

Inspiration aus dem Tierreich

Die Navigation und Orientierung von Tieren ist ein Forschungsschwerpunkt an der Universität. Welche Bedeutung dieses Thema für den Naturschutz, aber auch für Quantentechnologien oder autonome Fahrzeuge hat, erläutern die Biologen Henrik Mouritsen und Miriam Liedvogel im Interview.

Interview: Ute Kehse und Volker Sandmann



Wie die berühmten Monarchfalter legen viele Insekten auf Wanderungen jedes Jahr große Strecken zurück. Als Bestäuber spielen diese kleinen Tiere eine wichtige Rolle in der Landwirtschaft.

Milliarden von Tieren begeben sich jedes Jahr auf Wanderschaft und legen dabei teils extrem weite Strecken zurück. Welche Navigationsleistungen im Tierreich finden Sie am spannendsten?

Liedvogel: Dass junge Zugvögel auf ihrem ersten Flug ihr Ziel finden, ist wirklich erstaunlich. Die Vögel schlüpfen hier aus ihrem Ei, und dann fliegen sie nach Afrika. Die Elternvögel fliegen zwei Wochen vorher los. Man sollte annehmen, dass so ein Jungvogel eigentlich keine Ahnung davon hat, wo Afrika liegt. Aber er weiß, in welche Richtung er fliegen muss, wann er losfliegen muss und wann er am Ziel ist.

Mouritsen: Es ist erstaunlich, dass diese wenigen Anhaltspunkte reichen, um das Ziel zu finden.

Liedvogel: Und wenn sie ein halbes Jahr später zurückkommen, finden sie nach einer Reise von Tausenden Kilometern exakt denselben Schlafast, von dem aus sie gestartet sind – auch das ist beeindruckend.

Wie wichtig ist das Phänomen der Tierwanderung für die Ökosysteme weltweit?

Mouritsen: Nur ein Beispiel, um die Dimensionen zu verdeutlichen: Ungefähr zwei Milliarden Vögel ziehen jedes Jahr allein zwischen Afrika und Europa. Das sind gigantische Biomasse-Verschiebungen, die natürlich eine enorme Bedeutung haben.

Liedvogel: Für die Ökosysteme sind aber auch Insekten wichtig. Ohne Insekten als Bestäuber würden große Teile der Agrarwirtschaft nicht funktionieren, und ein Großteil von diesen Insekten zieht, wie man erst seit Kurzem weiß. Milliarden Schwebfliegen fliegen jedes Jahr über den Ärmelkanal, Schmetterlinge wie der Admiral überqueren die Alpen. Dass all diese Tiere zur richtigen Zeit am richtigen Ort sind, ist entscheidend für unsere Versorgung.

Welche Herausforderungen bringt der Klimawandel für wandernde Tierarten?

Mouritsen: Durch die Erwärmung verlagern sich Lebensräume. Deswegen müssen sich die Tiere mehr bewegen, ganz einfach, weil sie den Lebensräumen folgen müssen. Das bedeutet: Zu verstehen, wie die Tiere mit Raum und

Zeit umgehen und wie sie sich bewegen, wird vor dem Hintergrund des Klimawandels noch wichtiger.

Liedvogel: Ein besonderes Problem für wandernde Tierarten ist, dass die Veränderungen entlang der Zugroute nicht miteinander gekoppelt sind. Die Langstreckenzieher sind am wenigsten flexibel. Wenn sie im Herbst im Brutgebiet nicht rechtzeitig losfliegen, treffen sie vielleicht unterwegs auf schlechteres Wetter, und dann kann es schon sein, dass sie den Zug nicht überleben.

Mouritsen: Tatsächlich gehen die Populationen der Vögel, die nach Afrika ziehen, am stärksten zurück. Für sie ist nicht nur der Klimawandel ein Problem, sondern auch die fortschreitende Wüstenbildung in der Sahelzone südlich der Sahara, die auch mit dem starken Bevölkerungswachstum dort zusammenhängt. Schon jetzt müssen die Vögel fast ihr Gewicht verdoppeln, um genug Energie für den Flug über die Sahara und das Mittelmeer zu haben. Dabei zehren sie teilweise ihre inneren Organe auf. Wenn die Wüste noch breiter wird, ist es für sie wahrscheinlich irgendwann physiologisch

nicht mehr möglich, diese enorme Barriere zu überwinden.

Wie kann man wandernden Tieren dabei helfen, sich an die Veränderungen anzupassen?

Mouritsen: Das ist ein Thema, das wir demnächst erforschen möchten. Dazu müssen wir zunächst sehr genau verstehen, wie Tiere zu einem bestimmten Ort navigieren und welche Hinweise sie dabei nutzen. So können wir Schlussfolgerungen darüber ziehen, welche Störeinflüsse es gibt oder wie man die Tiere beispielsweise dazu bringen könnte, sich in einem anderen Gebiet anzusiedeln oder ihre Zugroute zu ändern.

Lässt sich dieses Wissen praktisch einsetzen?

Liedvogel: Es gibt bereits zahlreiche Projekte, in denen Naturschützer versuchen, das lokale Aussterben von Arten rückgängig zu machen, also sogenanntes Rewilding zu betreiben. Dabei werden Tiere, die in Gefangenschaft aufgewachsen sind, oder auch Teile von gesunden Populationen an passenden Orten wieder angesiedelt. Aber nur weniger als die Hälfte dieser

Umsiedlungsprojekte funktioniert, das war ein Ergebnis der Biodiversitätskonferenz 2023 in Montreal. Der Grund ist oft: Die Tiere bleiben nicht da, wo man sie ausgesetzt hat. Sie glauben nicht, dass dort ihre Heimat ist. Wir müssen also verstehen, wie Tiere Heimat definieren, wir müssen ihre Navigationsmechanismen und ihre Sinneswahrnehmung verstehen. Eine Idee zur Lösung des Problems ist, dass man etwa Jungvögel von bestimmten Informationen zu ihrem Standort isoliert, bis man sie zu der Stelle gebracht hat, an der man sie auswildern möchte, damit sie diesen Ort als Heimat akzeptieren. Aber wir wissen noch zu wenig.

Eine wichtige Rolle bei der Navigation von Zugvögeln spielt der Magnetsinn, dessen Funktionsweise hier in Oldenburg auch gemeinsam mit Forschenden aus Oxford genau untersucht wird, unter anderem in Ihrem Sonderforschungsbereich „Magnetrezeption und Navigation in Vertebraten“. Wie funktioniert diese Sinneswahrnehmung?

Mouritsen: Wir wissen, dass der Magnetsinn lichtabhängig ist. Wir wissen,

dass die Vögel den Winkel der Feldlinien zur Erdoberfläche messen, die sogenannte Inklinationswinkel. Wir wissen, dass der magnetische Kompass im Auge sitzt und dass die Information in dem Teil des Gehirns verarbeitet wird, der für visuelle Informationen zuständig ist. Und wir haben eine Hypothese zum Mechanismus: Es gibt ein Protein im Auge, Cryptochrom-4, das Magnetfelder über einen quantenmechanischen Mechanismus wahrnimmt. Das Molekül, das wir in Verdacht haben, können wir mithilfe von Bakterienkulturen selbst herstellen und untersuchen. Mit unseren Partnern in Oxford konnten wir zeigen, dass das Cryptochrom-4 von Rotkehlchen magnetisch sensitiv ist. Das ist zwar noch kein Beweis, aber ein deutliches Indiz.

Man hat lange angenommen, dass die Energie des Erdmagnetfeldes bei Weitem nicht ausreicht, um Biomoleküle zu beeinflussen.

Mouritsen: Ja, es hieß, dass das Erdmagnetfeld um den Faktor 10 Millionen zu schwach ist, um beispielsweise Bindungen innerhalb von Proteinen zu spalten. Inzwischen haben wir



Miriam Liedvogel ist Professorin für Ornithologie und untersucht die genetischen Grundlagen des Vogelzugs. Henrik Mouritsen, Professor für Neurosensorik, erforscht die Magnetwahrnehmung von Vögeln. Um künstliche Magnetfelder zu erzeugen, verwenden die Forschenden ein System sogenannter Helmholtz-Spulen (im Hintergrund).

nachgewiesen, dass Felder, die etwa hundertmal so stark sind wie das Erdmagnetfeld – also hunderttausendmal schwächer als der ursprünglich angenommene Grenzwert – auf jeden Fall eine Wirkung auf das von uns untersuchte magnetsensitive Protein haben. Und wir glauben, dass diese Empfindlichkeit in der natürlichen Umgebung, also einer Sinneszelle im Auge, noch weiter zunimmt. Um das zu simulieren, haben wir künstlich mutierte Proteine hergestellt, die wir nun testen.

Liedvogel: Interessanterweise haben meine Kollegin Corinna Langebrake und ich unabhängig von euren Arbeiten in einer genetischen Studie festgestellt, dass sich im Zuge der Evolution der Vögel genau die gleichen Bereiche im Protein verändert haben, die ihr jetzt untersucht – wahrscheinlich wurde über Millionen von Jahren die Effizienz des Proteins bei der Magnetwahrnehmung optimiert.

Dass quantenmechanische Effekte in der Biologie eine Rolle spielen könnten, galt vor ein paar Jahren ebenfalls noch als unwahrscheinlich.

Mouritsen: Ja, weil Quantenphänomene meist nur bei sehr niedrigen Temperaturen oder auf extrem kleinen

Längenskalen sichtbar werden. Die Lehrmeinung war daher, dass Quanteneffekte viel zu fragil sind, um in der warmen, feuchten und chaotischen Umgebung einer Zelle bedeutsam zu sein. Aber das stimmt offenbar nicht, und das ist aus meiner Sicht das Spannendste überhaupt. Daher hat diese Forschung eine grundlegende Bedeutung, die weit über Vögel hinausgeht. Wenn mir jemand vor 20 Jahren gesagt hätte, dass sich Leute, die Quantencomputer bauen, dafür interessieren könnten, wie Zugvögel ihren Weg nach Afrika finden, hätte ich ihn für verrückt erklärt!

Was hat denn die Magnetwahrnehmung der Vögel mit Quantencomputern zu tun?

Mouritsen: Der gleiche quantenmechanische Mechanismus, den Vögel unserer Theorie nach bei der Magnetwahrnehmung verwenden – der sogenannte Radikalpaarmechanismus – könnte auch in Quantencomputern zum Speichern von Informationen genutzt werden. Als Radikalpaar bezeichnet man zwei Moleküle mit jeweils einem ungepaarten Elektron, die für Bruchteile einer Sekunde miteinander gekoppelt sind. Man kann sie sich als Mini-Magneten vorstellen, daher haben Magnetfelder einen Einfluss

auf sie. In einem Quantencomputer könnten Radikalpaare die Basis für sogenannte Qubits bilden, also die elementaren Bausteine solcher Computer zum Speichern von Informationen. Allerdings arbeiten aktuelle Quantencomputer bei Temperaturen knapp über dem absoluten Nullpunkt. Vögel nutzen den Mechanismus dagegen bei plus 40 Grad Celsius! Wenn man das Prinzip aus der Biologie auf Quantencomputer oder Quantensensoren übertragen könnte, dann würden diese in Zukunft vielleicht bei Raumtemperatur funktionieren und wären damit viel einfacher anzuwenden als heute. Natürlich nicht morgen und nicht übermorgen, aber vielleicht in zehn oder 20 Jahren. In unserer künftigen Forschung wollen wir daher quantenmechanische Effekte bei Raumtemperatur besser verstehen.

Könnten die Navigationssysteme der Tiere auch in anderer Hinsicht ein Vorbild für neue Technologien sein?

Liedvogel: Auch das wollen wir ausprobieren. Wir glauben, dass selbstfahrende Autos besser werden können, wenn sie sich ähnlich wie Tiere bei der Navigation auf eine große Zahl einfach aufgebauter Sensoren verlassen und nicht auf wenige komplizierte, dafür aber sehr präzise Sensoren.

Mouritsen: Navigierende Tiere nutzen ihre Ressourcen sehr clever: Sie verfügen über Millionen oder sogar Milliarden relativ ungenauer Sensoren – etwa die Cryptochrom-Proteine, um die Richtung des Magnetfelds zu bestimmen. Jedoch ist der Durchschnittswert aus all diesen Sensoren sehr genau. Dazu kommt, dass Tiere über einen eher kleinen „Computer“ verfügen. Weil ihr Gehirn aber gute Informationen von den Sinnesorganen bekommt, können sie auf relativ simple Entscheidungsalgorithmen zurückgreifen. Sie sind daher technischen Systemen bei schwierigen Entscheidungen überlegen. Wenn man die Lösungen aus der Biologie mit den technischen, KI-basierten Lösungen kombiniert, hat man das Beste aus beiden Welten.

Haben Regionalsprachen eine Zukunft?



Prof. Dr. Doreen Brandt

Niederdeutsche Literatur in historischer und kulturwissenschaftlicher Perspektive

Wenngleich die Zahl der Sprecherinnen und Sprecher sinkt und die durchschnittliche Sprachkompetenz abnimmt: Niederdeutsch hat eine Zukunft!

Derzeit lernen Menschen das Niederdeutsche immer weniger von Eltern oder Großeltern, sondern in der Schule. Dass etwa in Niedersachsen gerade entsprechende Strukturen aufgebaut werden, hat etwas mit günstigen politischen Rahmenbedingungen zu tun, wie der 1999 in Kraft getretenen Europäischen Charta der Regional- oder Minderheitensprachen.

Niedersachsen hat 2019 die Förderung des Niederdeutschen im Schulunterricht per Erlass festgeschrieben. Kinder kommen im Unterricht mit Plattdeutschsprechenden in Kontakt, lernen plattdeutsche Lieder kennen oder werden bei Schulausflügen gezielt auf plattdeutsche Inschriften aufmerksam gemacht. Das Schöne dabei: Schülerinnen und Schüler lernen Niederdeutsch in Regionen, in denen die Sprache beheimatet ist.

Das Niederdeutsche selbst, das sich bisher durch eine große Vielzahl an Dialekten auszeichnet, wird sich allerdings verändern. Im Schulunterricht wird sich nicht jeder kleinräumige Dialekt vermitteln lassen, sondern es dürften sich großräumigere Lehrvarietäten herausbilden. Darunter könnte das Identifikationspotenzial leiden, während die Sprache womöglich leichter zu lernen und allgemein verständlicher wird.

Vielleicht spricht man Niederdeutsch in Zukunft weniger im Schützenverein und geht dafür eher mal ins plattdeutsche Theater. Dennoch bleibt Niederdeutsch lebendig: Das wird man sprechen, das wird man hören, das wird man schreiben, das wird man lesen.