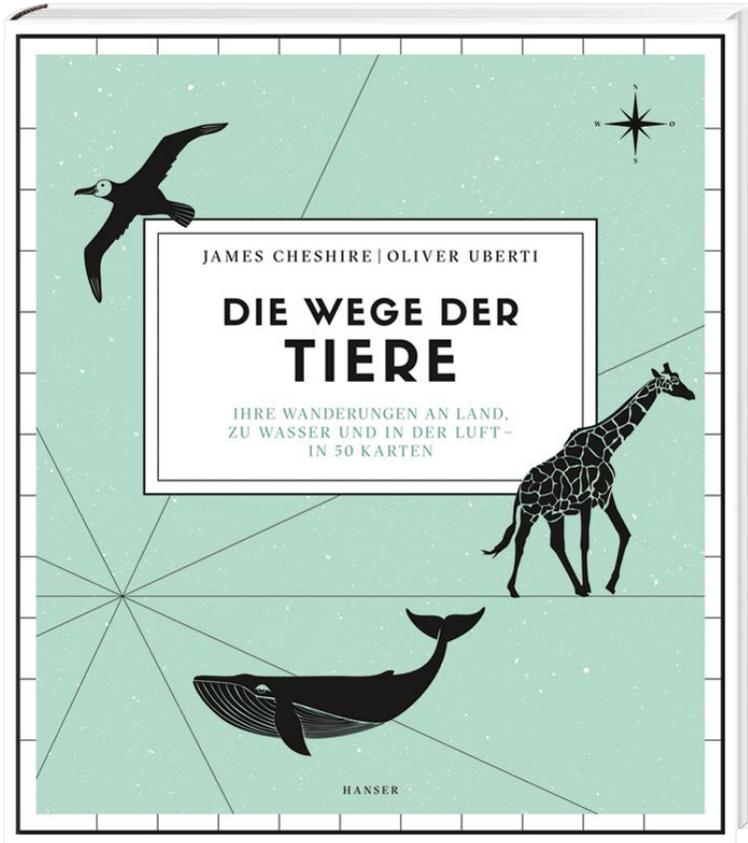


Leseprobe aus:

**James Cheshire - Oliver Uberti**  
**Die Wege der Tiere**



Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf  
[www.hanser-literaturverlage.de](http://www.hanser-literaturverlage.de)

© Carl Hanser Verlag München 2017

**HANSER**





[JAMES CHESHIRE UND OLIVER UBERTI]

# Die Wege der Tiere

Ihre Wanderungen an Land, zu Wasser  
und in der Luft – in 50 Karten

Aus dem Englischen

von Claudia Van Den Block

Carl Hanser Verlag

Titel der Originalausgabe:  
*Where the Animals Go. Tracking wildlife with technology in 50 maps and graphics.*  
London, Particular Books, an imprint of Penguin Books Ltd 2016

1 2 3 4 5 21 20 19 18 17

ISBN 978-3-446-25665-1  
Original English language edition first published by Penguin Books Ltd, London  
Copyright © Oliver Uberti and James Cheshire 2016  
The authors have asserted their moral rights  
All rights reserved

Alle Rechte der deutschen Ausgabe:  
© Carl Hanser Verlag München 2017  
Satz: Greiner & Reichel, Köln  
Druck und Bindung: Graphicom S. r. l., Vicenza  
Printed in Italy



**JAMES**

*Für Isla*

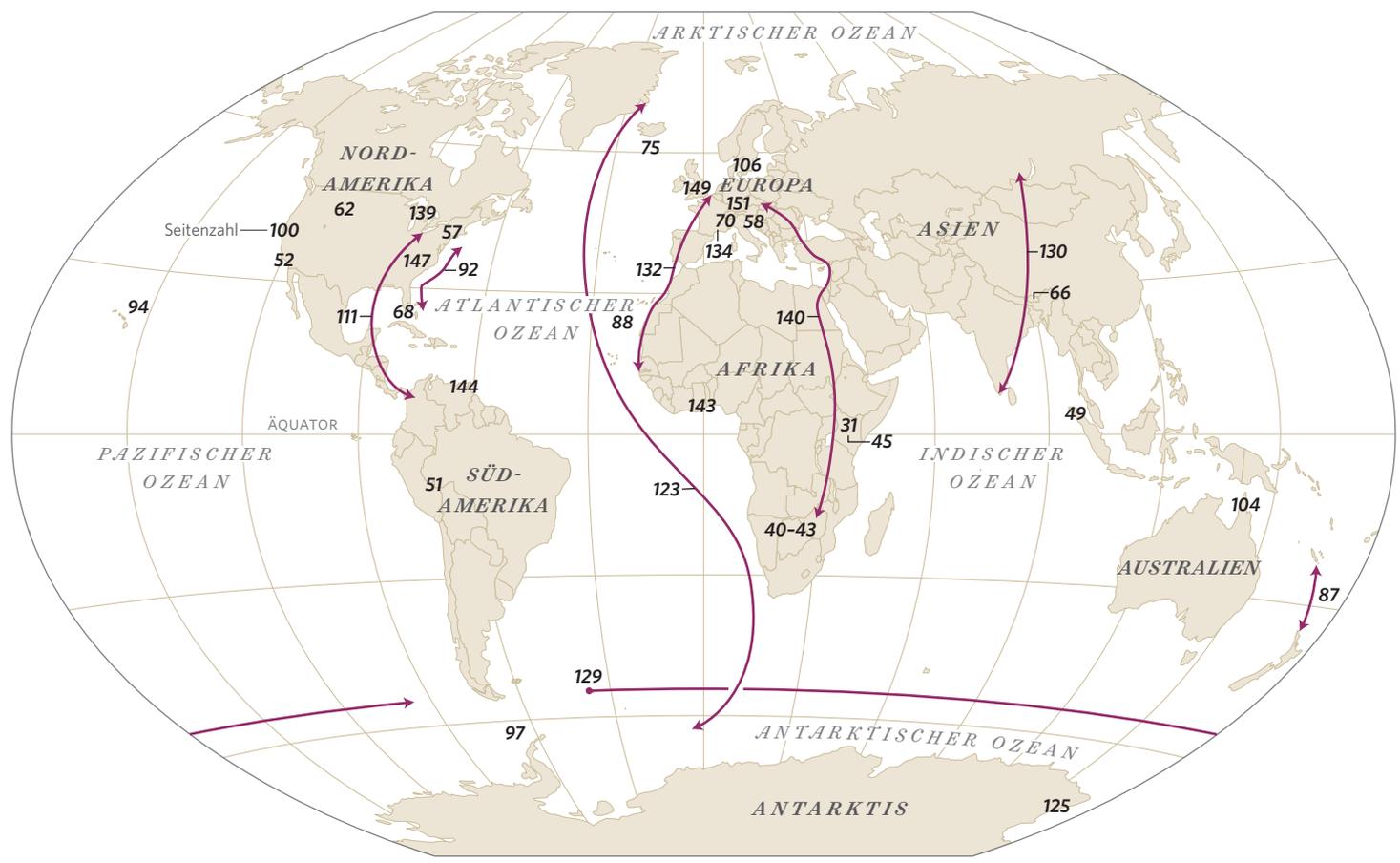
**OLIVER**

*Für Gavin, Kalie und Alina*



Dieses, o mein Liebling, ist eine  
Geschichte – eine neue und eine  
wunderhübsche Geschichte –  
eine Geschichte, ganz verschieden  
von allen anderen Geschichten [...].

RUDYARD KIPLING



## [ INHALT ]

VORWORT	
11	Annie
EINLEITUNG	
17	Eine neue Art des Fußabdrucks
AN LAND	
31	Der Elefant, der eine Not-SMS schickte
40	Die Zebras wandern wieder
43	Hyänen und die Trophäenjagd
45	Wie Paviane sich als Einheit bewegen
49	Menschenaffen von oben beobachtet
51	Jaguare, die Selfies machen
52	Pumas, eingekelt von Straßen
57	Fischermarder auf ihrem Zug durch die Vororte
58	Der Wolf, der die Alpen überquerte
62	Das Naturwunder von Yellowstone
66	Die Fasane, die im Himalaja spazieren
68	Die Pythons in den Everglades
70	Ameisen, die Karriere machen
ZU WASSER	
75	Die Wale, die bei Facebook sind
87	Buckelwale auf der Suche nach Tiefseebergen
88	Die Schildkröte, die gegen den Strom schwamm
92	Haie, Schildkröten und die Landschaft der Angst
94	Haie, von der Datenlage begnadigt
97	Die Robben, die den antarktischen Ozean kartografieren
100	Die Otter, die ihren Lebensraum zurückerobern
104	Die Krokodile, die man am besten in Ruhe lässt
106	Das lichtscheue Plankton
IN DER LUFT	
111	Vogelbeobachtung im großen Stil
123	Der Weltrekord der Seeschwalbe
125	Pinguine vom Weltraum betrachtet
129	Die Albatrosse, die um den Südpol kreisen
130	Die Gänse des Himalaja
132	Möwen mit Heißhunger auf Chips
134	Geier im Aufwind
139	Eulen auf zugefrorenen Seen
140	Störche mit ungesunden Gelüsten
143	Flughunde mit viel Saft
144	Die Vögel, die »nie das Tageslicht sehen«
147	Die Waldsänger, die Tornados auswichen
149	Wie Singvögel sich zusammentun
151	Hummeln auf Gartenpatrouille
EPILOG	
155	Die Wege der Menschen
159	DANK
163	LITERATURHINWEISE
165	ANMERKUNGEN
173	ÜBER DIE AUTOREN
174	Biodiversität in Barcodes



[VORWORT]

# Annie

von Oliver Uberti

Im Jahr 2006 arbeitete ich als Designer für *National Geographic*, als unser Abteilungsleiter mich fragte, ob ich nicht eine Karte für eine Geschichte über Elefanten in Zentralafrika erstellen wolle. Dort waren die Bestände durch Wilderei von 300 000 im Jahr 1970 auf 10 000 im Jahr 2005 dezimiert worden. Das Magazin schickte den Ökologen Mike Fay und den Fotografen Michael Nichols in den südöstlichen Tschad, um dort die übrigen Tiere in einem der letzten Refugien der Gegend zu dokumentieren: dem Nationalpark Zakouma. Sie wussten zwar, dass die Herden den Park während der Regenzeit verließen, doch wohin die Elefanten gingen und wie stark sie außerhalb des Parks

Wilderern ausgesetzt waren, das wussten sie nicht. Mithilfe von GPS-Halsbändern wollten sie es herausfinden.

Am 23. Mai 2006 legte das Team nahe der nördlichen Parkgrenze einer Elefantenkuh mit Kalb ein GPS-Halsband an. Sie nannten sie Annie. Einige Wissenschaftler rümpfen noch immer die Nase bei dem Gedanken daran, Tiere zu taufen, und schlagen stattdessen ID-Nummern vor. Douglas-Hamilton, der Gründer von Save The Elephants, findet solche Einwände jedoch absurd. »Es ist viel, viel einfacher, Namen im Gedächtnis zu behalten«, sagt er. »Ob man sie Zeus, Apollo oder Clint Eastwood nennt, die ursprüngliche Bedeutung dieser

Namen schwindet, kurz nachdem man einem Elefanten diesen Namen gegeben hat.«

Bis Juni hatten Annie und ihr Kalb 80 Kilometer in zehn Tagen zurückgelegt. »Es war unglaublich, dass sie so schnell so weit gegangen waren«, schrieb Fay im Magazin. Den restlichen Sommer über beobachteten er und Nichols, welche Entscheidungen Annie traf. Sie sahen, wie sie schnurstracks zur besten Vegetation marschierte. Sie beobachteten, wie sie wartete, bis es Nacht war, und dann erst die Straßen überquerte – um ihre Begegnungen mit Menschen zu minimieren, so nahmen sie an. In den zwölf Monaten zuvor hatten Wilderer beinahe 900 Elefanten in und

um Zakouma getötet. »Denken Sie an all die Babys, wie sie am Wasserloch mit ihren Müttern umhertollen, und an den Terror, der auf sie wartet. Und wie viele Meilen sie wohl rennen, ehe sie von den Gewehrschüssen zu Boden gestreckt werden«, so Nichols in seinem Begleitvideo zum Artikel.

Annies Reise dauerte zwölf Wochen und 1633 Kilometer. Am 15. August bemerkte Fay, dass Annies Halsband sich nicht mehr bewegte. Dann erlosch das Signal. Fay konnte erst im September wieder in den Tschad. Als er an Annies letzter bekannter Position ankam, waren nur mehr Knochen und Haut und die Kadaver von acht anderen Elefanten übrig. Es gab keinen Zweifel, dass sie Wilderern zum Opfer gefallen waren.

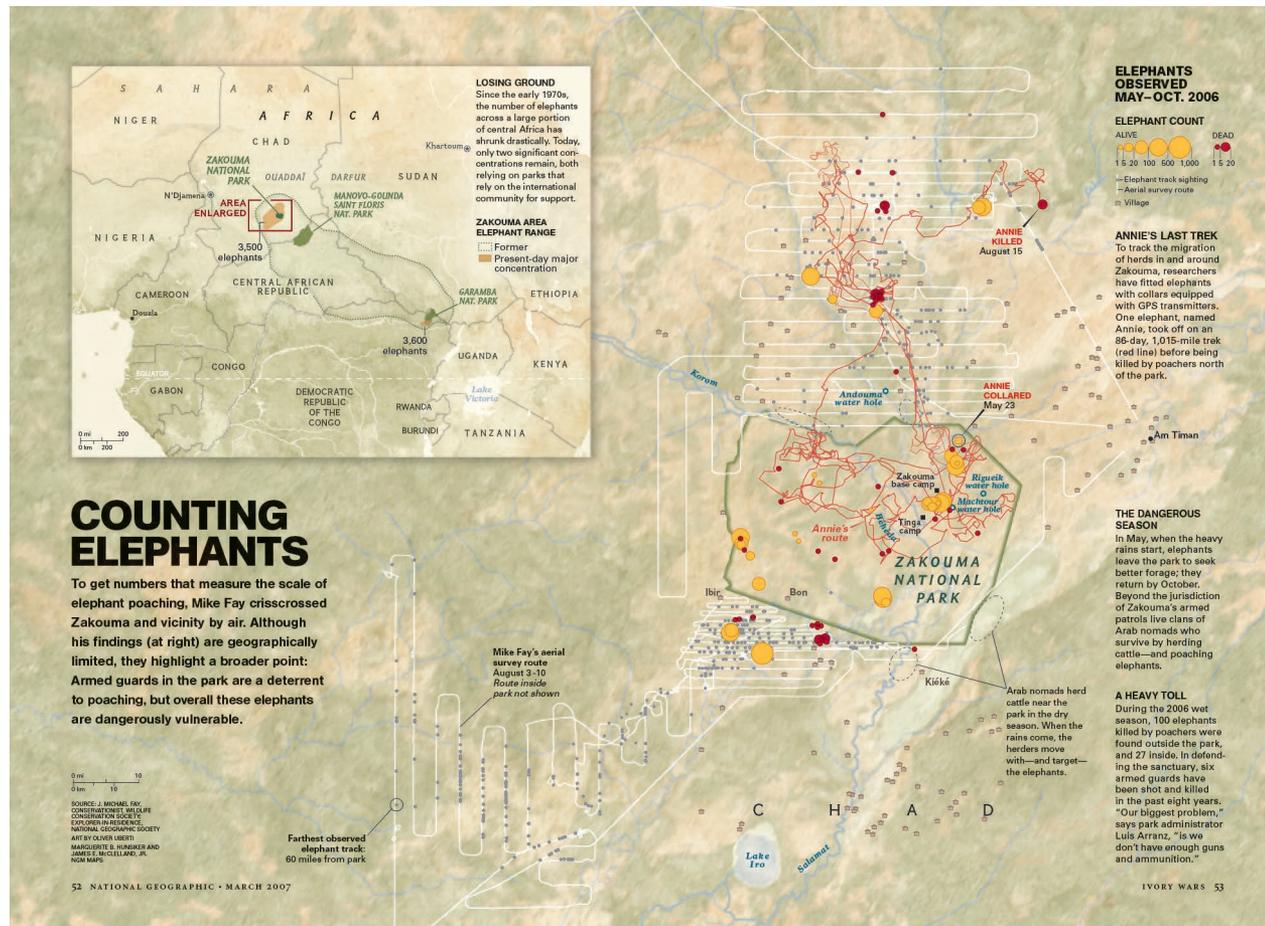
Von meinem Arbeitsplatz aus, im siebten Stock des Stammsitzes von *National Geographic* in Washington, D. C., wurden mir zwei Trends bewusst. Während unsere Fotografen und Reporter immer häufiger Zeugen wurden von illegalem Handel mit Tieren, Überfischung, Umweltverschmutzung, Abholzung der Wälder, sterbenden Korallenriffen, Eisschmelze, steigendem Meeresspiegel und allen möglichen Grausamkeiten, die wir Menschen unserem Planeten antun, fanden auch immer mehr Geschichten wie die von Annie den Weg auf meinen Schreibtisch: Funkortung eines Vielfraßes im Glacier-Nationalpark, Satelliten-tracking von Thunfischen im Atlantik, Tracking von Albatrossen über der Arktis mittels Hell-dunkelgeolokatoren. Dass es zunehmend mehr wissenschaftliche Möglichkeiten gab, uns Menschen mit den Tieren zu verbinden, machte mir große Hoffnungen.

Jahre später tat ich mich mit James für die Veröffentlichung unseres ersten Buches zusammen, eine Sammlung von Karten und Grafiken, die eine Auswahl von Open Data visualisierte, Daten über die Metropole London. Wir überlegten, ob wir

einen Nachfolgebild machen sollten, mit Daten aus anderen Städten, doch dann erinnerte ich mich an die Tracking-Geschichten aus meiner Zeit bei *National Geographic*. Wir fragten unseren Verleger: »Wie wäre es mit Tier-Telemetrie?«

Auf den ersten Blick passte das eigentlich nicht recht zusammen. Weder James noch ich sind Biologen. Er ist Geograf, ich bin Designer. Aber das ist das Schöne an der Revolution im Tier-Tracking. Die Verbindung von Ökologie und Technologie eröffnet die Debatte über Artenschutz für mehr Gesprächspartner, zum Teil, weil Wissenschaftler nun mehr Daten sammeln, als sie alleine verarbeiten könnten. Einige Tracking-Geräte erfassen mehrmals pro Sekunde die Position. Nach einer Studie von sieben Tagen verfügt man so über Millionen von Datenpunkten. Längere Studien überschwemmen die Forscher regelrecht. Sie brauchen Hilfe. Sie brauchen Ingenieure, Programmierer, Statistiker, Geografen und Designer.

Wer davon träumt, mit Tieren zu arbeiten oder bei einem Citizen-Science-Projekt mitzumachen, der möge dieses Buch als Kompass verwenden. Auf den folgenden Seiten werden die Anstrengungen vieler Pioniere gezeigt, die internationale und interdisziplinäre Teams zusammengestellt haben, um aus ihren Tierdaten das Maximum herauszuholen. Sie sind immer auf der Suche nach neuen Talenten. Wir hoffen, dass wir auf diesem Weg den einen oder anderen Wissenschaftler für eine Zusammenarbeit gewinnen können. Wenn man Ideen teilt, kommt man schneller zu einem Durchbruch. Wenn man Daten teilt, rettet man Tiere. Zeit und Raum sind keine Beschränkung mehr für uns. James lebt in Europa; ich lebe in Nordamerika. Ungefähr so wie Wissenschaftler ihre Paper schreiben, entwickelten wir diese Geschichten und Karten mittels elektronischer Datenübertragung über einen Ozean hinweg. Wir hoffen,



Originalkarte von *National Geographic* aus dem Jahr 2007:

Die rote Linie zeigt Annies 86-Tage-Marsch im und außerhalb des Nationalparks Zakouma im südöstlichen Tschad. Die weiße Linie zeigt eine Flugroute, auf der der Autor Mike Fay 3020 Elefanten (orange Kreise) zählte. Während der Regenzeit 2006 töteten Wilderer 127 davon (rote Kreise).

Im Jahr 2008 stellte die Wildlife Conservation Society dem Park ein Überwachungsflugzeug zur Verfügung. Daraufhin ging die Wilderei zurück. Dennoch waren bis 2012 beinahe 90 Prozent der Population getötet worden. Zwei getötete Elefanten im Jahr 2015 – die ersten seit drei Jahren – beweisen, dass der Kampf für die Elefanten nie zu Ende ist.

dass sie einen Diskurs anstoßen – und neue Grafiken – über die geografischen Bedürfnisse von Tieren. Wir hoffen, ein Cetologe kann neue Methoden

von einem Chiropterologen lernen und umgekehrt. Aber vor allem hoffen wir, dass diese Tiere Sie so sehr inspirieren, wie Annie mich inspirierte.



Die Menschen beschreiten beim  
Tier-Tracking mit elektronischen  
Mitteln offenbar alle möglichen Wege.

**GEORGE SPRUGEL JR.**

Vorsitzender des National Science

Foundation's Environmental Biology Program

1959



# Eine neue Art des Fußabdrucks

Von Fußabdrücken bis zu losen Federn, von Nestern bis zu Exkrementen, die Suche nach den Wegen der Tiere war immer eine nach den physischen Spuren. Dieses Buch handelt von einer neuen Ära, in der die Spuren, denen wir folgen, nicht auf die Erde geprägt sind, sondern in das Silizium von Computerchips. Und auch wenn die Karten und Studien, die wir präsentieren, stark auf Datenverarbeitung basieren, ist der Wunsch, Tierwanderungen mit neuen Erfindungen zu untersuchen, wesentlich älter als das Informationszeitalter.

1803 band John James Audubon Singvögeln Fäden an die Beine, um zu beweisen, dass dieselben Individuen jeden Frühling wieder zu seiner Farm zurückkehrten; eine Karte von 1892 illustriert die monatliche Wanderung von Seebären im Nordpazifik (siehe S. 18 f.); 1907 stattete ein deutscher Apotheker Tauben mit automatischen Kameras aus, um ihre Reisen zu dokumentieren; 1962 befestigten drei Wissenschaftler der University of Illinois einen Funksender an einer Ente; und 1997 bestätigten zwei der ersten GPS-Halsbänder, dass Elefanten aus Kenia bisweilen über die Grenze nach Tansania zogen.

Nicht für jede Spezies ist Tracking notwendig, um sie zu erforschen. Für viele genügen ein gutes Fernglas und eine Kamera. Wie Megan Owen vom San Diego Zoo Global sagte, »nichtinvasive Beobachtung ist noch immer der Goldstandard der

Zoologie. Man sitzt ruhig da und beobachtet unbemerkt«. Doch für andere Spezies wie den Eisbären in der Arktis ist so eine intensive Beobachtung nicht durchführbar. Daher haben Tierforscher sich mit Ingenieuren zusammengetan und neue Methoden zur Beobachtung von Tieren aus der Ferne entwickelt. Satelliten, Radar, Mobilfunknetzwerke, Kamerafallen, Drohnen, Apps, Beschleunigungssensoren und DNA-Sequenzierung ermöglichen uns einen völlig neuen Blick auf die Natur.

Das Fachgebiet wird mit unterschiedlichen Namen bezeichnet: Bio-Logging, Wildtier-Telemetrie, Tierökologie. Bei den meisten Geschichten dieses Buches geht es darum, dass der Wissenschaftler das Tier mit einem Gerät versieht. Durch den Aufschwung der mobilen Technologie und die Miniaturisierung der Rechenleistung können diese Geräte Gigabytes von Daten über Verhalten, Physiologie und Umwelt sammeln. Das reicht von den kreisenden Sturzflügen eines Geiers (siehe S. 134 f.) über die Meerestemperatur im Umkreis der Antarktis (siehe S. 96–99) bis hin zum Hummelflug (siehe S. 150–151).

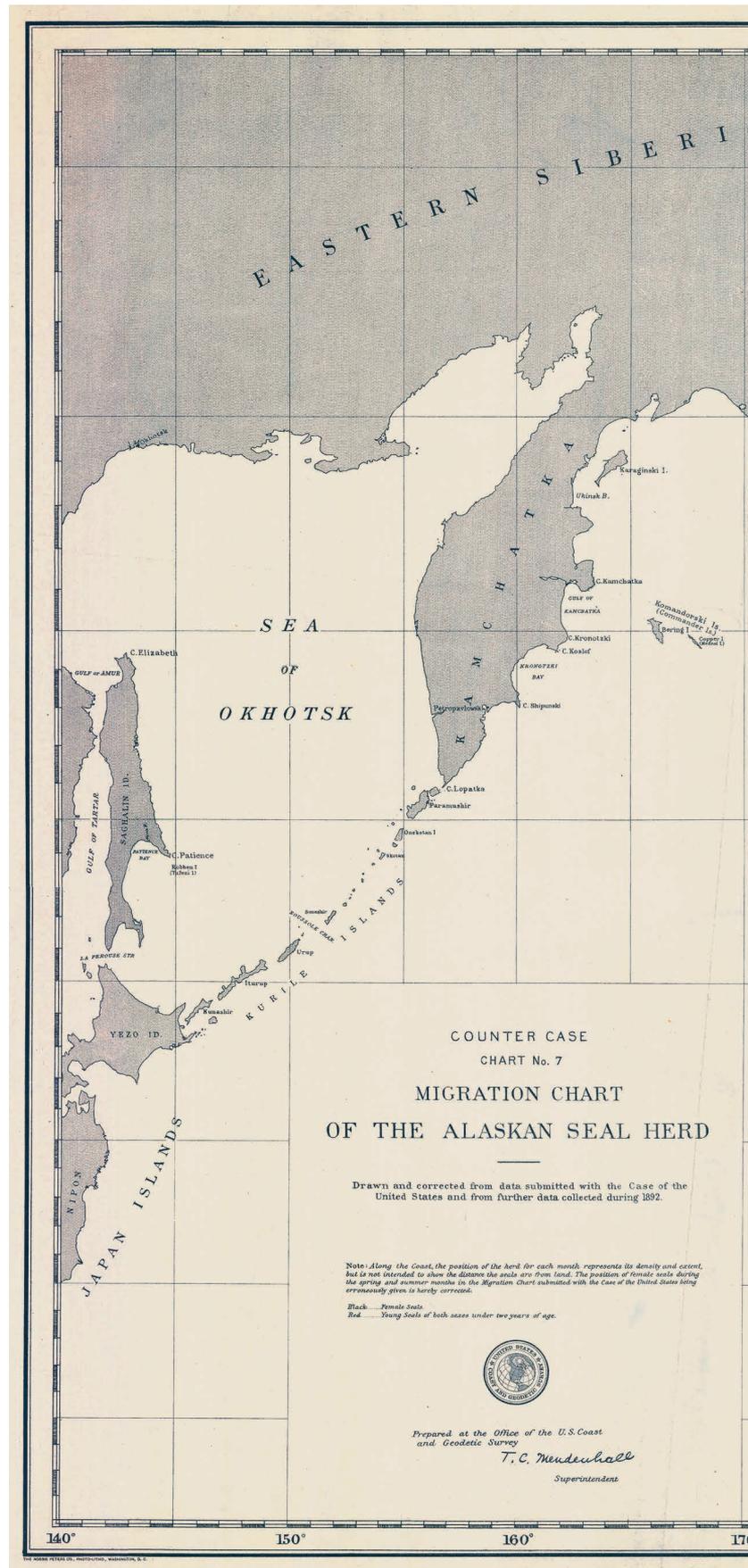
Zum besseren Verständnis, wie schnell die Technologie unser Wissen über Tiere vorantreibt und was wir zu ihrer Erhaltung tun, sehen wir uns einmal die Giraffe an. David O'Connor, Natur-

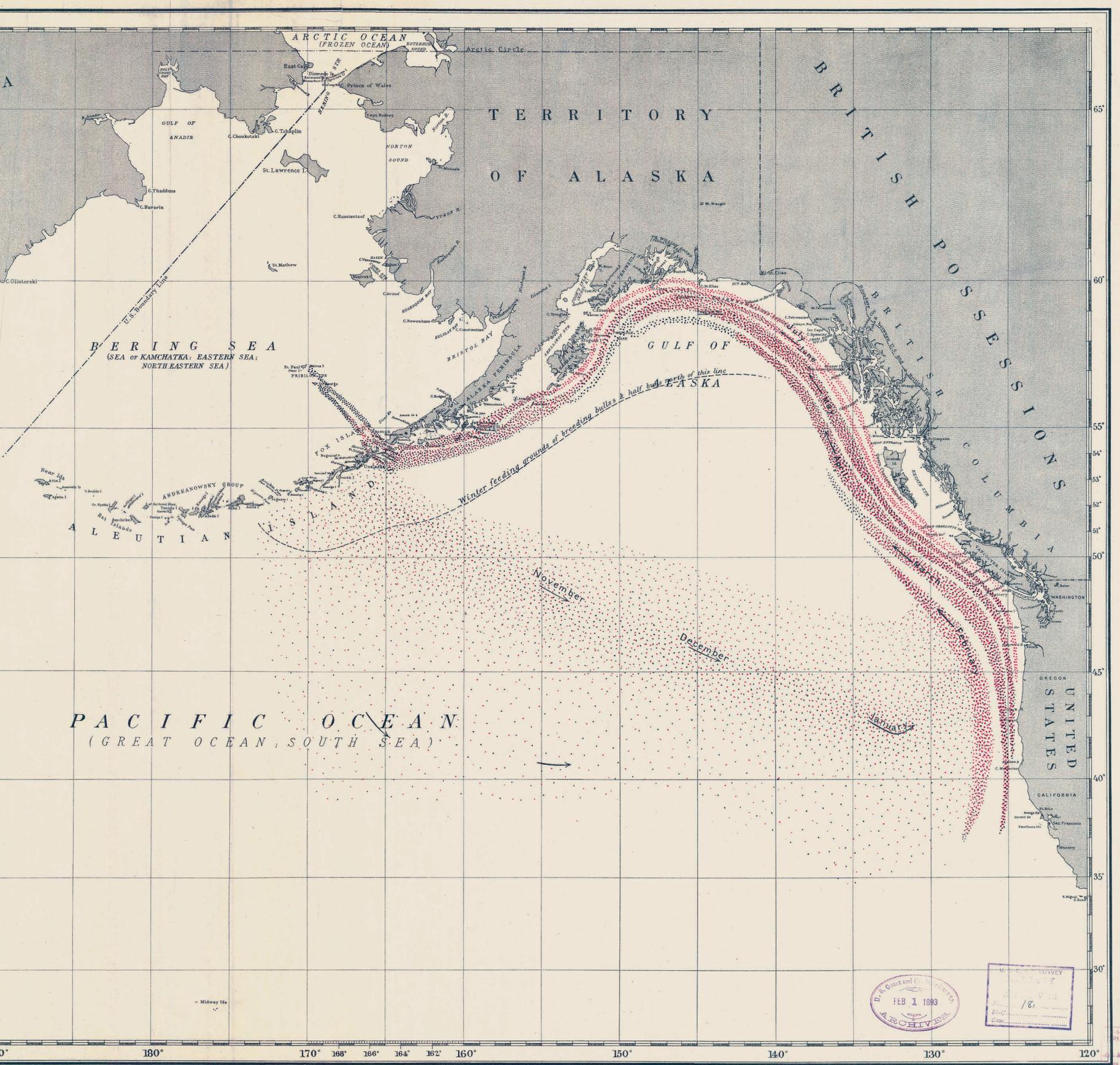
Diese handgezeichnete Karte von 1892 zeigt die monatliche Populationsdichte von Seebären im nördlichen Pazifik. Schwarze Punkte stehen für Weibchen; rote für junge Seebären beider Geschlechter jünger als zwei Jahre. Von Februar an wandern ausgewachsene Weibchen gen Norden, um dort bei Brutkolonien auf Männchen zu treffen. Sie gebären dort und ziehen ihre Jungen bis Ende Oktober groß. Dann dünne die Herden aus, und die Weibchen machen sich in den Süden zu besseren Futterstellen auf.

Die Aufzeichnungen solcher Wanderbewegungen haben möglicherweise dazu beigetragen, dass die USA, Großbritannien, Japan und Russland zwei Jahrzehnte später die Jagd auf Seebären auf offener See verboten. Der Fur Seal Treaty von 1911 war das erste internationale Abkommen zum Schutz von Tieren.

schutzbiologe am San Diego Zoo Global, meint dazu: »Wir stehen heute mit den Giraffen da, wo Elefantenforscher vor rund 30 Jahren standen.« Wissenschaftler haben ihre Physiologie untersucht, wie ihr kleines, aber kräftiges Herz Blut durch den langen Hals bis ganz nach oben pumpen kann; wie ihre übergroßen Lungen sie vor Ohnmacht bewahren; wie ihre zum Greifen geeignete Zunge Blätter von dornigen Zweigen pflücken kann – aber sie wissen noch immer nicht viel darüber, wie diese Spezies insgesamt in freier Wildbahn agiert. »Giraffen sind seltsam«, so O'Connor. »Sie haben offenbar keine eindeutigen Leittiere, wir lernen gerade erst die Funktionsweise ihrer Herdenstruktur. Wir wissen nicht, wie sie kommunizieren. Wir wissen nicht, warum sie kämpfen. Wir kennen die Grenzen ihrer Aktionsräume noch nicht besonders gut.« Erst vor Kurzem haben Wissenschaftler herausgefunden, dass es nicht nur eine, sondern vier Giraffenarten gibt, die sich durch einzigartiges Genmaterial und Fleckenmuster von orangen Vielecken bis hin zu schwarzen Flecken unterscheiden. Ohne Julian Fennessy wüssten wir sogar noch weniger.

Fennessy ist die Autorität für Giraffen überhaupt. Er ist einer der Vorstände der Giraffe Conservation Foundation. Die Giraffen nennt er »Afrikas vergessene Megafauna«. Wir fragten ihn, warum sie seiner Meinung nach übersehen werden. »Die Leute glauben, Giraffen gebe es überall«, sagte er. »Niemand hatte auf dem Schirm, dass etwas mit ihnen nicht in Ordnung sein könnte. Erst in den letzten fünf bis zehn Jahren, als wir ihre Zahlen genauer untersuchten, haben wir sehen können, dass sie, wie so viele Tiere, weniger werden.« Die Hauptschuldigen sind die üblichen Verdächtigen: Habitatverlust, Handel mit Bushmeat. Gerüchte, Giraffenhirn und -knochenmark würden HIV und AIDS heilen, haben die Preise nach oben





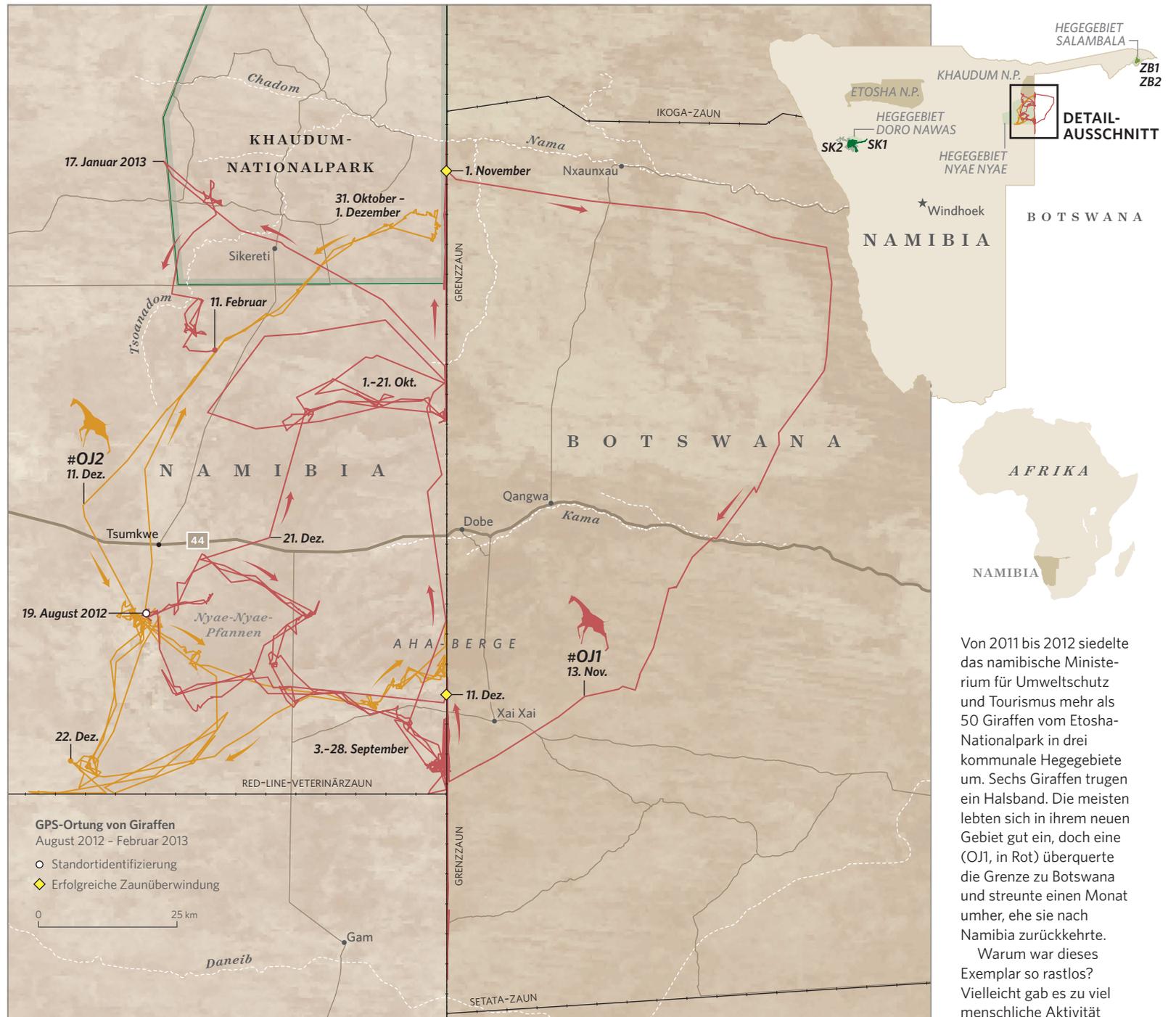
getrieben. Man hört nicht oft, dass Giraffen vom Aussterben bedroht sind, aber das heißt nicht, dass sie das nicht sind. In ganz Afrika ist eine »stille Ausrottung« im Gange. Die Anzahl der Giraffen ist seit 1986 von 153 000 auf 100 000 gesunken, und aus sieben Ländern – das ist ein Viertel ihres früheren Habitats – sind sie verschwunden. Fennessy verwendet GPS-Technologie, um möglichst viele Daten über die Wanderungen von Giraffen zu sammeln, ehe es zu spät ist.

Die erste je mit einem GPS-Sender versehene Giraffe war Chopper. Fennessy legte dem Bullen im Jahr 2000 das Halsband in Namibia an, um herauszufinden, wie Giraffen in trockenen Gebieten überleben (heute erprobt Fennessy auch andere Nutzungsmöglichkeiten für die Tierortungstechnologien). In der Demokratischen Republik Kongo dienen die Halsbänder auch der Polizeiarbeit. Im gesamten Land gibt es nur noch weniger als 40 Giraffen. Daher zog die Regierung Fennessy zurate. In Zusammenarbeit mit African Parks Network (APN) stattete er zehn Giraffen mit GPS-Halsbändern aus und organisierte lokale Tracking-Teams, um sie vor Wilderern zu schützen. Dadurch schufen sie Arbeitsplätze und investierten in die lokale Infrastruktur. In Namibia riet Fennessy der Regierung, Giraffen aus Nationalparks in kleinere, kommunale Schutzgebiete umzusiedeln. Mithilfe der Halsbänder beobachtete er, wie sich die Tiere an ihr neues Habitat anpassten (siehe rechts). Und in Äthiopien konnte APN dank seiner Bemühungen die Grenzen eines neuen Nationalparks überprüfen. »Die Regierung wusste, dass in diesem Gebiet schützenswerte Tierarten lebten«, erzählte er, »und sie zogen einfach eine dicke Linie herum.« Das war wirklich gut gemeint. Leider hielten sich die Giraffen aber nicht daran. Sobald Fennessy und sein Team drei Giraffen mit GPS ausgestattet hatten,

konnten sie sehen, dass die Tiere größtenteils außerhalb des vorgesehenen Gebietes lebten. Giraffen fressen vor allem in der Akazien-Savanne, doch diese Vegetation gab es im vorgeschlagenen Gebiet überhaupt nicht. Die Daten der GPS-Ortung waren eindeutig. Die Grenzen des Parkes mussten verlegt werden.

Fennessy sah Chopper, die erste Giraffe, die er mit GPS-Halsband ausgestattet hatte, im August 2015 wieder. Er lief noch immer in der Wüste umher. Chopper war bei ihrer ersten Begegnung mindestens vier Jahre alt gewesen, daher wusste Fennessy, dass er nun ungefähr 20 sein musste. »Das sind die ersten Langzeitdaten einer einzelnen Giraffe und Informationen über ihr Alter«, erklärte Fennessy. »Eigentlich ist das ziemlich traurig. Wie wenig wir über das größte Lebewesen der Erde wissen. Wenn das schon bei der Giraffe so ist, wie dann erst bei all den anderen Tieren da draußen?«

In diesem Buch geben wir eine Antwort auf diese Frage. Wir haben mit Wissenschaftlern aus aller Welt gesprochen sowie Zeitschriften und Online-Datenbanken durchkämmt, um einige der aktuellsten Studien an Land, zu Wasser und in der Luft zu präsentieren. Nehmen wir beispielsweise Michael Noonans Doktorarbeit über Dachse. Zur Aufzeichnung ihrer unterirdischen Wanderungen konnte er kein GPS verwenden. Stattdessen versuchte er es mit etwas, das die Erde mit höchster Genauigkeit durchdringen kann: einem Magnetfeld. Er stattete jeden Dachs mit einem Halsband aus und baute ein Netz mit unter Strom stehenden Kabeln oberhalb ihres Bausystems auf. Während die Dachse sich unter der Erde von Kessel zu Kessel bewegten, zeichneten die Halsbänder die Veränderungen im Magnetfeld über ihnen auf. Aus dieser Arbeit konnte Noonan schließen, dass Dachse in ihren Bauen wesentlich aktiver sind als bislang



Von 2011 bis 2012 siedelte das namibische Ministerium für Umweltschutz und Tourismus mehr als 50 Giraffen vom Etosha-Nationalpark in drei kommunale Hegegebiete um. Sechs Giraffen trugen ein Halsband. Die meisten lebten sich in ihrem neuen Gebiet gut ein, doch eine (#OJ1, in Rot) überquerte die Grenze zu Botswana und streunte einen Monat umher, ehe sie nach Namibia zurückkehrte.

Warum war dieses Exemplar so rastlos? Vielleicht gab es zu viel menschliche Aktivität oder nicht genügend Futter oder Wasser. Eines jedoch steht fest: Das war die längste Wanderung einer Giraffe, die je aufgezeichnet wurde.

angenommen. Auch wenn er die Halsbänder so einstellte, dass sie alle drei Sekunden eine neue Position aufzeichneten, war das nicht schnell genug, um das Netzwerk aus Gängen zwischen den Kesseln zu erfassen (siehe rechts). Geht man davon aus, dass 60 Prozent der Landsäugetiere Bausysteme nutzen, bietet Noonans Methode eine Möglichkeit, deutlich mehr über das Leben unter der Erde herauszufinden.

Für das Leben unter Wasser besuchten wir den Bio-Logging-Pionier Rory Wilson an der University of Swansea. Als er in den frühen Achtzigerjahren seine Doktorarbeit über das Verhalten afrikanischer Pinguine abschließen wollte, stellte er fest, dass es die Sensoren, die er gebraucht hätte, nicht gab. Also bastelte er selbst welche aus Kork, Stahldraht und Spritzen. Diese Vorläufer der heutigen Clips lieferten die ersten Daten über die Schwimmgeschwindigkeit eines Pinguins und die Entfernungen, die er zur Nahrungsaufnahme zurücklegt. Schließlich wurden seine analogen Sensoren durch digitale ersetzt, doch für heutige Verhältnisse waren sie trotzdem recht primitiv. »Sie hatten keine Speicherkapazität«, sagte Wilson, »wir erfassten also alle 15 Sekunden die Tauchtiefe der Pinguine und hielten das für wahnsinnig cool. Heute erfassen wir die Tauchtiefe 40-mal pro Sekunde.« Wilson betätigt sich noch immer als Erfinder, denn die aktuellen Modelle können mit seinen wachsenden Ansprüchen nie so recht mithalten. Derzeit arbeitet er an Verbesserungen seines »Beakometers« (auf Deutsch »Schnabelmesser«), der erfasst, wie viel ein Pinguin an einem Tag frisst, indem er zählt, wie oft und wie weit er seinen Schnabel öffnet. Wie bei so vielen Pionieren der Biotelemetrie ist Wilsons großartigste Technologie seine eigene Vorstellungskraft.

Die Vorstellungskraft von Paul Hebert umfasst alles von Walen bis Wasserflöhen. Sie umfasst sogar Tierarten, die wir noch gar nicht entdeckt haben. Von den geschätzt zehn Millionen Arten auf unserer Erde wurden weniger als ein Fünftel formal bestimmt und benannt. Hebert möchte sie alle erfassen, aber nicht so, wie Sie vielleicht denken.

Wie wenig wir eigentlich wissen, war ihm bereits in den Siebzigerjahren klar, als er als junger Wissenschaftler die Mottenarten in Papua-Neuguinea erforschte. An einem warmen, regnerischen Abend wanderte er zu einem Bergpass und hängte ein weißes Laken vor ein ultraviolette Licht. Drei Stunden später war das Laken schwarz vor fliegender Insekten. »Wir hatten 3000 bis 4000 Exemplare«, erzählt er. »Ich reiste zurück zum Natural History Museum in London, um sie zu bestimmen, und dann dämmerte mir, dass ich in einer einzigen Nacht in Neuguinea wohl 1000 neue Arten gesammelt hatte. Ich hätte den Rest meines Lebens mit der Beschreibung dieser Arten verbringen können. Also verschenkte ich sie. Ich sagte: ›Ich muss irgendwohin gehen, wo es etwas weniger Arten gibt, damit ich verstehen kann, was zum Teufel da los ist!‹« Hebert verbrachte die nächsten 25 Jahre in der kanadischen Arktis und untersuchte die Ursprünge der Biodiversität, statt sie direkt zu messen. Aber er konnte den Drang, die gesamte Artenvielfalt unserer Erde irgendwie zu katalogisieren, nie ganz abschütteln.

In den Neunzigerjahren wurde DNA-Forschung dank der technischen Fortschritte immer einfacher. Hebert, der in Genetik promoviert hatte, experimentierte ein wenig mit dem Segment einer tierlichen DNA-Sequenz namens »CO1«. »Schon bald sagte ich: ›Mensch, alle haben unterschiedliche Sequenzen, die man wirklich leicht miteinander vergleichen kann.« Wenn nun diese »Bar-

codes«, wie er die COI-Sequenzen nannte, eine Spezies von einer anderen scheiden würden?

Im Sommer 2000 ging er in seinen Garten im südlichen Ontario hinaus und testete die Idee. Er schaltete ein Mottenlicht an, genau wie Jahre zuvor in Papua-Neuguinea. Diesmal war keine der gesammelten Arten neu, aber genau das war seine Absicht. Für einen Beweis dafür, dass man mit DNA-Barcodes Arten präzise bestimmen kann, musste er die Namen der gesammelten Arten bereits kennen. Er sammelte rund 200 Motten und konnte bei allen die DNA analysieren. »Wenn ich in Ontario 200 Mottenarten voneinander unterscheiden kann, dann müsste ich doch auch alle Tierarten unseres Planeten voneinander unterscheiden können, so dachte ich.«

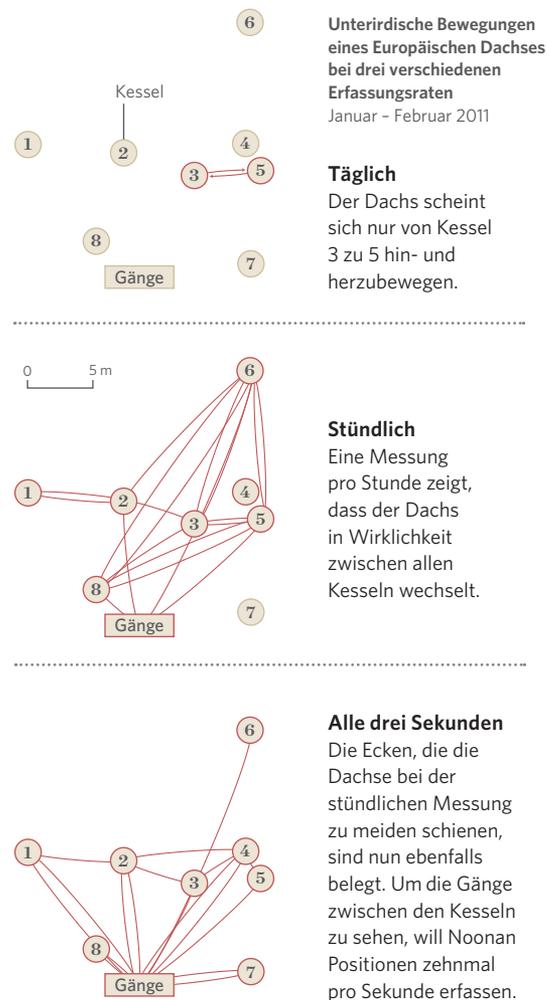
Was in jenem Garten vor 16 Jahren begann, ist mittlerweile das Biodiversity Institute of Ontario, eine Forschungseinrichtung mit einem Budget von mehreren Millionen Dollar an der University of Guelph. Dort erhalten sie Exemplare zur DNA-Analyse von Forschern aus aller Welt, und ihre Online-Datenbank – die Barcode of Life Data System (BOLD) – enthält nun die Codes von mehr als 5 Millionen Exemplaren von 500 000 Arten. (Die Barcodes vieler Arten finden Sie in diesem Buch auf Seite 174.)

Heberts erstes Paper über DNA-Barcoding, das zunächst von Taxonomen, Evolutionsbiologen und wissenschaftlichen Magazinen abgelehnt wurde, wird mittlerweile als Quelle für alle möglichen Studien über Tiere herangezogen. In den letzten zehn Jahren konnten Wissenschaftler genaue Angaben machen, wo Elefanten besonders gewildert werden, indem sie die DNA von beschlagnahmtem Elfenbein mit der DNA von Elefantenmist verglichen; die Kotanalyse zweier Zebraarten in der Serengeti erbrachte, dass beide Arten unterschiedliche Pflanzen fraßen, um gemeinsam im

## Wie viele Daten?

Denken Sie an alle Orte, die Sie an einem Tag aufsuchen. Was, wenn jemand nur wüsste, wo Sie jeden Tag um 11.00 Uhr waren? Welche Schlüsse könnte er daraus ziehen? Das war der Stand der Tier-Telemetrie noch vor wenigen Jahren. Die Lebensdauer einer Batterie war so kurz, Speicherplatz so beschränkt, dass Forscher nur einmal täglich die Position erfassen konnten, wenn überhaupt. Heute, da wir häufiger die Standortdaten aufzeichnen oder die Erfassungsrate aus der Ferne anpassen können, sind wir in der Lage, die Aktivitäten eines Tieres zu jeder Tageszeit zu beobachten.

Wie Michael Noonans Arbeit mit Dachsen zeigt: Je öfter man Positionen erfasst, desto aussagekräftiger werden die Tierbewegungen. Hier stellen Kreise die Kessel eines Dachsbaus dar.

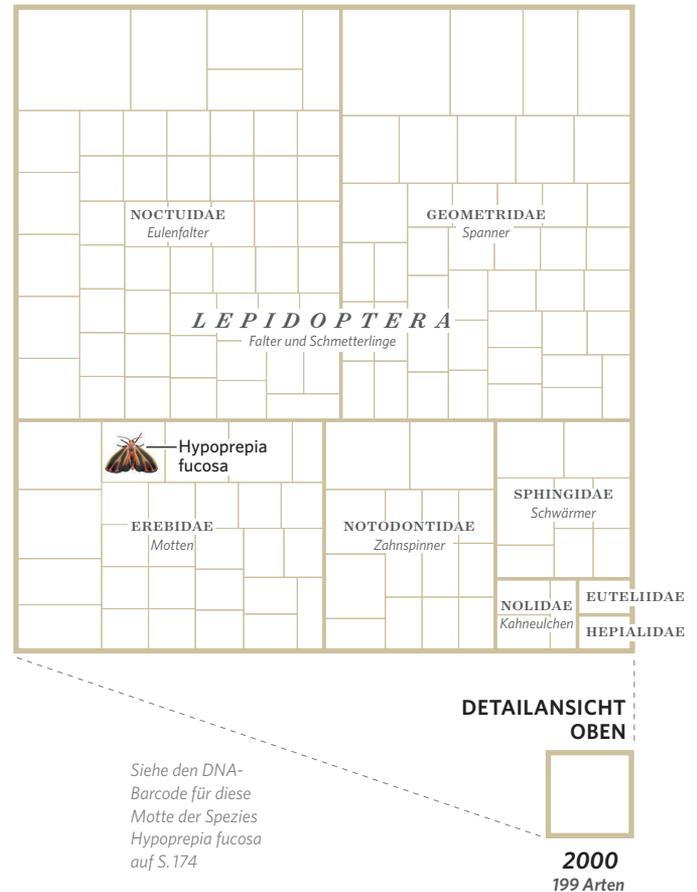


selben Ökosystem zu bestehen; zudem entdeckten sie schwer auffindbare Tiere anhand ihrer DNA in Blutegeln, Zecken und Moskitos, die diese gebissen hatten. Eines Tages könnte DNA-Identifikation sogar Ihren Essentisch erreichen. So könnte man seine Mahlzeit scannen, um sicherzugehen, dass sie auch das ist, wofür man sie hält.

Die Liste der möglichen Anwendungen der BOLD-Datenbank ist lang, aber möglicherweise wird sie ihr ganzes Potenzial nie ausschöpfen. Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist so massiv, dass viele Arten, deren Barcode bereits in der Datenbank ist – und noch mehr Arten, die noch nicht erfasst sind –, in den nächsten Jahrzehnten aussterben könnten. Angesichts einer solchen Katastrophe sollten Biologen mühelos die benötigten Mittel beschaffen können. Doch das ist nicht der Fall. In unseren Gesprächen mit Wissenschaftlern wurde immer wieder eine Analogie angeführt. Hebert fasste sie am besten in Worte:

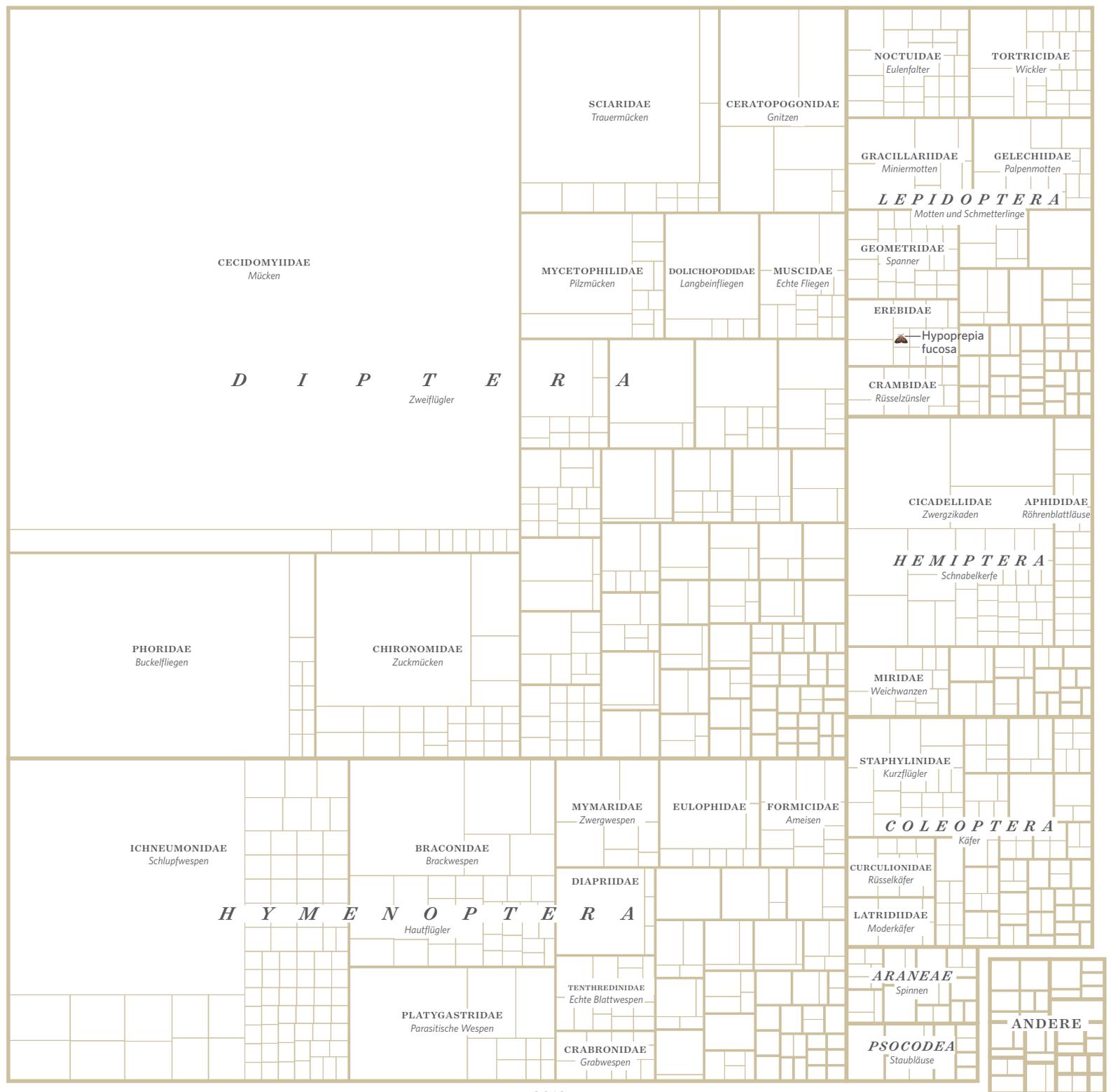
»Sollten Astronomen feststellen, dass ein Sechstel der Sterne in unserem Universum innerhalb der nächsten 50 Jahre erlöschen würden, könnten sie wohl unvorstellbare Mittel mobilisieren, um diese Objekte zu studieren, ehe dies der Fall ist. Doch wir als Biodiversitätswissenschaftler, die wir hier auf diesem Planeten leben und uns absolut sicher sind, dass wir allein in diesem Jahrhundert sehr viele Arten verlieren werden, finden kein Gehör.«

Da so viel auf dem Spiel steht, teilen viele Wissenschaftler ihre mühsam gewonnenen Daten online. Dieser Trend zu »Open Data« hat sich in vielen wissenschaftlichen und staatlichen Bereichen als Kraft zum Wohle der Welt erwiesen. Craig Franklin, wissenschaftlicher Leiter des Steve Irwin Wildlife Reserve in Australien, sieht nur wenige Nachteile: »Wir verwenden die Daten alle



## Biodiversität im Hausgarten

Biodiversitätswissenschaftler schätzen, dass es mindestens 10 Millionen multizelluläre Arten auf der Erde gibt, von denen 1,7 Millionen bereits beschrieben sind. Im Jahr 2000 fragte sich Paul Hebert, ein Biologe von der University of Guelph, wie viele davon wohl in seinem Garten leben. Er stellte eine Insektenfalle auf und identifizierte mittels DNA-Analyse seinen gesamten Fang (oben). In den folgenden zehn Jahren wiederholte Hebert das Experiment einige Male mithilfe seines Teams am Biodiversity Institute of Ontario. »Ich weiß jetzt, dass ich meinen Garten mit 5000 Arten teile«, sagt er. »Und das ist ja erst der Anfang. Wir könnten den ganzen Planeten in 20 Jahren vollständig erfasst haben.«



Relative Vielfalt  
in Paul Heberts Garten  
**ORDNUNG**  
FAMILIE

auf unterschiedliche Weise. Ihre Perspektive wird sich von meiner unterscheiden. Eine klare Angabe, woher die Daten stammen, und korrekte Zitate von Veröffentlichungen stellen das zur Genüge sicher.« Für Franklin liegt der eigentliche Wert darin, welche Möglichkeiten Open Data Nachwuchswissenschaftlern wie Ross Dwyer bietet. Dwyer, der Franklin bei der Markierung von Krokodilen mit Tags hilft (siehe S. 104 f.), teilt seine Daten auf *zooTrack*, einer Internetplattform für Tracking-Daten. Er brennt darauf, Datensätze von »traditionellen« Wissenschaftlern zu untersuchen. »Sie verfügen über Tausende von Tracks, die sie über die Jahre gesammelt haben. Und nun gehen sie in den Ruhestand und nehmen ihre Daten mit.«

Für einige Wissenschaftler ist das Teilen von Daten nicht nur eine Frage der Wissenschaft, sondern der Moral: »Sobald wir ein Tier mit Sendern ausstatten, werden wir für dieses Tier zu Vollstreckern seines Willens«, sagt Mark Johnson von der Forschungsabteilung für Meeressäuger an der University of St Andrews. »Es liegt in unserer Verantwortung, das Richtige zu tun.« Ist ein Wal mit einem Sender ausgestattet, sinkt die Notwendigkeit, andere Wale für denselben Zweck zu taggen, wenn man die Daten teilt. Wie Rory Wilson gerne betont: »Allein das Fangen eines Tieres ist so ungefähr das Schrecklichste, was ihm geschehen kann. Eingeschränkte Bewegungsfreiheit ist für ein wildes Tier entsetzlich. Selbst wenn man es nicht markiert, wenn man es fängt und danach wieder laufen lässt, wird es wochenlang noch Muffensausen haben.«

Wir fragten Iain Douglas-Hamilton, den Gründer von Save The Elephants, was er kritischen Stimmen außerhalb der Bio-Logging-Gemeinde sagt, für die das Markieren grausam und unnatürlich ist. Er antwortete: »Sicher, das Anlegen der Halsbänder ist Stress für die Tiere. Fachgerecht

und mit ausgebildeten Tierärzten durchgeführt, kann der Stress auf ein Minimum reduziert werden. Dennoch bleibt für das Tier ein Restrisiko, doch nach unserer Einschätzung wiegen die verbesserten Überlebenschancen, die sich aus den gewonnenen Daten ergeben, dieses Risiko auf.«

Vor einigen Jahren erkannten Martin Wikelski, Direktor des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Deutschland, und sein langjähriger Mitarbeiter Roland Kays (North Carolina Museum of Natural Sciences), dass sie Tierbewegungen und typische Verhaltensmuster in einer Erhebung miteinander verbinden könnten. 2007 errichteten sie also eine Website namens *Movebank*, auf die Zoologen ihre Daten hochladen, wo sie Karten erstellen und mit anderen teilen können. Online-Datenspeicher gibt es bereits für Stadtdaten, doch dies war der erste, der ausschließlich für Daten von Tieren konzipiert wurde. Offenbar wurde damit eine Lücke geschlossen. Täglich laden Nutzer mehrere Millionen Datenpunkte hoch. Bis August 2016 verfügte die Website über die Tracks von mehr als 550 Arten aus 2400 Studien.

Movebank fordert von den Beitragenden die Einhaltung einiger Standards, die es anderen erleichtert, ihre Daten herunterzuladen und zu nutzen. »Die Inhalte werden kuratiert, damit man sofort mit der Analyse beginnen kann«, sagt Wikelski. Vor allem aber kann Movebank Daten von Peilsendern in Echtzeit empfangen. Damit wurde es die Plattform der Wahl für Wikelskis bisher größtes Projekt: seinen Plan, einen Bio-Logging-Empfänger an der International Space Station anzubringen.

Das unter dem Namen ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space) bekannte Projekt bringt Wildtier-Telemetrie ins All. Wenn es in einigen Jahren an den Start geht,

## Welcher Sender ist der richtige?

In vielen Tiersendern steckt so viel komplexe Elektronik, dass es für Wissenschaftler schwierig ist, selbst Sender zu entwickeln. Daher kaufen viele lieber Sender bei einem Händler. Melinda Holland, CEO von Wildlife Computers, erhält häufig Anfragen nach »möglichst großer Datenkapazität und einem möglichst kleinen Sender mit möglichst langer Lebensdauer, der aber so billig wie möglich ist«. Doch auch die heutige Technologie verlangt den Forschern Entscheidungen ab. Melinda Holland und ihr Team besprechen mit den Wissenschaftlern genau, wie sie ihre Forschungsziele am besten erreichen können. Rechts listen wir auf, welche Technologien in diesem Buch vorkommen.

können die teilnehmenden Wissenschaftler ihre Tiere mit winzigen, solarbetriebenen Sendern ausstatten, die die Daten direkt zur Raumstation übermitteln. Derzeit decken die einzigen Echtzeit-Telemetrie-Systeme relativ kleine Gebiete und wenige Tiere ab. In Wikelskis großer Vision soll ICARUS eine Schaltstation für die gesamte Tierwelt unserer Erde werden. Die praktischen Anwendungsgebiete sind vielfältig, beispielsweise könnte man die Ausbreitung von Krankheiten, die durch Tiere übertragen werden, im Zaum halten oder die Gefahren für bestäubende Insekten evaluieren, von denen unsere Ernten abhängen. Doch es gibt auch noch einen weniger greifbaren Aspekt. Auf einen Blick werden wir sehen können, wie wir – zu Fuß, schwimmend oder fliegend – mit der Tierwelt in einem großartigen, wunderschönen Netz von Spuren verwoben sind.

### SENDERTYPEN IN DIESEM BUCH

#### Akustisches Tracking

Diese Sender geben einen Laut von sich, der von Empfängern an der Küste, an Flussufern und in Bojen auf dem Meer erkannt wird. Die Empfänger zeichnen auf, wenn ein Tier mit Sender vorbeikommt, sie können jedoch nicht bestimmen, wo dieses Tier zuvor war oder wohin es geht. Da Klang unter Wasser gut übertragen wird, sind akustische Sender in der Meeresforschung recht beliebt.

#### Argos (satellitengestütztes Tracking)

Ein Satellitensender sendet ständig Nachrichten in kurzen Impulsen. Wenn einer der sechs Argosatelliten über ihm passiert, empfängt er die Signale des Senders. Der Satellit kann dann den Sender mit dem Dopplereffekt und seiner eigenen Geschwindigkeit und Position bis auf wenige hundert Meter lokalisieren und diese Daten zur Verarbeitung zurück zur Erde senden.

#### GPS-Tracking

Im Unterschied zu Argosendern senden GPS-Clips nicht. Sie erfassen und speichern auf den Meter genau Positionen anhand der Signale von mindestens drei von 30 Satelliten des »Global Positioning Systems«. Die Daten müssen dann manuell geborgen werden. GPS hat einen höheren Batterieverbrauch als Argos, die Clips oder Tags halten also mög-

licherweise nicht so lange. Viele Forscher nehmen diese Nachteile jedoch für die Details des GPS-Systems gerne in Kauf.

#### Lichtempfindliche Sender

Die auch als Geolokatoren bekannten Sender sind bei Ornithologen beliebt, da sie klein genug für viele Vogelarten sind. Sie bestimmen anhand von Lichtintensität, wann die Sonne auf- und untergeht. Ausgehend von diesen Daten können die Forscher den ungefähren Breitengrad anhand der Länge des Tages berechnen und den Längengrad anhand des »wahren Mittags« zwischen Sonnenauf- und -untergang. Was den lichtempfindlichen Sendern an Genauigkeit fehlt, machen sie durch ihre Langlebigkeit wieder wett.

#### Funkpeilung

Bei dieser Methode, die seit den Sechzigerjahren häufig verwendet wurde, trägt das Tier einen Transmitter, der Funkwellen sendet. Forscher können diese mit einer Antenne oder einem Receiver empfangen und das Tier dann anhand der Signalstärke orten oder ihm folgen.

#### Andere Sensoren

Zusätzlich zu Ortungssensoren können Wissenschaftler Clips auch mit Thermometern zur Temperaturmessung ausstatten.

### METHODEN ZUR DATENABFRAGE

#### Manuelle Datenrückgewinnung

Für diese Lowtech-Lösung muss der Wissenschaftler wieder ins Gelände gehen, den Clip finden und die darauf gespeicherten Daten herunterladen. Entweder muss dafür das Tier erneut gefangen werden, oder der Clip hat einen automatischen Ablösemechanismus. Einige Unterwasser-Clips beispielsweise lösen sich von selbst, schwimmen an die Oberfläche und senden ein Funksignal aus, mit dessen Hilfe Wissenschaftler sie lokalisieren können. Manchmal stellen Forscher Fischern eine Belohnung für wiedergefundene Clips in Aussicht.

#### Datenübermittlung

Clips, die Daten über Satellit oder Mobilfunknetz senden, liefern Wissenschaftlern Daten beinahe in Echtzeit. Allerdings funktionieren solche Systeme nicht unter Wasser oder in Funklöchern. Daher werden die Daten im Clip (on-board) gespeichert, bis eine Verbindung hergestellt werden kann. Wenn die Datenübertragungsrate eine Rolle spielt, können Wissenschaftler sich für eine zweifache Lösung entscheiden: Was möglich ist, entnehmen sie den gesendeten Daten. Den vollständigen Datensatz laden sie dann herunter, sobald sie den Clip zurückhaben.