



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

Zusammenfassung der Vorträge

Erdbeobachtung durch Tiere

Chancen und Perspektiven



Impressum

Herausgeber

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V.
– Nationale Akademie der Wissenschaften –
Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)

Redaktion

Detlev Drenckhahn, Würzburg

Kontakt: Abteilung Wissenschaft - Politik – Gesellschaft (Leitung: Elmar König)
politikberatung@leopoldina.org

Datum: Februar 2018

Gestaltung und Satz

unicom Werbeagentur GmbH, Berlin

© 2018 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V.
– Nationale Akademie der Wissenschaften –
Halle (Saale)

Zusammenfassung der Vorträge

Erdbeobachtung durch Tiere

Symposium

30. September 2016

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Begrüßung 5

Ein Paradigmenwechsel: Erdbeobachtung durch
Tiere 7

Globales Monitoring von Tierbeständen zur Erfassung
des Biodiversitätswandels und seiner Folgen 9

Collective Sensing and Decision-Making in Animal
Groups 11

Langzeit-Erdbeobachtungsdaten für die Analyse
globaler Veränderungen 12

Birds as indicators of the spread of highly
pathogenic zoonotic infections 14

Globale Tierbewegungen als Big Data-Phänomen .. 16

Seevögel als Umweltindikatoren für die Meeres-
und Klimaforschung..... 17

Mögliche Verbindungen zwischen geologischen und biologischen Ereignissen	19
Einsatz von telemetrischen Methoden zur Erfassung der Umweltwirkung von Projekten	21
Veränderungen von Tierbewegungen durch globalen Wandel.....	23
Fernerkundung und LiDAR – Monitoring- Instrumente für den Naturschutz.....	25
Von der Grundlagenforschung zur Anwendung – Risikovorsorge bei Naturkatastrophen	26
Programm des Symposiums	28

Begrüßung

Detlev Drenckhahn ML

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Wissenschaftliche Kommission Umwelt

Sehr geehrte Referenten und Gäste, lieber Herr Hofer – herzlichen Dank an den Hausherr und Gastgeber dieses Symposiums – meine Damen und Herrn, ich möchte Sie sehr herzlich im Namen der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina zu diesem Symposium „Erdbeoachtung durch Tiere“ begrüßen. Das Symposium befasst sich mit einem spannenden Thema der organismischen Biologie, das große Potenziale für weite Bereiche der Wissenschaften besitzt und dessen vielfältige Implikationen wir erst zu erkennen beginnen.

Viele Tierarten besitzen spezielle und sehr empfindliche Sinnesleistungen und Reaktionsmuster, die als Indikatoren für Umweltinformationen wertvoll sein können. Kanarienvögel wurden genutzt, um Bergarbeiter vor gefährlichen Grubengasen zu warnen. Fische werden als Indikatoren für Schadsubstanzen im Trinkwasser eingesetzt und Spürhunde können kleinste Geruchsspuren wahrnehmen, für die es keine anderen technischen Detektionsmethoden gibt. In Verbindung mit neuen Sensor- und Satelliten-Technologien könnte die Umweltbeobachtung durch Tiere in verschiedenen weiteren Anwendungsfeldern eine neue Dimension erlangen.

Milliarden von Singvögeln, Fischen und Säugetieren wandern alljährlich über die Kontinente und Weltmeere. Auch viele Fledermausarten und unzählige Insekten bewältigen große Strecken und wechseln dabei möglicherweise auch von einem zum anderen Kontinent. Sie können uns durch ihr Verhalten wichtige Informationen über Ökosystemleistungen, klein- und großräumige Klimaänderungen, Niederschläge, Verbreitung von Krankheitserregern oder sich anbahnende Naturkatastrophen geben. See-Elefanten und Pinguine dienen bereits als mobile Messstationen im marinen Bereich und wandernde Huftiere

können Klimavariablen anzeigen und als Indikatoren für die Primärproduktion von Grassland-Ökosystemen genutzt werden.

Weitere in Vorträgen dieses Symposiums behandelte oder tangierte Beispiele für Anwendungspotenziale der Umweltbeobachtung mit Tieren sind:

- Aktivitätsmuster von Waldameisen, Ziegen oder Elefanten als Erdbebenanzeiger
- Flughunde als Indikatoren von Ebola
- Vögel und ihre Wanderungen als Vektoren der Vogelgrippe
- Migrationsmuster von Meeresvögeln als Umweltindikatoren für die Meeres- und Klimaforschung
- Störche als Sensoren für Heuschreckenschwärme
- Monitoring von Tieren zur Beurteilung von Umwelteingriffen und Naturschutzmaßnahmen
- Neue Datenquellen für die Versicherung bislang problematischer Umweltrisiken
- Einblicke in Mechanismen der Schwarmintelligenz von Tieren

Bis heute ist es noch nicht möglich, kleine und kleinste Tiere telemetrisch in größerem Maßstab zu verfolgen. Die Entwicklung immer kleinerer Chips und Sensoren im Grammbereich in Zusammenhang mit der „ICARUS-Antenne“, die 2017 am russischen Service-Modul der ISS angebracht werden soll, würden es aber möglich machen, die Aufenthaltsorte von immer mehr Tierarten durch Telemetrie zu verfolgen und Messwerte in Echtzeit auszuwerten. Dadurch ließen sich komplexe Wanderbewegungen verschiedener Tierarten und Artengruppen global erfassen, die in Zusammenhang mit Jahreszyklus, Wetterlagen und Nahrungsangebot stehen und bisher ungeahnte neue Einblicke in verschiedene Aspekte des ökologischen Zustandes der Erde und der Lebensgrundlagen der Menschheit erlauben können.

Ein Paradigmenwechsel: Erdbeobachtung durch Tiere

Martin Wikelski ML

Max-Planck Institut für Ornithologie, Konstanz

Seit dem Altertum ist bekannt, dass Tiere durch ihre speziellen Sinnesorgane Beobachtungsleistungen vollbringen können, die Menschen verschlossen bleiben. Bisher blieben die Forschungen zu diesem Thema jedoch meist auf dem anekdotischen Niveau, da Tiere nicht durchgängig beobachtet werden konnten. Das moderne Bio-Logging erlaubt nun die Beobachtung von Verhaltensweisen von Wildtieren überall auf der Welt, zu jederzeit und über das gesamte Leben eines Tieres. Zusätzlich können über miniaturisierte Sensoren Umweltparameter wie Temperatur, Luftdruck, Feuchte, CO₂ und andere Chemikalien sowie auch physiologische Parameter, wie Herzrate, Körpertemperatur oder Blutdruck bestimmt werden. Damit bieten sich Tiere als ideale Umweltsensoren an, denn sie wandern in jeden auch noch so abgelegenen Winkel der Welt oder leben in Städten, wo ebenfalls ein detailliertes Umwelt-Monitoring durch mobile, intelligente Sensoren sehr hilfreich ist.

In diesem Symposium sollte die Grundlage dafür gelegt werden, dass Tiere in Zukunft als Umweltsensoren und Frühwarnsysteme für Naturphänomene abgefragt werden können. Vögel können bereits als Umwelthelfer wertvolle Temperatur- und Feuchtwerte an die Wetterdienste liefern, aber auch durch ihr Fressverhalten die Fischernte des Jahres vorhersagen. Neue Untersuchungen an Nutztieren zeigen, dass sie möglicherweise Vulkanausbrüche vorhersagen können, aber auch sensitiv für die Vorzeichen von großen Erdbeben sind. In den Abruzzen in Mittelitalien konnten im Oktober 2016 fünf große Erdbeben durch das Tierverhalten zwischen 2 bis 14 Stunden (retrospektiv) vorhergesagt werden, abhängig von der Entfernung der Tiere zum Epizentrum des Erdbebens. Durch neue globale Beobachtungsmethoden, wie das ICARUS System, können nun auch kleine Tiere und Tiere in Schwärmen als Erdbeobachtungsagenten für menschliche Vorhersagesysteme und

globale Beobachtungssysteme genutzt werden. Durch die internationale Kollaboration von Wissenschaftlern können bald Big Data über Lebensprozesse auf dem Planeten Erde gesammelt werden und sowohl für den Schutz der Tiere als auch für das Wohlergehen des Menschen eingesetzt werden. Technische Vorwarnsysteme können durch tierische Schwarmintelligenz-Vorwarnsysteme ergänzt werden.

Wichtige Fragen sind in diesem Kontext sind:

- Wo liegen wissenschaftliche Hürden für eine rasche Fortentwicklung des Gebietes?
- Wo liegen die Meilensteine für die kommenden 15 Jahre?
- Welche systemischen oder strukturellen Hürden erschweren die Weiterentwicklung (Technikwissenschaften vs. Biodiversitätsforschung)?
- Welche nächsten Schritte sind notwendig, um Tiere systematischer als bislang zur Sammlung von Umweltinformationen einzusetzen?
- Wer soll Zugriff auf die Umweltbeobachtungsdaten bekommen und welche Möglichkeiten des Missbrauchs sind vorstellbar?
- Welche Begleitforschung sollte verstärkt werden?
- Welche weiteren Anwendungsgebiete bzw. Kooperationen sind vorstellbar?

Verschiedene dieser Gesichtspunkte werden im Rahmen dieses Symposiums tangiert und diskutiert.

Globales Monitoring von Tierbeständen zur Erfassung des Biodiversitätswandels und seiner Folgen

Walter Jetz

Yale University, New Haven, USA

Biodiversität und ihre Ökosystemfunktionen unterliegen derzeit einem rapiden Wandel. Klimaänderungen, großräumige Habitatverluste und -veränderungen, Einwanderung invasiver Arten und andere Faktoren führen zu dramatischen Veränderungen der Populationen und Verbreitung einer großen Zahl von Tierarten auf der Erde. Simultanes GPS-Tracking von Tausenden von Tieren als Teil eines global operierenden Monitoring-System, wie es ICARUS (<http://icarusinitiative.org>) ermöglichen wird, eröffnet bahnbrechende neue Möglichkeiten für Forschung und Naturschutz.

Die Bedeutung eines effektiven Monitorings des Biodiversitätswandels und seiner Konsequenzen für die Menschen ist weltweit erkannt und hat seit Kurzem in der Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) einen neuen Impetus erhalten. Das Monitoring der sich ändernden Bestände und Verbreitungsareale von Tierarten und der ökologischen und verhaltensgebundenen Grundlagen dieser Änderungen hat dabei besondere Signifikanz. Das GEO Biodiversity Observation Network (GEOBON) hat die Erfassung der Verbreitung ausgewählter Tierarten und damit die Bedeutung von global erfassten, auf GPS-Tracking basierten Bewegungsdaten von Tieren, formal als „Essential Biodiversity Variable“ anerkannt. Durch Fernerkundung und andere Methoden erfasste Umweltdaten könnten in Kombination mit großräumigen GPS-Tracking-Daten und statistischen Modellen einen sehr wichtigen Beitrag zu einer globalen Biodiversitäts-Erfassung leisten. Erste Schritte auf diesem Weg werden derzeit durch eine Integration von in der „Movebank“ gespeicherten Bewegungsdaten mit der Map of Life (<https://mol.org>, Yale Universität) vorangetrieben, einer Infrastruktur für das globale Biodiversitäts-Monitoring.

Neue Sensor-Technologien, Big-Data-Infrastrukturen und die be-

gleitende Entwicklung neuer Konzepte und integrativer Modelle können jetzt ein globales, Individuen-basiertes Biodiversitäts-Monitoring Realität werden lassen. Die deutsche ICARUS Plattform benötigt eine zeitnahe Validierung durch jetzt schon vorzubereitende und zu finanzierende Pilotprojekte, um die Möglichkeit einer gleichzeitigen Erfassung von hunderten Arten unter Beweis zu stellen. Hier könnte das weltweit etablierte Netzwerk von freiwilligen Vogelberingern genutzt werden, die nach einem Zusatztraining und mit geringen zusätzlichen Kosten beispielsweise – als globales Demonstrationsprojekt - 100.000 GPS Sender an über 500 Vogelarten anbringen könnten. Dies würde eine einzigartige Basisdokumentation über Vogelbestände, ihre globale Verbreitung und ihre jahreszeitliche Inanspruchnahme der verschiedenen Ökosysteme des Planeten ermöglichen. Dieses Projekt könnte innerhalb kurzer Zeit alle bisher von der Wissenschaft gesammelten geographischen Biodiversitätsdaten an Menge und Detail weit übertreffen und eine Vielzahl weiterer gezielter Forschungsfragen ermöglichen.

Collective Sensing and Decision-Making in Animal Groups

Iain D. Couzin

Max-Planck Institut für Ornithologie, Konstanz

Animals in groups – like fish schools, bird flocks, and insect swarms – frequently exhibit complex and coordinated behaviours that result from social interactions among individuals. Understanding how social influence shapes biological processes is a central challenge in contemporary science, essential for achieving progress in a variety of fields ranging from the organization and evolution of coordinated collective action among animals, or to the dynamics of information exchange in human societies. Using an integrated experimental and theoretical approach we show that the individual behaviour that maximizes collective decision accuracy is a function of both group size and the properties of environmental cues (notably their reliability and the observational correlation between individuals). When learning collectively, individuals are able to accurately value environmental cues without explicitly estimating any of these parameters. Thus, sophisticated cognitive processes are not necessary for highly effective decision-making in a wide range of environments. Even within highly socially structured species like baboons, movement decisions emerged via a shared process indicating that democracy may be an inherent trait of collective behavior.

These findings demonstrate the importance of learning and decision making within a collective context and highlight the need for experimental work including tagging of individuals in the wild to investigate the role of collective learning in enhancing decision accuracy in animal groups.

Langzeit-Erdbeobachtungsdaten für die Analyse globaler Veränderungen

Claudia Künzer und Martin Wegmann

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, Köln & Universität Würzburg, Institut für Geographie und Geologie

Zahlreiche Umweltinformationen sind über die Fernerkundung in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung global verfügbar. Die aus der Fernerkundung gewonnenen Informationen liefern für diverse Anwendungsgebiete Informationen zu dem Zustand und der Veränderung unserer Umwelt. Der fortschreitende Verlust von natürlichen Ökosystemen, wie Entwaldung oder die Expansion von urbanen Gebieten wird räumlich und zeitlich mittels Fernerkundung kontinuierlich dokumentiert. Derartige Daten lassen auch Rückschlüsse auf Tier-Umweltinteraktionen zu und können besonders zur Erklärung von Bewegungsmustern von Tierarten beitragen. Dies ist nur aufgrund der räumlich und zeitlich kontinuierlichen Datenaufnahme möglich, da zur Erklärung dieser dynamischen Muster zeitlich und räumlich korrespondierende Umweltdaten vorliegen müssen.

Auch weitere Umweltinformationen wie Photosynthese-Aktivität, Oberflächentemperaturen oder Wolkenstruktur können neben den genannten Informationen analysiert werden und können zur Erklärung von Bewegungsmustern und der Auswirkungen von Umweltveränderungen auf diese beitragen. Hierbei muss jedoch die Sensitivität der Bewegungsmuster gegenüber den vorhandenen Umweltdaten detailliert untersucht werden. Darüber hinaus lassen auch umgekehrt die Nutzung von Bewegungsdaten Rückschlüsse auf die Landbedeckung und auf Umweltinformationen zu, die darüber abgeleitet werden können. Anomalien in den Tierbewegungen können so als Indikator für Änderungsprozesse im Umfeld frühzeitig und räumlich explizit genutzt werden.

Die verbesserte Integration dieser zwei Datenquellen führt zu einer Generierung neuer Erkenntnisse und neuartiger Umweltinformationen, die weitreichende Einblicke in den Zustand und die Veränderungen un-

seres Planeten erlauben. Internationale und interdisziplinäre Kollaborationen ermöglichen die Auswertungen dieser komplexen „big data“ Datensätze und liefern neben bedeutsamen Erkenntnissen auch hoch relevante Informationen zum Schutze der Tiere und ihrer Ökosysteme.

Birds as indicators of the spread of highly pathogenic zoonotic infections

Timm Harder

Friedrich Loeffler-Institut, Riems

Populations of wild birds and poultry can act as reservoirs of avian pathogens with zoonotic propensities. In case the birds are clinically affected by the infection, syndromic surveillance can be used to monitor the spread of the respective pathogenic agents. This is particularly critical if the monitored pathogens display zoonotic characteristics and cause human infections following spill-over transmissions. The spread of West Nile virus (WNV), a vector-borne African origin flavivirus, from a focal point of introduction probably close to New York's JFK airport, U.S.A., across the whole of North America from East to West since 1999 is a striking historic example in this respect: American crows and Fish crows proved to be highly vulnerable and succumbed to the infection. Detection of increased mortality in crows thus signaled presence of WNV and free ranging crows were used as sentinels for the spread of WNV. This zoonotic pathogen is now endemically established in North America and continues to cause annual cases of deaths in wild and domestic avian populations as well as lethal encephalitis in humans. In a similar way, Blackbird mortality is used to monitor the spread of Usutu virus, another vector-borne flavivirus out of Africa, in Europe including Germany.

Highly pathogenic avian influenza viruses (HPAIV) cause profuse morbidity and mortality among various avian species. The generation of avian influenza viruses displaying a highly pathogenic phenotype is based on spontaneous mutations of precursor viruses of low pathogenicity (LPAIV) which probably occurs during infection of gallinaceous poultry, in particular domestic chickens, with certain LPAIV strains. Aquatic wild bird populations constitute a reservoir for the maintenance and spread of LPAIV, but have not been associated with the de novo generation of HPAIV. Yet, contact to HPAIV infected domestic poultry may seed HPAIV into wild bird populations. In contrast to gallinaceous poultry,

many species of migratory aquatic wild birds (as well as domestic water birds) may run a mild and even asymptomatic course of HPAIV infection. Thus, they may remain mobile and migration-competent during incubation and possibly even during the infectious phase and could act in spreading these viruses directly or via relay-like transmission chains over larger distances. There is now growing circumstantial evidence for such a role of wild birds in long distance spread of HPAIV H5N8 from Southeast Asia in 2014. Some HPAI viruses display zoonotic properties and sporadically have caused lethal human infections. HPAIV-infected poultry seems to be the most important source of human infections. Human-to-human spread of these viruses has been negligible so far but an adaptation of these viruses to new host species including humans is possible. This has justified fears that new human pandemic influenza viruses may emerge from HPAIV infected avian species. Therefore, a tight control of the spread of HPAIV in poultry populations is of utmost importance for veterinary and public health authorities.

In addition, the role of wild bird populations needs a clearer definition. Enhanced tracking densities along with continuous virological surveillance of both migratory and resident wild bird populations is expected to yield a better understanding of the transmission modes of both LP and HPAIV among and between wild bird and poultry populations. Such data are pivotal to the design of improved biosecurity measures that would aim at a more effective separation of the spheres of wild birds and poultry so as to minimize risks of mutual spill-over transmission of pathogens.

Globale Tierbewegungen als Big Data-Phänomen

Daniel Keim

Universität Konstanz, Abteilung Datenanalyse und Visualisierung

Immer präzisere, kleinere und leichtere Sensoren machen es heute möglich, Datenmengen in ungeahnten Ausmaßen in Echtzeit zu erheben. Dank Projekten wie ICARUS werden in wenigen Jahren hunderttausende Tiere, vor allem Vögel, mit solchen Sensoren ausgestattet sein, die rund um die Uhr Daten wie Position, Richtung, Geschwindigkeit und Umweltbedingungen in eine große Datenbank einspeisen. Diese gewaltigen Datenmengen effektiv auszuwerten ist eine große Herausforderung. Hierfür werden neuartige algorithmische Methoden aus den Bereichen Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz benötigt. In vielen Fällen aber reichen automatische Analysemethoden nicht aus, um valide Schlussfolgerungen zu ziehen. Der Mensch mit seinen Fähigkeiten – seinem Hintergrundwissen, seiner Kreativität und seinem Urteilsvermögen – ist und bleibt essentieller Bestandteil des Analyseprozesses.

Hier setzt das Forschungsgebiet Visual Analytics an. Unterstützt durch automatische Datenverarbeitung fördern interaktive Visualisierungstechniken die Entdeckung neuer Erkenntnisse sowie die Validierung neuer Hypothesen. Dabei ist es wichtig, die optimale Kombination von automatischen und visuell-interaktiven Analysemethoden für die zu analysierenden Daten zu finden. Globale Tierbewegungsdaten stellen eine besondere Herausforderung dar, da nicht nur die immense Datenmenge individuelle Analyseansätze erfordert, sondern auch der große räumliche Kontext, der einen Ausgleich zwischen feinen Details und dem globalen Bild erschwert, sowie die vielen Unsicherheiten, die sich in den großen Datenmengen kumulieren. Wenn diese Probleme gelöst sind, können faszinierende Einblicke in die Dynamik der Tierwelt gewonnen werden, die vielfältige Auswirkungen auf unser Verständnis von Wetter- und Klimamodellen, Naturkatastrophen und Umweltentwicklung haben werden.

Seevögel als Umweltindikatoren für die Meeres- und Klimaforschung

Petra Quillfeldt

Universität Gießen, Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie

Seevögel kommen in allen Meeresgebieten vor. Selbst in der Brutzeit nutzen viele Seevögel weite Gebiete zur Jagd nach Zooplankton, Fischen oder Tintenfischen, oft bis Hunderte Kilometer rund um die Brutkolonien. Tauchende Seevögel nutzen weiterhin Meerestiefen bis über 180 m. Somit können Vögel für die Gebiete um die Brutkolonien ein wichtiger Umweltindikator sein. Verschlechterungen in den Umweltbedingungen spiegeln sich kurzfristig in Verhaltensänderungen wie zum Beispiel der Nutzung größerer Areale oder Tauchtiefen, oder der Umstellung auf weniger optimale Nahrung wider. Langfristige Veränderungen resultieren in verändertem mittlerem Bruterfolg über die Jahre, und damit Veränderungen in der Populationsgröße. So sind zum Beispiel Auswirkungen der globalen Erwärmung in verschiedenen Seevogelpopulationen in der Subantarktis sichtbar. Beim Wanderalbatross führte die Verschiebung der Meeresfronten in Richtung polarer Gewässer zu einer Verstärkung des Westwindgürtels in der Nähe der Kolonien, was den energiesparenden Segelflug begünstigt und in einer Steigerung des Bruterfolgs resultierte. Mit Hilfe der Satellitentelemetrie konnte hier gezeigt werden, wie dies zu Stande kommt: die Albatrosse fliegen schneller und in weniger weit entfernte Jagdgebiete. Die meisten Arten sind jedoch eher negativ beeinflusst. So schrumpfte die Zahl der Felsenpinguine in den Falklandinseln seit 1930 auf unter 20 Prozent der ursprünglichen Populationsgröße. Dabei spielen ein geringerer Bruterfolg und eine geringere Überlebensrate eine Rolle. Hier werden ebenfalls Datenlogger eingesetzt, um die Nahrungsstrategien in verschiedenen Jahren zu vergleichen. Während der Zwischenbrutzeit zeigen Seevögel oft sehr weiträumige Ausbreitungsbewegungen und erreichen weit entfernte Meeresgebiete, welche sonst wenig zugänglich sind. Mit geeigneten Analysemethoden und in Verbindung mit Tracking können Seevögel so

unter anderem zum Biomonitoring von Schadstoffen in diesen Gebieten eingesetzt werden. Auch die Zugwege der Meeresvögel unterliegen Veränderungen. So verbrachten die meisten Dünnschnabel-Walvögel der Population der Falklandinseln vor 100 Jahren den gesamten Winter vor Patagonien, während heute etwa 90 Prozent von ihnen in antarktischen Gewässern mausern. Interessante Perspektiven eröffnet auch die Kombination von Verbreitungs- und Verhaltensdaten. Die Verhaltensdaten können beispielsweise über Beschleunigungs-Datenlogger oder über Salzwasserkontakt-Logger erfasst werden. Diese Daten erlauben Rückschlüsse auf die Nahrungs- und Mausergebiete und das Verhalten der Vögel in diesen Gebieten. Damit können die Trackingdaten wichtige Informationen sowohl zum Schutz der Arten und Populationen als auch über ihre Meeresumwelt liefern.

Mögliche Verbindungen zwischen geologischen und biologischen Ereignissen

Ulrich Schreiber

Universität Duisburg-Essen, Fachgebiet Geologie

Insekten zeigen vielfach eine hohe Affinität zum Kohlendioxid (CO₂). Vor mehr als 12 Jahren wurde bei Kartierungen in der Eifel eine auffällige Beziehung von Waldameisennestern der Gattung *Formica* zu CO₂-führenden geologischen Störungszonen beobachtet. Diese Beobachtung konnte inzwischen europaweit an Tausenden Nestern bestätigt werden. Die gasführenden Bruchzonen sind potentielle Bruchflächen, auf denen Erdbeben stattfinden können. Eine mehrjährige Dauerbeobachtung der Aktivitäten auf zwei *Formica*-Nestern zeigte Anomalien in den Verhaltensweisen, die in einigen Fällen einen Zusammenhang zu Erdbeben vermuten lassen. Früh stellte sich die Frage, ob die ungewöhnlichen Verhaltensweisen signifikant genug sind, um sie in ein Vorwarnsystem integrieren zu können. Ein unter Spannung gesetztes Stück Holz zeigt vor dem Bruch deutliche Vorzeichen, wie Knistern, Freisetzung von Spurengasen aus den Poren und eine punktuelle Erwärmung. Vor einem Erdbeben sind in der Erdkruste ebenfalls Vorzeichen zu erwarten. Dem Knistern entspricht die Bildung neuer Risse im Gestein, erkennbar an einer verstärkten Mikroseismizität. Damit ändern sich die Wegsamkeiten für aus dem Erdmantel aufsteigende Gase. In Mineralen eingeschlossene Fluide, die messbare Konzentrationen organischer Verbindungen enthalten, werden freigesetzt. In einem Grenzbereich verschieben sich in den Gasen die Phasenübergänge (unterkritisch zu überkritisch und umgekehrt). Weiterhin treten piezoelektrisch induzierte Stromflüsse, ausgehend von quarzmineralisierten Störungssystemen auf. Die magnetischen Eigenschaften der Gesteine sowie die Schwere ändern sich. Eine zufällige Verteilung einzelner Messgeräte im Gelände erfasst diese Veränderungen nicht mit der erforderlichen Sicherheit, um ein Beben vorherzusagen. Wenn die Gaskanäle, die eine direkte Verbindung in den Erdmantel haben, bekannt sind, ist das von großem Vorteil. Sie werden

durch Formica-Standorte angezeigt und lassen sich durch Helium-Gasmessungen leicht bestätigen. Für ein Erdbebenvorwarnsystem ließen sich an diesen Formica-Positionen Messstationen mit geophysikalischen und geochemischen Analysegeräten errichten, deren Messdaten online mit entsprechenden Programmen ausgewertet werden. Das Monitoring umfasst Seismometer, Gravimeter, spezielle Geräte zu Stromfluss- und Magnetfeldmessungen sowie Helium-, Radon- und CO₂-Messgeräten pro Messstation. Ein Vorwarnsystem erfordert ein Netz mit ca. 10 solcher Stationen, durch das ein Vergleich über ein größeres Gebiet möglich wird. Der Eintritt eines Bebens wird wahrscheinlicher, wenn alle Stationen Datenanomalien anzeigen. Aus den Unterschieden von Station zu Station ließen sich Karten erstellen, die ein potentielles Epizentrum eingrenzen. Als Erprobungsgebiet werden die Abruzzen vorgeschlagen, da hier die Bebengefährdung sehr hoch ist und erste Begehungen die Zusammenhänge von Formica-Standorten und Störungszonen bestätigt haben.

Einsatz von telemetrischen Methoden zur Erfassung der Umweltwirkung von Projekten

Georg Nehls

BioConsult SH, Husum

Telemetrische Methoden haben bei der Erstellung von Umweltgutachten eine stark wachsende Bedeutung. Sie werden für Voruntersuchungen, aber noch stärker für die Ermittlung von Effekten an bereits realisierten Vorhaben eingesetzt, um Erfahrungen für künftige Verträglichkeitsstudien zu gewinnen. Telemetrische Untersuchungen werden heute u.a. angewendet, um Flugkorridore von Fledermäusen in Zusammenhang mit Straßenbauvorhaben, die Nutzung von Wildbrücken durch Rothirsche, um die Habitatnutzung von Meerestenten bei Küstenschutzmaßnahmen oder um die Ausweichreaktionen von Schweinswalen auf Offshore-Rammarbeiten zu ermitteln. Telemetrische Untersuchungen liefern dabei oftmals kritische Daten, ohne die eine Bewertung der Projektwirkungen nicht möglich wäre. Hierzu werden im Folgenden drei Beispiele gegeben:

Als Teil der Umweltverträglichkeitsstudie für eine feste Verbindung von Deutschland nach Dänemark im Bereich des Fehmarn Belts wurden zur Bewertung der mit dem Vorhaben verbundenen Auswirkungen auf überwinternde Meerestenten unter anderen auch Eisenten im Gebiet gefangen. Ein Teil der gefangenen Eisenten wurde mit ARGOS-Satellitensendern versehen, ein anderer Teil mit kleinen VHF-Sendern. Letztere erlauben mit einer einfachen Methode, die tägliche Tauchaktivität zu messen, denn die Übertragung des Signals wird unterbrochen, sobald der Vogel unter der Wasseroberfläche ist. Mit der Kombination der beiden Methoden konnte zum einen die Nutzung unterschiedlicher Nahrungsbiotope im Verlaufe des Winters erfasst werden. Die telemetrische Erfassung der Tauchaktivität ergab für diese Art, dass die Nahrungssuche auch in der Mitte des Winters strikt in der kurzen Helligkeitsperiode erfolgt, so dass Eisenten einen steigenden Nahrungsbedarf in immer kürzerer Zeit decken müssen. Eisenten verwenden dann 45-80 Prozent der Helligkeitsperiode mit der Nahrungssuche unter Wasser. Die Ergebnisse der Aktivitätsun-

tersuchungen wurden zusammen mit Untersuchungen zum Nahrungsangebot für den Aufbau eines Individuen-basierten Modells genutzt, mit dem dann die Auswirkungen des Vorhabens auf die Bestände von Meerestieren ermittelt und bewertet wurden. Zum anderen ermöglichte die Aktivitätstelemetrie die Erstellung detaillierter Zeit-/Aktivitäts-Budgets, mit denen der saisonale Verlauf des Nahrungsbedarfs abgeschätzt werden konnte. Die Ergebnisse der Aktivitätsuntersuchungen wurden zusammen mit Untersuchungen zum Nahrungsangebot für den Aufbau eines Individuen-Basierten Modells genutzt, mit dem dann die Auswirkungen des Vorhabens auf die Bestände von Meerestieren ermittelt und bewertet wurden.

Seetaucher fliegen bei Annäherung von Schiffen schon in Entfernungen von 1-2 km auf und werden daher als sehr störepfindlich auch gegenüber Offshore-Windparks eingestuft. Bei der Genehmigung von Offshore-Windparks in deutschen Gewässern wurde angenommen, dass ein Meideabstand von 2 km zu den nächsten Windkraftanlagen eingehalten wird, woraus sich deutliche Habitatverluste für diese in der Nordsee überwinternden arktischen Brutvögel ergeben. Die telemetrisch erhobenen Daten zeigen, dass sich die einzelnen Individuen sehr mobil in einem großräumig veränderlichen System bewegen. Besonders bemerkenswert ist das Verhalten der Vögel gegenüber den Offshore-Windparks, die sehr deutlich gemieden werden. Sterntaucher nähern sich den Windkraftanlagen kaum einmal dichter als 5 km an, eine Störwirkung ist bis über 10 km Entfernung nachweisbar. Die Daten bilden eine wertvolle Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen von Offshore-Windparks auf Seetaucher.

Von Greifvögeln werden weltweit immer wieder sehr hohe Kollisionszahlen mit Windkraftanlagen berichtet. Da es sich bei Greifvögeln meist um langlebige Arten mit geringer jährlicher Reproduktion handelt, sind sie empfindlicher gegenüber erhöhter Sterblichkeit und Auswirkungen auf ihre Populationen sind eher als bei anderen Arten zu erwarten. Die Aufzeichnung der Flugbewegungen von besenderten Greifvögeln ermöglichte dabei eine sehr viel genauere und effizientere Datenaufnahme als andere Methoden und damit eine belastbarere Einschätzung des Kollisionsrisikos mit Windkraftanlagen. Telemetrische Untersuchungen an Greifvögeln werden daher in zahlreichen Studien zur Windkraftnutzung eingesetzt und bilden eine wesentliche Grundlage zur Bewertung des weiteren Ausbaus.

Veränderungen von Tierbewegungen durch globalen Wandel

Thomas Müller

*Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum SBIK-F,
Frankfurt & Goethe-Universität Frankfurt*

Tierbewegungen sind elementar für das Funktionieren von Ökosystemen – Herbivorie, Prädation oder die Ausbreitung von Pflanzensamen sind nur einige wenige Beispiele für die wichtige Rolle von Tierbewegungen in nahezu allen Regionen der Welt. Durch den globalen Wandel verändern sich diese Bewegungen fundamental: Die Auswertung von Bewegungsdaten von mehreren hundert Individuen und über 50 Arten zeigt, dass Landschaftsfragmentierung und lineare Infrastrukturen zunehmend dafür sorgen, dass Tiere durch Barrieren in ihrer Bewegungsfreiheit teils gravierend eingeschränkt werden. Gleichzeitig ist es möglich, dass Tiere durch zusätzliche Futterangebote durch den Menschen kürzere Distanzen auf der Nahrungssuche zurücklegen müssen. Insgesamt ist weltweit zu beobachten, dass der Aktionsradius von terrestrischen Säugetieren in von Menschen stark überformten Gebieten um die Hälfte bis zu zwei Drittel kleiner ist als in Naturlandschaften.

Besonders problematisch sind diese Landschaftsveränderungen für Tierarten, die Fernwanderungen vollziehen und dabei unüberwindliche Barrieren vorfinden. So durchwandern in den östlichen Steppen der Mongolei, einem der letzten intakten Steppenlandschaften der temperaten Zone, jedes Jahr noch mehr als eine Million Mongolische Gazellen riesige Gebiete auf der Suche nach Weidegründen. Eine einzelne Gazelle kann hier in einem Jahr ein Streifgebiet von über 50.000 km² in Anspruch nehmen – ein Gebiet grösser als Niedersachsen. Durch Schutzgebiete alleine lässt sich eine solche Art nicht bewahren. Deshalb ist es wichtig, die Durchlässigkeit der gesamten Landschaft für Tierbewegungen zu erhalten und bei Naturschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Eisenbahnprojekte und Erdölförderung sorgen aber in der Mongolei dafür, dass diese Durchlässigkeit auch hier zunehmend gefährdet ist.

Um die Wanderrouen von Tieren über große Distanzen sichern zu können, ist es wichtig, die Verhaltens- und Orientierungsmechanismen der Tiere genau zu kennen. Dazu ist der Einsatz von Satelliten-gestützter Telemetrie von großem Wert. Das ist besonders dann wichtig, wenn die Wanderrouten noch weitgehend unbekannt sind oder wenn das Migrationsverhalten als tradiertes Wissen von Altvögeln weiter vermittelt und adaptiert wird. So haben telemetrische Untersuchungen gezeigt, dass bei den stark bedrohten Schreikranichen in Nordamerika die älteren und erfahrenen Tiere für das Migrationsverhalten besonders wichtig sind. Gruppen mit älteren Tieren fliegen wesentlich effizienter als Fluggruppen, die nur aus jüngeren Tieren bestehen. Die Erfahrung der älteren Tiere ist auch dann wichtig, wenn es um Anpassungen an veränderte Gegebenheiten durch Landschafts- und Klimawandel geht: ältere Kraniche sind die ersten, die neue Überwinterungsgebiete als geeignet erkennen und etablieren. Diese werden dann später auch von jüngeren Individuen genutzt.

Detaillierte Kenntnisse der Migrationsmuster von Tieren werden künftig noch bedeutender werden, gefährdete Tierpopulationen in der immer stärker vom Menschen beeinflussten Biosphäre durch adaptierte Schutzmaßnahmen erhalten zu können.

Fernerkundung und LiDAR – Monitoring-Instrumente für den Naturschutz

Aurelie Shapiro

World Wide Fund For Nature (WWF), Berlin

The World Wide Fund for Nature (WWF) is increasingly turning to new technologies such as satellite remote sensing, active LiDAR (Light Detection and Ranging) and drones for mapping, monitoring and assessing anthropogenic impacts on natural ecosystems and wildlife. Remote sensing activities, which consist of ordering appropriate imagery projects, analyzing data is primarily implemented at WWF-Germany, and products and results are distributed via GLOBIL: the Global Observation and Biodiversity Information Portal (globil.panda.org). Examples of WWF's remote sensing applications include mapping roads over time and their impacts on fragmentation of forests, which is affecting how wildlife such as African elephants use and move through forest landscapes. The impacts of illegal and legal alluvial gold mining activities in French Guiana are being observed through available Landsat and Sentinel-2 imagery and producing results used by local civil society organizations. For the Carbon Map and Model Project in the Democratic Republic of Congo (DRC), more than 400.000 ha of airborne LiDAR data were collected to estimate the above-ground biomass stored in every hectare of forest, providing new insights for national REDD+ programs to help mitigate the and reduce the effects of deforestation and degradation on climate change. Finally, many small-scale projects at WWF are being enhanced by small airborne drones, which are increasing the reach of field work by linking data from the ground to satellites in space. Telemetry of animal locations, via terrestrial or satellite-based networks would be another important step forward to monitor wildlife activity, preferred habitat and to assess quality of ecosystems for biodiversity, the success of conservation strategies and the impacts of anthropogenic threats.

Von der Grundlagenforschung zur Anwendung – Risikovorsorge bei Naturkatastrophen

Oliver Brand

Universität Mannheim, Institut für Versicherungswissenschaft

Ob die Schäden, die durch Naturkatastrophen verursacht werden, Versicherungsschutz genießen und damit für die Betroffenen wirtschaftlich tragbar werden, hängt häufig davon ab, ob sie überhaupt versicherbar sind. Kritisch sind vor allem die Kriterien der Schätzbarkeit und des beherrschbaren Höchstschadens, aber auch die geographische Konzentration von Katastrophenrisiken auf bestimmte Regionen. Die potenziellen Versichertengemeinschaften werden dadurch häufig zu klein, um einen Risikoausgleich im Kollektiv zu gewährleisten. Verbesserte mathematische Modelle, die auf einer größeren Menge an Daten über Naturkatastrophen beruhen, haben in den letzten Jahren einen neuen Zugang zur Schätzbarkeit von Katastrophenrisiken ermöglicht. Auf diese Weise konnte in Deutschland 2014 erstmals das Risiko „Sturmflut“ in der Wohngebäudeversicherung regulär gedeckt werden. Andere Naturkatastrophen bleiben weiterhin im Regelfall unversicherbar. Dazu zählen vor allem Vulkanausbrüche und Erdbeben.

Aktuelle Forschungen deuten darauf hin, dass die Häufigkeit und das Ausmaß von Naturkatastrophen in den nächsten Jahrzehnten noch erheblich ansteigen werden. Im schlimmsten Fall wird das dazu führen, dass sich die Versicherbarkeit von Naturkatastrophen, trotz verbesserter mathematischer Modelle, wieder verringert. Es ist Aufgabe der Versicherungswissenschaft, sich dieser Entwicklung entgegen zu stellen. Das wird sich nur durch eine Vergrößerung der Datenmenge über Naturkatastrophen und eine Verbesserung der Datenqualität erreichen lassen.

Es besteht die berechtigte Hoffnung, dass die Daten aus dem Bio-Logging genutzt werden können, um neue versicherungsmathematische Modelle zu entwickeln, die bisher unversicherbare Risiken versicherbar machen (z.B. Dürren und Erdbeben). Auch die Versicherungsprämien

können ggf. präziser berechnet werden. Insoweit Prämien für die Versicherung von Katastrophenrisiken gar nicht risikobasiert berechnet werden, können die neuen Informationen dafür sorgen, diese Anomalie zu beseitigen. Weiterhin lassen Bio-Logging-Daten darauf hoffen, dass sich mithilfe von ihnen auch Risikoausschlüsse (z.B. Strahlenschäden oder Lawinen) abschaffen oder zumindest neu definieren lassen. Schließlich könnten die Tierdaten auch helfen, alternative Bewältigungsstrategien wie Katastrophenanleihen oder Wetterderivate zu verbessern und so zu einer höheren Marktakzeptanz beitragen.

Programm des Symposiums

Erdbeobachtung durch Tiere

Chancen und Perspektiven

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung
Alfred-Kowalke-Str. 17
10315 Berlin

Freitag, 30. September 2016

10:00 – 10:15 Uhr | Begrüßung

Detlev Drenckhahn ML
Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Halle
Heribert Hofer
Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin

10:15 – 10:30 Uhr

Ein Paradigmenwechsel: Erdbeobachtung durch Tiere

Martin Wikelski ML
Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell

Moderation: Katrin Böhning-Gaese ML
*Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum
BIK-F, Frankfurt*

10:30 – 11:00 Uhr

Globales Monitoring von Tierbeständen zur Erfassung des Biodiversitätswandels und seiner Folgen

Walter Jetz
Yale University, New Haven, USA

11:00 – 11:25 Uhr**Emergent sensing and decision-making in animal groups**

Iain D. Couzin

Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell

11:25 – 11:50 Uhr**Langzeit-Erdbeobachtungsdaten für die Analyse globaler Veränderungen**

Claudia Künzer

Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum DFD des Deutschen Zentrum für Luft - und Raumfahrt DLR, Oberpfaffenhofen

11:50 – 12:15 Uhr**Vögel als Indikatoren für die Ausbreitung hochpathogener zoonotischer Krankheiten**

Timm Harder

Friedrich Loeffler-Institut, Riems

12:15 – 13:00 Uhr | Mittagspause**Moderation:** Martin Wikelski ML

13:00 – 13:25 Uhr**Globale Tierbewegungen als Big Data-Phänomen**

Daniel Keim

Universität Konstanz

13:25 – 13:50 Uhr**Meeresvögel als Umweltindikatoren für die Meeres- und Klimaforschung**

Petra Quillfeldt

Universität Gießen

13:50 – 14:15 Uhr**Mögliche Verbindungen zwischen geologischen und biologischen Ereignissen**

Ulrich Schreiber

Universität Duisburg-Essen

14:15 – 14:40 Uhr

Einsatz von Tracking-Methoden zur Erfassung der Umweltwirkung von Projekten

Georg Nehls

BioConsult SH, Husum

14:40 – 15:05 Uhr

Veränderungen von Tierbewegungen durch globalen Wandel

Thomas Müller

Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum

BIK-F, Frankfurt

15:05 – 15:30 Uhr | Kaffeepause

15:30 – 15:55 Uhr

Fernerkundung: Beobachtungs-Instrumente für den Naturschutz

Aurélie Shapiro

World Wide Fund for Nature (WWF)-Deutschland, Berlin

15:55 – 16:20 Uhr

Von der Grundlagenforschung zur Anwendung

Oliver Brand & Alfred Bach

Universität Mannheim

16:20 – 16:45 Uhr | Abschlussdiskussion & Schlusswort

Von der Grundlagenforschung zur Anwendung

Katrin Böhning-Gaese ML & Detlev Drenckhahn ML

16:45 Uhr | Ende

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V.
– Nationale Akademie der Wissenschaften –

Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)
Tel.: (0345) 472 39-867
Fax: (0345) 472 39-919
E-Mail: politikberatung@leopoldina.org

Berliner Büro:
Reinhardtstraße 14
10117 Berlin

Die Leopoldina wurde 1652 gegründet und versammelt mit etwa 1500 Mitgliedern hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus rund 30 Ländern. Sie ist der freien Wissenschaft zum Wohle der Menschen und der Gestaltung der Zukunft verpflichtet. Als Nationale Akademie Deutschlands vertritt die Leopoldina die deutsche Wissenschaft in internationalen Gremien und nimmt zu wissenschaftlichen Grundlagen politischer und gesellschaftlicher Fragen unabhängige Stellung. Hierzu erarbeitet sie unabhängige Expertisen von nationaler und internationaler Bedeutung. Die Leopoldina fördert die wissenschaftliche und öffentliche Diskussion, sie unterstützt wissenschaftlichen Nachwuchs, verleiht Auszeichnungen, führt Forschungsprojekte durch und setzt sich für die Wahrung der Menschenrechte verfolgter Wissenschaftler ein.

www.leopoldina.org