

Raumfahrt hilft Tierforschung

Ausblick auf das neue Projekt ICARUS

Von Lisa Eidam und Prof. Martin Wikelski

Welche globalen Wanderrouten verfolgen Säugetiere, Fledermäuse, Vögel oder sogar Insekten und was lernen wir aus ihren Bewegungen über den Zustand der Erde? Welche Verhaltensweisen legen sie dabei an den Tag? Mit den bisherigen Methoden können die Forscher diese Fragen nicht beantworten. Ihnen fehlt bislang eine drahtlose Verbindung nach oben – in den Weltraum. Dies soll nun das ICARUS-Projekt ändern. Weltweit werden Tiere bald mit winzigen, solarbetriebenen Miniatur-Sende-Empfangeinheiten – sogenannten „Tags“ – ausgestattet. Sie enthalten auch GPS-Empfänger und Sensoren für das Tierverhalten, das zukünftig aus dem All beobachtet werden kann: Die Tags kommunizieren mit der Internationalen Raumstation ISS und später einmal mit polumlaufernden Satelliten im niedrigen Erdbit. Der Vorteil: Die Tiersignale erreichen diese im All fliegenden Stationen nahezu von überall, weil sie jeden Punkt der Erde ein- oder mehrmals am Tag überfliegen. Haben sie die Signale erhalten, geben sie die Daten dann wieder an die Forscher weiter. Bislang konnten Wissenschaftler nur wenige, große Tiere weltweit beobachten. Mit ICARUS können sie nun erstmals viele kleine Tiere live als „intelligente Sensoren“ in der Erdbeobachtung einsetzen – auch um den seit Jahrzehnten ungelösten Geheimnissen der Tierwelt auf die Spur zu kommen.

Space-based animal research

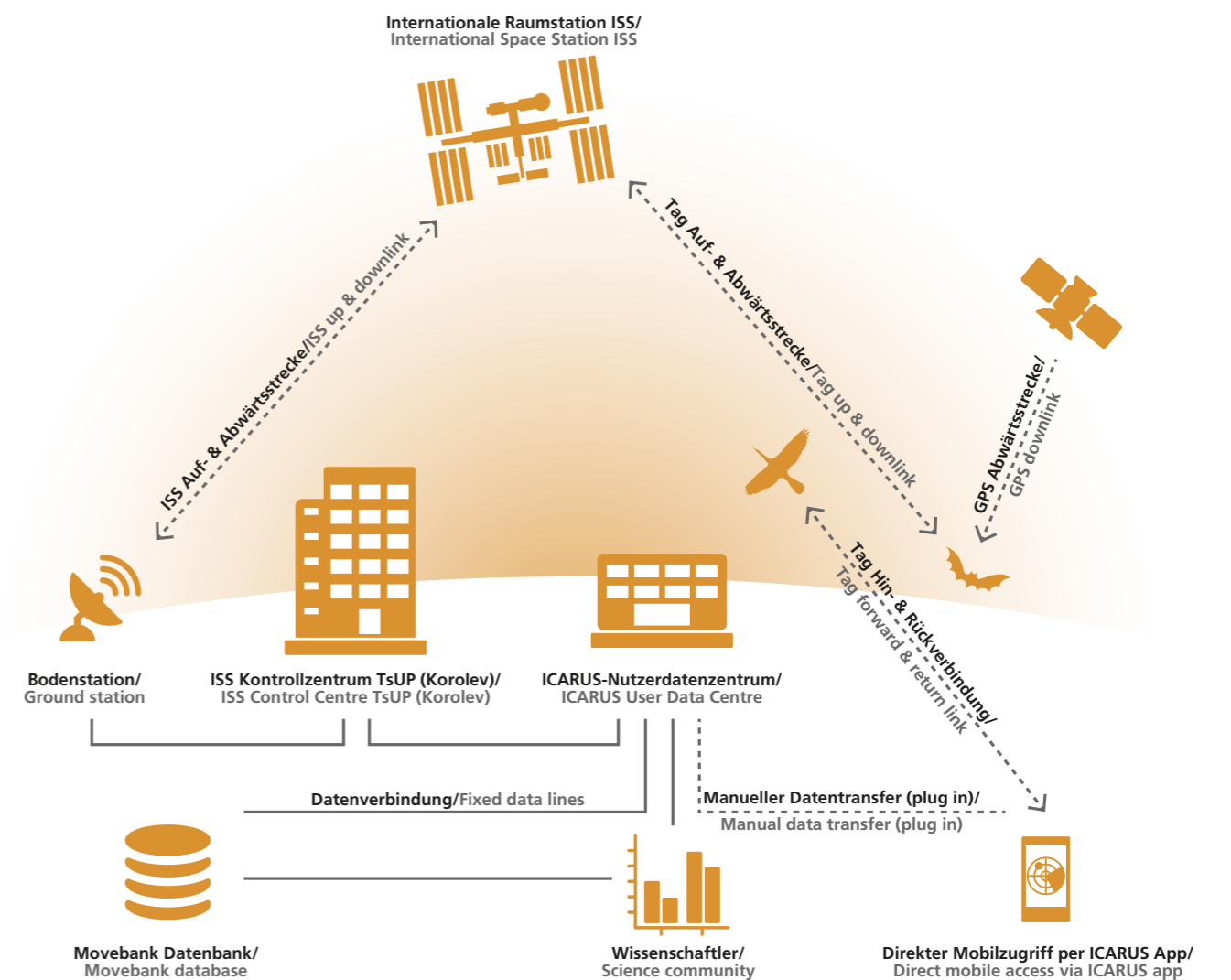
Prospect on the new project ICARUS

By Lisa Eidam and Professor Martin Wikelski

Which global migration routes are followed by mammals, bats, birds, and even insects, and what do their movements tell us about the condition of the planet? What behaviour patterns do they display on their migrations? The methods available so far do not permit researchers to answer these questions. Until now, an adequate wireless connection up into space is missing. ICARUS is supposed to change all that. Soon, animals worldwide will be fitted with tiny solar-powered miniature transceivers called tags. These tags also contain GPS receivers and sensors for identifying the animals' behaviour, which will be observable from space in the future: initially, the tags will communicate with the International Space Station and later on with satellites in a polar low-Earth orbit. The advantage of the latter is that these orbiting stations can be reached by the animals' signals almost from everywhere because the satellites fly across every point on Earth once or several times a day. Having received a signal, they will forward the data to researchers. So far, scientists have only been able to track a small number of larger animals on their worldwide migrations. ICARUS will now enable them for the first time to watch many small animals and even use them as intelligent sensors for Earth observation to find the answers to some of the unresolved mysteries of the animal world.



Autoren: **Lisa Eidam** ist Mitarbeiterin in der Kommunikation beim DLR Raumfahrtmanagement. **Prof. Martin Wikelski** ist Direktor des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Radolfzell sowie Professor an der Universität Konstanz. Er leitet das ICARUS-Projekt. Für seinen Beitrag zur globalen Erforschung der Tierwanderungen erhielt er von National Geographic eine Auszeichnung als „Emerging Explorer“ sowie als „Adventurer of the Year“. Authors: **Lisa Eidam** works at the public relations office at the DLR Space Administration. **Professor Martin Wikelski** is the director of the Max Planck Institute for Ornithology in Radolfzell as well as teaching at Constance University. He is the head of the ICARUS project. He received the National Geographic's 'Emerging Explorer' award as well as being awarded 'Adventurer of the Year'.



Die an den Tieren angebrachten Mini-Tags schicken ihre Daten via Funk zur Internationalen Raumstation ISS und später einmal an polumlaufernde Satelliten im niedrigen Erdbit. Dort angekommen, werden die Daten gesammelt und über die russischen Bodenstationen an das Kontrollzentrum TsUP in Korolev gesendet, das wiederum die Informationen an das ICARUS-Nutzerdatenzentrum in Deutschland weiterleitet. Dort werden die global gesammelten Daten aufbereitet und über die wissenschaftliche Datenbank „Movebank“ den Wissenschaftlern bereitgestellt. Zudem können die Forscher durch eine App die Daten von der Movebank direkt per Downlink auf ihr Mobiltelefon abrufen.

Once attached to the animals, the miniature tags will transmit their data via radio link to the International Space Station ISS, and in the more distant future to a set of polar orbiting satellites in a low Earth orbit. After aggregation, the data will first be transmitted to the Russian ground station which, in turn, will forward them to the ICARUS User Data Centre in Germany. The data thus gathered globally will be processed and made available to scientists in a worldwide database called 'Movebank'. Additionally, scientists will be able to download the data directly on to their phone via an app.

Sogar Schmetterlinge – wie hier der Monarchfalter – werden mit Sendern ausgestattet. Mit fortschreitender Miniaturisierung der benötigten Technologien könnten zukünftig auch solche Tiere mit den ICARUS-Mini-Tags bestückt und erforscht werden.

Even butterflies like this monarch butterfly have been equipped with a tiny radio tracker in the past. With miniaturisation progressing, the ICARUS mini tag technology might in the future be used to track and study these animals, too.



So könnte das ICARUS-Nutzerdatenzentrum, das in Deutschland aufgebaut wird, zukünftig aussehen. Dort sollen ab 2017 die global gesammelten Daten aufbereitet werden, damit diese in der weltweiten Datenbank – der „Movebank“ des MPIO – von den Wissenschaftlern abgerufen werden können (mit ICARUS-Daten angepasstes Kontrollraum-Bild des European Space Operations Centre ESOC der ESA in Darmstadt).

Here's what the ICARUS User Data Centre to be built in Germany might look like. Starting in 2017, this is where the data collected globally is to be processed so that scientists can retrieve them from a worldwide MPIO database called 'Movebank' (artists impression of the ICARUS User Data Centre using a picture of the ESA European Space Operations Centre ESOC in Darmstadt).

An dem International Cooperation for Animal Research Using Space (ICARUS)-Projekt sind das DLR, das Max-Planck-Institut für Ornithologie (MPIO) und die russische Raumfahrtagentur Roskosmos beteiligt. Weltweit sind schon in der Testphase rund 20 Großprojekte geplant, an denen das 60 Mitarbeiter starke ICARUS-Team des MPIO mitarbeitet. In Russland hat das Team bereits 16 Kooperationsprojekte ausgewählt. An ihnen beteiligen sich weltweit Naturschutzorganisationen, ehrenamtliche und staatliche Organisationen. Die Tiere werden ab dem Frühjahr 2017 mit den Tags bestückt. Gestartet wird mit einer ersten Serie in der Mongolei – ein ideales Testgebiet mit wenig elektronischer Störung. Danach werden weltweit ein paar hundert Tags an unterschiedlichen Tieren befestigt, um die Systemeigenschaften zu überprüfen. In den anschließenden ersten zwei Jahren des ICARUS-Betriebs wird erwartet, dass mehrere zehntausend Tiere mit Sendern ausgestattet werden. Wenn das ICARUS-System gut funktioniert, wird sich der Bedarf zukünftig auf hunderttausend und mehr Sender pro Jahr erweitern. Sind die Tags zu Beginn noch fünf Gramm schwer, sollen sie mit der Zeit immer kleiner und leichter werden. Für das Jahr 2020 ist der erste Ein-Gramm-Tag geplant. Mit ihm können dann sogar große Insekten wie Wanderheuschrecken bestückt werden. Diese Tags übertragen dann Daten wie Standort, Geschwindigkeit sowie Ausrichtung der Tiere zur ISS. Im ersten Quartal 2017 soll das Sender- und Empfängersystem am russischen Teil der Raumstation angebaut werden. Von dort werden die auf der ISS gesammelten Daten über die russischen Bodenstationen an das Kontrollzentrum TsUP bei Moskau gesendet und von dort an das deutsche ICARUS-Nutzerdatenzentrum weitergeleitet. In einer weltweiten Datenbank, der „Movebank“ des MPIO, werden die global gesammelten Daten für Wissenschaftler zur Verfügung gestellt. Rund 20.000 Forscher werden davon zukünftig profitieren und Naturvorgänge wie den Klimawandel, menschengemachte Umweltveränderungen sowie Veränderungen in Küstenzonen erforschen.

Research teams participating in the International Cooperation for Animal Research Using Space (ICARUS) project include scientists from DLR, the Max Planck Institute for Ornithology (MPIO), and the Russian space agency Roscosmos. Plans for the trial phase already include around 20 large-scale projects in which the ICARUS team of the MPIO staffed with 60 is participating. In Russia, the team has selected 16 cooperation projects so far, which have been joined by conservation groups, NGOs, and governmental organisations from all over the world. Animals will be tagged from the spring of 2017 onwards. An initial series of tests will be conducted in Mongolia – an ideal area since there is little electronic interference. Next, a few hundred animals belonging to various species will be fitted with tags in many other parts of the world to test the system. In the first two years that follow, about 20,000 animals will be tagged. If the ICARUS system turns out to work well, another 100,000 animals per year will be tagged in the future. Weighing five grammes at the start, the size and weight of the tags will be gradually reduced over time. The first one-gramme tag is planned for 2020, weighing little enough to be carried even by a large insect such as a migratory locust. Via a permanent radio link with the ISS, these tags will transmit a stream of data about the animals' location, speed, and orientation. The transceiver system is to be attached to the Russian section of the ISS in the first quarter of 2017. After some data reduction, the information will first be transmitted to the Russian ground station which, in turn, will forward them to the ICARUS User Data Centre in Germany. The data thus gathered globally will be made available to scientists through a worldwide database, the MPIO's 'Movebank'. In the future, around 20,000 researchers will benefit from these data in exploring natural processes like climate change, man-made environmental changes, and changes in

Kleintiere – Dienstleister des Ökosystems

Vor allem kleine Tiere vollbringen große Leistungen im Ökosystem, von denen wir Menschen bislang wenig wissen – aber stark davon profitieren. Hier gilt Masse und Klasse: Allein in Europa sind zum Beispiel rund fünf Milliarden kleine Singvögel unterwegs, die verschiedene Kontinente überqueren. Dabei fliegen die meisten Kleintiere nicht einfach stupide ihre Routen ab – sie erledigen zusätzlich einen wichtigen Job als Gärtner: Sie verteilen auf ihren Wanderungen Millionen von Samen und tragen so zu Pflanzenwachstum und -vielfalt bei. Insbesondere die Flughunde in Südafrika verteilen die Samen sehr großflächig, da sie als Langstreckenflieger weite Strecken von 80 bis 100 Kilometern pro Nacht über den Kontinent zurücklegen. Außerdem fressen Kleintiere Schadinsekten, die verstärkt aus den Tropen nach Europa kommen. Damit leisten sie einen wichtigen Beitrag für die Landwirtschaft.

Plagegeister umgeleitet – Zukunftsvision für ferngesteuerte Schädlingsschwärme

Nicht nur der Hunger der Kleintiere könnte in Zukunft Schädlingsschwärme regulieren. Ab 2020 ist die Miniaturisierung der Tags so weit fortgeschritten, dass größere Insekten wie tropische Schmetterlinge und Heuschrecken ausgestattet werden können. Doch diese einen Quadratzentimeter großen und ein Gramm schweren Winzlinge können viel mehr als nur Signale senden. Sie können auch Impulse abgeben und so die Nerven der Tiere stimulieren – eine Fernsteuerung für Kleintiere. Die Forscher können so also die Wanderungen von Insektenarten nicht nur beobachten, sondern auch umleiten und so zum Beispiel versuchen, die Flugroute von Heuschreckenschwärmen zu ändern. Somit kann eine Plage möglicherweise verhindert und die landwirtschaftlichen Erträge gerettet werden. Auch Schwarmvögel könnten so teilweise gesteuert werden. Dafür würden zunächst zehn Stare mit den ICARUS-Tags ausgestattet und mittels eines Buzzers, ähnlich wie bei einem Handy, trainiert werden. Ein Starenschwarm könnte so von den zehn ausgebildeten Staren möglicherweise dirigiert werden. Doch warum sollte man in die Flugpläne dieser Tiere eingreifen? Die Antwort ist simpel: um die Ernten und damit auch das Leben der Vögel zu schützen. In Südafrika fressen Blutschnabelweber ganze Landstriche kahl und zerstören somit 20 Prozent der gesamten Ernte. Dafür müssen diese Vögel mit ihrem Leben bezahlen, da ihre Brutstätten gesprengt oder vergiftet werden. Gelänge es den Wissenschaftlern, die Flugrouten dieser Tiere zu ändern, könnten diese gezielten Tötungen verhindert und gleichzeitig die Ernte für die Landwirtschaft geschützt werden.

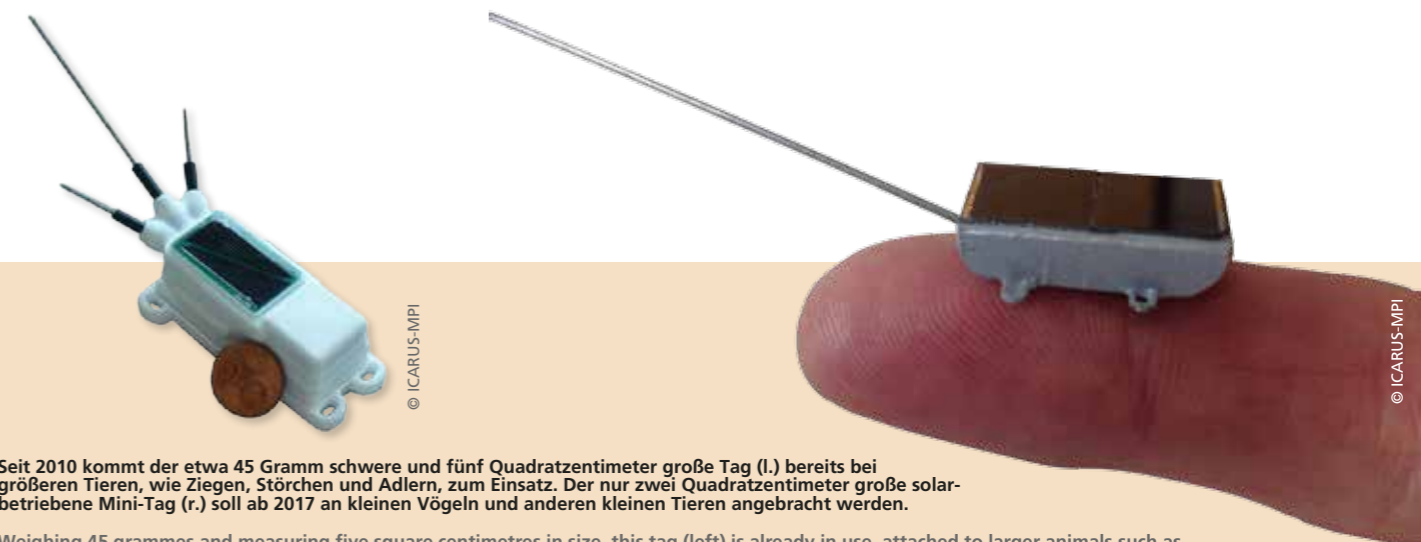
coastal regions.

Small animals – service providers in the ecosystem

Small animals especially provide valuable services in the ecosystem, which greatly benefit the human race although we do not know much about them so far. In this case, both quality and quantity are important: in Europe alone, for example, around five billion small songbirds are on the move across continents. Far from just mindlessly fluttering along their routes, most small animals do an important job as gardeners as well: on their migrations, they distribute millions of seeds, thus contributing to the growth and diversity of plants. The African fruit bats are particularly proficient at scattering seeds across large areas because, being long-range flyers, they cover vast distances of 80 to 100 kilometres every night, connecting the entire continent. Small animals also feed on insects, which are increasingly invading Europe from the tropics. By doing so, they help with pest control, rendering an important service to the farming sector.

De-routing tactics – a vision for averting pest infestation by remote control

In the future, not only their own appetite might guide small animals. By 2020, the miniaturisation of the tags will have progressed far enough to fit larger insects, such as tropical butterflies and locusts. Yet despite measuring only one square centimetre and weighing only one gramme, these tiny pieces of electronics will be able to do much more than just send signals. They may also be able to generate pulses to stimulate the animals' nerves, enabling scientists to act upon small animals via remote control. Thus, researchers will be able not only to observe the migrations of insect species but might also divert them, attempting, for example, to change the flight path of a locust swarm. In this way, a plague may be obviated and the crops saved. To some extent, the approach could also work on swarms of birds. For this purpose, an initial group of ten starlings would be fitted with ICARUS tags and trained with the aid of a buzzer, like that of a smartphone. Ten starlings trained in this way might be able to re-direct the flight route of an entire swarm. But why interfere with the flight plans of these animals? The answer is simple: to protect the crops and, by the same token, the life of the birds. In South Africa, red-billed quelea strip bare entire tracts of land, destroying 20 percent of the whole harvest. For that, the birds must pay with their lives, for their breeding places are either blown up or poisoned. Should scientists succeed in altering the flight routes of these animals, such deliberate killings might be prevented while at the same time protecting the crop.



Seit 2010 kommt der etwa 45 Gramm schwere und fünf Quadratzentimeter große Tag (l.) bereits bei größeren Tieren, wie Ziegen, Störchen und Adlern, zum Einsatz. Der nur zwei Quadratzentimeter große solarbetriebene Mini-Tag (r.) soll ab 2017 an kleinen Vögeln und anderen kleinen Tieren angebracht werden.

Weighing 45 grammes and measuring five square centimetres in size, this tag (left) is already in use, attached to larger animals such as goats, storks, and eagles. The two square centimetre solar-powered mini tag (right) will be fitted to smaller birds and other small animals from 2017 onwards.

Medizinische Spurensuche – Verbreitung von Epidemien aufklären

Auch die Medizin profitiert von den georteten Tieren. Vogelgrippeviren zum Beispiel treten weltweit immer wieder auf. Doch wo hält sich das Virus gerade auf, wenn keine Epidemiewelle läuft und wie verbreitet es sich? Das sind zwei bislang unbeantwortete Fragen, weil wir Flugrouten und -verhalten der Wirte in Asien und Russland noch nicht kennen. Das soll sich mit ICARUS ändern. Das System sammelt Daten wie Fluggeschwindigkeit und -routen infizierter Vögel, mit denen ihre Ankunft zum Beispiel in Deutschland vorhergesagt werden kann. Implantierte Sensoren messen Herzfrequenz und Körpertemperatur und zeigen den Forschern, welche Tiere wirklich infiziert sind. Der GPS-Empfänger erfasst dann, wo sie hinfliegen. Bei Ebola stellt sich dieselbe Frage: Wo steckt der Krankheitserreger, wenn er gerade nicht als Epidemie verbreitet wird? Denn genau dort müsste er ausgerottet werden. Südafrikanische Flughunde könnten hierbei erste Hinweise liefern, da sie mit Ebola in Berührung kommen und Antikörper für dieses Virus bilden, aber die Krankheit selber nicht übertragen. Rüstet man rund tausend der Flughunde im südlichen Sambia mit physiologischen Sensoren aus, könnten die Forscher prüfen, welche Tiere auf welchen Flugrouten Antikörper gebildet haben. Steigt bei einem Flughund die Körpertemperatur an, könnte er eingefangen und untersucht werden. Die gesammelten Daten zeigen den Wissenschaftlern, wann und wo der Flughund angesteckt wurde. Bisher können die Wissenschaftler die Tiere nur lokal beobachten und Daten ermitteln – ein für diese Frage nutzloses Unterfangen, da die Flughunde nur während der Brutzeit ein bis zwei Monate an

Searching for medical clues – explaining the spread of epidemics

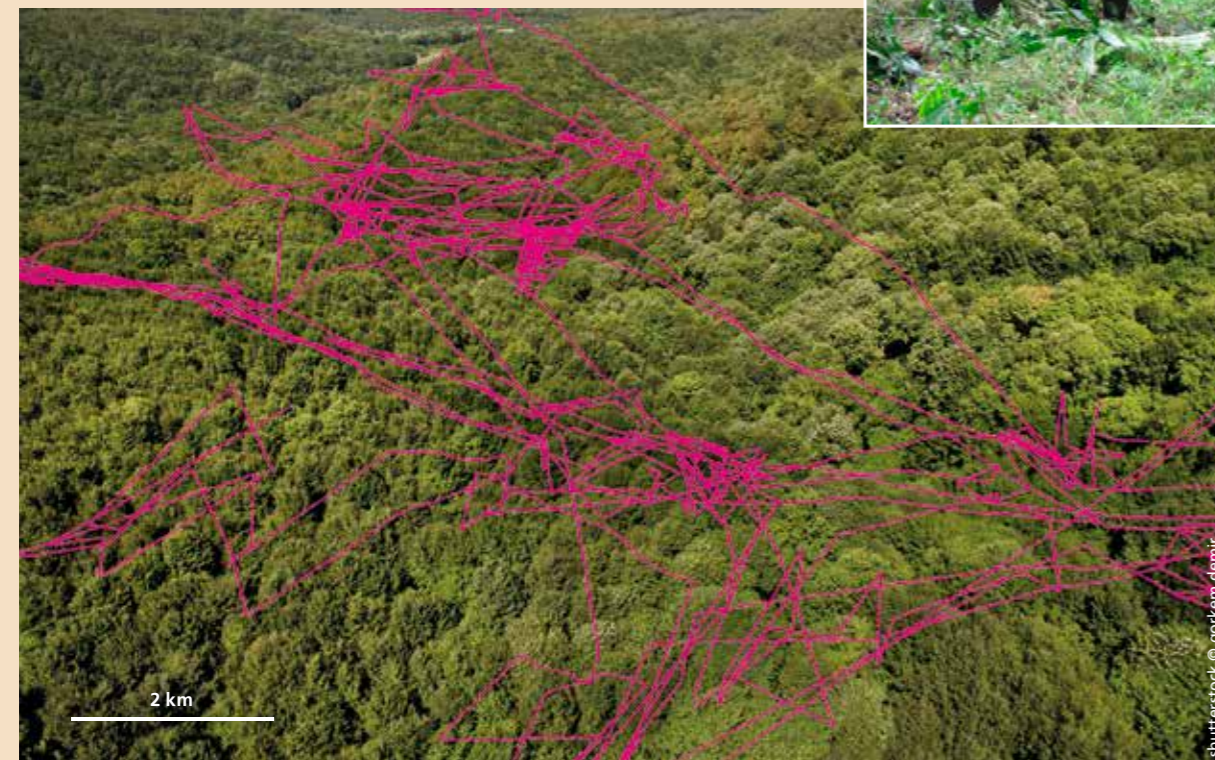
Being able to track the whereabouts of animals will also benefit medicine. The bird flu virus, for example, keeps recurring worldwide. But where is it at times when no epidemic is raging, and how does it spread? We have little answers to these two questions because we do not know the flight routes and behaviour of the host animals in Asia and Russia. ICARUS will change that. The system gathers data on the flight speeds and routes of infected birds which may serve to predict their arrival in Germany, for example. Implanted sensors measure heart rates and body temperatures that show researchers which animals are actually infected, while the GPS receiver shows where they are headed. Ebola poses the same question: where does the pathogen hide when it is not spreading as an epidemic? For this is exactly where it would have to be extirpated. Initial clues might come from South African fruit bats which come into contact with Ebola and form antibodies to the virus but do not transmit the disease itself. If around one thousand fruit bats in southern Zambia were to be equipped with physiological sensors, researchers could find out which animals have formed antibodies on what flight routes. Fruit bats whose body temperature has risen could be caught and examined. From the data gathered, scientists can see when and where the bat was infected. So far, scientists have only been able to observe the animals locally – an undertaking that is useless in this context because fruit bats stay in one place only for one or two months during the breeding season. Afterwards, they move on, covering enor-

In Banda Aceh auf Indonesien tragen Elefanten bereits Halsbänder mit Sendern, um die Wanderrouten der Tiere zu erfassen (hier ein Testsender auf einem Arbeitselefanten). Diese Tiere legen pro Tag eine Strecke von bis zu 20 Kilometern zurück. Mittels dieser Daten wird erforscht, ob diese Tiere besondere Verhaltensweisen vor Naturkatastrophen, wie Erdbeben oder Tsunamis, zeigen. Gleichzeitig werden Konflikte zwischen Elefanten und Bauern verhindert.

Elephants in Banda Aceh in Indonesia are already wearing collars with transponders to help scientists track the animals' migration routes (the picture shows a working elephant equipped with a demonstrator). In the wild, these animals cover a distance of up to 20 kilometres every day. The data is used to find out if the animals show a particular behaviour in the run-up to natural disasters such as earthquakes or tsunamis. At the same time, the data also helps avoid conflicts between elephants and farmers.



Martin Wikelski © MaxCine



shutterstock © gorkem demir



Christian Ziegler © MaxCine

Martin Wikelski lässt einen mit ICARUS-Sendern ausgestatteten südafrikanischen Flughund frei. Bei ihren nächtlichen Flugrouten legen sie in großen Schwärmen weite Strecken von 80 bis 100 Kilometern über den Kontinent zurück. Auf ihren Wanderungen erledigen sie zusätzlich einen wichtigen „Job“ als Gärtner: Sie verteilen jede Nacht hunderte Millionen von Pflanzensamen.

Martin Wikelski, releasing a tagged South African fruit bat. On their nocturnal trips in huge swarms they travel 80 to 100 kilometres across the continent. During their migration, they perform another important 'job'. Volunteering as gardeners, they drop hundreds of millions of plant seeds every night.



Christian Ziegler © MaxCine

einem Ort bleiben. Danach ziehen sie weiter und legen dabei riesige Strecken, zum Beispiel in der Republik Kongo, zurück. Dort gibt es aber kein ausreichendes Handynet im Regenwald, wodurch die Datenübertragung mit Roaming oder GSM nicht richtig funktioniert.

Lebensretter – Tiere als Frühwarnsystem vor Naturkatastrophen

Ob Vulkanausbrüche, Erdbeben oder Tsunamis – Tiere nehmen Umweltveränderungen oft schon einige Stunden früher wahr und bringen sich rechtzeitig in Sicherheit. Auf Sizilien zeigten Ziegen vor dem Ausbruch des Ätna Fluchtbewegungen, die gemessen wurden. Doch auch noch größere Tiere reagieren sehr sensibel auf Naturereignisse. In Banda Aceh auf Indonesien wird erforscht, ob Wasserbüffel und Elefanten vor Tsunamis und Erdbeben besondere Verhaltensweisen zeigen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass bei kleinen und großen Lebewesen die Naturkatastrophen nicht von einzelnen Tieren oder Arten, sondern im Schwarmverhalten erspürt werden. Im Labor wurde bereits die tierische Schwarmintelligenz nachgewiesen. Über Millionen von Jahren der Evolution hat sich bei ihnen ein Sensor-system und eine präzise Signalverarbeitung entwickelt, die sie gemeinsam in einer Gruppe zielsicher vor Katastrophen warnen könnte. Mit Hilfe der ICARUS-Daten soll nun erforscht werden, wie dieses Verhalten genau funktioniert und ob Tiere für ein sicheres Frühwarnsystem eingesetzt werden können.

mous distances, to countries like the Republic of Congo, for example, where the mobile signal coverage in the forest is poor or non-existent, so that data communication by roaming or GSM is heavily impaired.

Life savers – animals to issue disaster alerts

Whether volcanic eruptions, earthquakes, or tsunamis – animals frequently perceive environmental changes hours before the event and rush to safety in time. In Sicily, goats displayed measurable symptoms of flight before an eruption of Mount Etna. However, even bigger animals respond highly sensitively to natural events. Researchers in Banda Aceh in Indonesia are working to find out whether water buffaloes and elephants show particular behaviour patterns in the run-up to tsunamis and earthquakes. Scientists confidently assume that in creatures both big and small, natural disasters are not sensed by individual animals or single species but by swarms. That animals have swarm intelligence has already been demonstrated in laboratory tests. During millions of years of evolution, they have developed an accurate sensing and signal processing system that will unerringly warn them of disasters when together in a group. The data from ICARUS will now be used to explore exactly how this behaviour works, and whether animal data could be employed in a reliable early warning system.



Links: Martin Wikelski hat den Sender an einem Weißstorch angebracht und lässt ihn wieder frei. Mit Hilfe der Sender kann er das Zugverhalten dieser Vögel analysieren. Rechts: Auch Ozeanbewohner, hier ein Weißer Hai, sollen mit den ICARUS-Tags bestückt werden. Die Forscher möchten zudem die Wanderrouten von Fischschwärmen beobachten. Dafür werden die Fische mit mehreren Mini-Tags versehen, die unter Wasser Daten aufzeichnen und sich zu unterschiedlichen Zeitpunkten während ihrer Wanderung ablösen und zur Wasseroberfläche aufsteigen. Dort treiben die solarbetriebenen Tags und senden die archivierten Tierinformationen sowie Meeresströmungsdaten zur ISS. Damit markieren sie wichtige Punkte der Fischrouten sowie aktuelle Umweltinformationen.

Left: Martin Wikelski releases a white stork after fitting him with a tag. The transponder helps him monitor the migration behaviour of these birds. Right: Dwellers of the deep seas like this white shark will also be equipped with ICARUS tags. Also, scientists want to investigate the migration routes of entire shoals of fish. For this purpose, they fit several tags to the bodies of fish. These record data under water, become detached at different times from the fish, and rise to the surface of the water. There, the solar powered tags float and transmit the recorded animal information, along with data on ocean currents, to the ISS. By doing so, they mark key points in the migration routes of the fish as well as providing recent environmental data.

Überfischung vermeiden – Erforschung der Ozeanbewohner

Bislang ist es für Wissenschaftler sehr schwierig, die Tierwelt in den Ozeanen zu erforschen und die Daten über Sender zu gewinnen. Sie legen dafür zu große Strecken zurück, die ohne Hilfe aus dem All nur bedingt verfolgt werden konnten. Mit ICARUS können die Forscher nun zum ersten Mal Fischschwärme beobachten. Durch spezielle Tags mit Geolokatoren sowie Sensoren zur Licht- und Beschleunigungsmessung und Wassertiefenbestimmung können Fischwanderungen, Fangmöglichkeiten und Bestände ermittelt werden. Die mit einem speziellen Kleber versehenen Tags lösen sich nach einer bestimmten Zeit von den Fischen und treiben zur Wasseroberfläche, wo sie mit Hilfe der solarbetriebenen Batterie Daten an die ISS schicken können. Die Forscher gehen davon aus, dass die Laufzeit der Tags bei größeren Ozeantieren bei mindestens zwei Jahren liegt. Mit ihnen lässt sich herausfinden, wo Fische geschützt werden müssen, um deren Bestände zu erhalten. Bislang war das nur sehr schwer möglich, weil Fischschwärme zum Beispiel von Australien über den Südpazifik nach Südamerika bis hin nach Panama wandern. Da jedes Land auf dieser Route dieselbe Fischgruppe abfängt, muss es deren Anzahl kennen, um über Fangquoten diese Tiere zu schützen und Überfischung zu vermeiden.

Avoiding overfishing – exploring the residents of the oceans

So far, scientists have been hard put to explore the animal world in oceans and extract data with the aid of transmitters. The distances covered by marine animals are too large to be tracked constantly without help from space. Now, ICARUS will enable researchers for the first time to observe entire shoals of fish. Special tags featuring geolocators as well as sensors measuring light intensity, acceleration, and water depth will provide information on fish migrations, possible fishing resources, and stock sizes. Coated with a special adhesive, these tags will detach themselves from the fish after a certain time and float to the surface, where they will use their solar-powered batteries to send data to the ISS. Researchers believe that a tag will have a life of at least two years when attached to a relatively large marine animal. Tags will help us to find out where fish need to be put under protection to preserve stocks. So far, this has been very difficult because certain shoals of fish migrate, for example, from Australia via the South Pacific to Panama in South America. Since every country along that route catches fish from the same shoal, their number must be known so that fishing quotas can be put in place to protect the animals and avoid overfishing.



Die Forscher erhoffen sich, in Zukunft Vogelschwärme, wie die der nordamerikanischen Dachsammer (Bild), der Stare oder des südafrikanischen Blutschnabelwebers, der häufigsten Vogelart der Welt (1.5 Milliarden Individuen), mit Hilfe von speziellen miniaturisierten Tags zu erforschen.

Scientists hope mini tags will enable them in the future to investigate the routes of migratory birds such as the North American white-crowned sparrow, the starling, or the South African red-billed quelea, the world's most common bird species (1.5 billion individuals).

Weitere ICARUS-Anwendungen

Naturschutz

Wissenschaftler versprechen sich von ICARUS, neue Erkenntnisse zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen zu gewinnen. Mit Hilfe der global gesammelten Daten können Rückschlüsse auf die Populationsgrößen von Tieren gezogen werden. Wenn etwa ihre Bewegungsmuster bekannt sind, können sie präziser gezählt werden. Auch die Todesursache der Tiere lässt sich besser bestimmen. Denn seit den letzten 30 Jahren hat sich die Anzahl der Singvögel in Europa um etwa 421 Millionen Individuen verringert. Jedes Jahr fliegen rund drei bis fünf Milliarden Zugvögel von Europa nach Afrika, wobei etwa die Hälfte von ihnen stirbt. Die Forscher verstehen aber noch nicht, wo diese Tiere von der Landkarte verschwinden.

Klimawandel

Baummessensensoren sollen erstmals präzise die Biomasse und damit den Kohlenstoffdioxidumsatz der Wälder bestimmen. Bänder werden um Bäume geschnallt, um Wachstumsveränderungen zu messen. Diese Bänder könnten mit einem Solarmodul, das auf dem Kronendach des Baums befestigt wird, Strom gewinnen. Auf Basis von weiterentwickelten ICARUS-Tiersendern können über Funk die gesammelten Daten übertragen werden. Wissenschaftler gehen davon aus, dass mit Hilfe von Minisendern auch das Schmelzen der Gletscher gemessen werden kann, weil sie klein genug sind, um nicht lokal das Gletschereis in der Sonne zu schmelzen und damit das Messergebnis zu verfälschen.

Verkehr

Bahnwaggons könnten mit speziellen Tags versehen werden, um gestohlene Wagen wiederzufinden. Jährlich werden rund hunderttausend dieser Waggons in abgelegene Gebiete gefahren, wo sie nicht über Handynetze geortet werden können. Auf Abstellgleisen werden sie meist verschrottet, denn die Diebe wollen das Eisen gewinnen und weiterverkaufen. Die ICARUS-Tags könnten diesen Millionenschaden pro Jahr verringern. Zudem könnten Schiffscontainer mit ihnen ausgestattet werden. Geht ein Container verloren, wird der Tag eingeschaltet – ein günstiges und gleichzeitig redundantes System, um verlorene Container wiederzufinden.

Further ICARUS applications

Conservation

Scientists hope that ICARUS will assist them in making new discoveries relating to the protection of our natural resources. Data gathered worldwide will permit drawing conclusions regarding the size of animal populations. Once we know the animals' movement patterns, species counts will become far more accurate. Causes of death, too, will be easier to determine, for in the last 30 years, the number of songbirds in Europe has dwindled by about 421 million individuals. Every year, around three to five million migratory birds fly from Europe to Africa, of which about half die on the journey. However, researchers do not yet know where these animals vanish from the map.

Climate change

For the first time, measuring sensors attached to trees will determine precisely the biomass and thus the carbon dioxide turnover of forests. Tapes are strapped around trees to measure growth changes. Such a tape could draw the necessary power from a solar module attached to the canopy of the tree. The data gathered may be communicated by transmitters developed from ICARUS animal tags. Scientists assume that micro-transmitters may also be used to measure the melt rate of glaciers because they are small enough not to cause the ice to melt locally in the sun and thus distort the measurement results.

Transport

Railway waggons might be fitted with special tags so that stolen waggons can be retrieved. Every year, around one hundred thousand of these vehicles are conveyed to out-of-the-way areas where they cannot be located by mobile phone networks. Parked on sidings, they are scrapped, for the thieves want to extract and sell the iron they contain. ICARUS tags might mitigate the million-euro damage thus caused every year. Furthermore, shipping containers might be equipped with tags as well. If a container is lost, the tag is switched on – a cost-efficient as well as redundant system for recovering lost containers.