.

Genetische und evolutionsbiologische Hinweise

Anschließend gingen die Wissenschaftler zum zweiten Teil der Studie über: Sie erforschten die genetischen Grundlagen des Systems. Dazu verglichen sie die Aktivität von Erbanlagen in den magnetisch sensitiven Zellen der Lachse mit denen von „normalen“ Zellen im olfaktorischen Epithel. So konnten sie einige Gene identifizieren, die an der Biomineralisation der Magnetosomen beteiligt sind. Vergleiche mit genetischen Informationen anderer Lebewesen zeigten dann: Einige dieser Magnetsinn-Erbanlagen sind bei Tieren unterschiedlicher Gruppen offenbar weit verbreitet – doch nicht nur das: Einige Gene besitzen auffallende Ähnlichkeiten zu entsprechenden Erbanlagen bei den magnetotaktischen Bakterien – es gibt also in diesem Fall überraschende Homologien zwischen den höheren Lebewesen mit Zellkern (Eukaryonten) und Einzellern (Prokaryonten).

Die Erforschung der Magnetorezeption liefert damit Hinweise auf evolutionäre Verknüpfungen der beiden Lebensformen, sagen die Forscher. Man geht dabei davon aus, dass die Prokaryonten vor zwei bis drei Milliarden Jahren entstanden sind. Aus ihnen entwickelten sich dann die ersten Eukaryonten vor etwa 1,2 bis 1,8 Milliarden Jahren. Wie die Studienergebnisse nahelegen, wurden offenbar auch prokaryotische Gene für die

Magnetorezeption an eukaryotische Zellen vererbt. Dabei könnte eine Vereinnahmung eine Rolle gespielt haben: Im Rahmen der sogenannten Endosymbiontentheorie nimmt man an, dass die Eukaryonten ihr komplexes Organellensystem entwickelt haben, indem sie Prokaryonten in sich aufgenommen haben. Die Ergebnisse lassen es nun möglich erscheinen, dass einst auch das Magnetorezeptions-System auf diese Weise von den Prokaryonten auf die Eukaryonten übergegangen sein könnte.

Quelle: Universität des Saarlandes, Fachartikel: [PNAS: 10.1073/pnas.2108655119](https://pubs.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2108655119)

© wissenschaft.de - Martin Vieweg