SPEKTROGRAMM

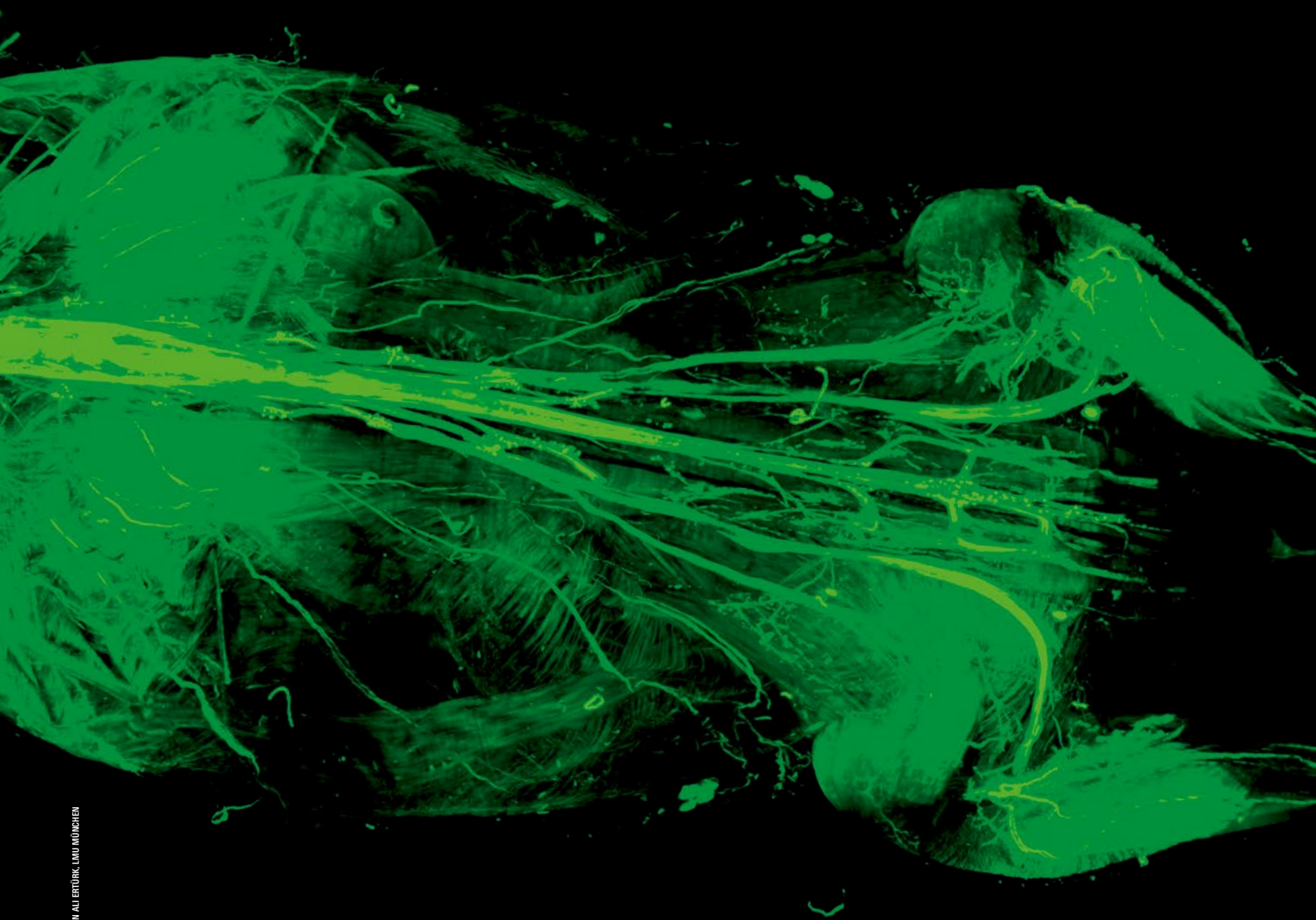
ERT.URKLAB. MIT FRDL. GEN. VON ALI ERTÜRK, LMU MÜNCHEN

DURCHLEUCHTETE MAUS

In den vergangenen Jahren haben Wissenschaftler immer bessere Methoden entwickelt, um ins Innere von toten Tieren zu blicken. Beispielsweise entfernen sie bei Mäusen die Hautpigmente und Licht absorbierende Fette, wodurch die Körper durchsichtig werden. Die Tiere sind in der Regel genetisch so manipuliert, dass sie fluoreszierende Proteine gebildet haben, deren Leuchten sich im Mikroskop erkennen lässt. Jedoch ist dieses oft nur sehr schwach.

Ein Team um Ali Ertürk vom Klinikum der Universität München hat nun ein Verfahren entwickelt, das diese Schwächen ausbügelt. Die vDISCO genannte Technik verwendet unter Druck eingebrachte spezielle Antikörper, die besonders klein sind (»Nanobodies«) und sich jeweils an zellspezifische Proteine anheften, beispielsweise solche für Nervengewebe. Das resultierende Fluoreszenzsignal ist so stark, dass selbst feinste Details im Nervensystem der Maus sichtbar werden.

bioRxiv 10.1101/374785, 2018



ERTURKLAB; MITTRDL. GEN. VON ALI ERTÜRK, LMU MÜNCHEN

ARCHÄOLOGIE
STEINZEITKUNST AUS BORNEO

Malereien aus Indonesien könnten älter sein als vergleichbare Steinzeitkunst des *Homo sapiens* in Europa. Darauf deutet das Bild von rinderartigen Tieren in der Höhle Lubang Jeriji Saléh im Osten der Insel Borneo hin. Archäologen haben die Zeichnung bereits in den 1990er Jahren entdeckt. Nun hat ein Team um Maxime Aubert von der Griffith University in Australien sie genauer als zuvor datiert und kommt auf ein Mindestalter von 40 000 Jahren. Andere Funde aus der Region könnten sogar noch früher entstanden sein, berichten die Forscher.

Damit sind die Höhlenmalereien auf Borneo möglicherweise älter als die ersten Figurenkunstwerke des *Homo sapiens* aus Europa. Die berühmten Wandgemälde aus der französischen Grotte de Chauvet kommen beispielsweise auf höchstens 37 000 Jahre. Auch Statuetten aus Mammutelfenbein von der Schwäbischen Alb wie der Löwenmensch vom Hohlenstein-Stadel entstanden wohl vor rund 40 000 Jahren.

Ob sich unsere Vorfahren auf Borneo, das damals noch zum eurasischen Festland gehörte, wirklich vor ihren europäischen Verwandten künstlerisch betätigten, müssen weitere Studien zeigen. Bei vielen Felsmalereien ist das genaue Alter noch unbekannt, es könnte also immer wieder Überraschungen geben.

Das Team um Aubert konnte das Bild aus Lubang Jeriji Saléh nun dank Kalkablagerungen, die sich über und unter der Farbe gebildet haben, genauer eingrenzen. Anhand des Mengenverhältnisses der im Kalk eingelagerten radioaktiven Uranisotope zu deren Zerfallsprodukt Thorium ermittelten die Forscher ein Mindest- und ein Höchstalter der Malerei.

Den Altersrekord für figürliche Steinzeitkunst hält derweil nach wie vor ein Tierbild aus der spanischen Höhle La Pasiega. Es soll 65 000 Jahre alt sein, stammt damit aber vermutlich von Neandertalern (**Spektrum** April 2018, S. 8).

Nature 10.1038/s41586-018-0679-9, 2018

LUC-HENRI FAGE

Das Gemälde auf Borneo zeigt rinderartige Tiere.

KOSMOLOGIE
UMBENENNUNG DES HUBBLE-GESETZES

Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat sich für die Umbenennung eines der Meilensteine der Kosmologie ausgesprochen: Das so genannte Hubble-Gesetz steht für die empirische Erkenntnis, dass sich das Weltall immer weiter ausdehnt. Seine bisherige Bezeichnung verdankt es dem US-Astronomen Edwin Hubble (1889–1953), der 1929 beobachtete, dass sich weiter entfernte Galaxien mit größerer Geschwindigkeit von uns wegbewegen als näher gelegene (siehe **Spektrum** Juli 2018, S. 12).

Hubble war jedoch nicht der Einzige, der vor rund 90 Jahren zu diesem Schluss kam. Bereits 1927 hatte der belgische Priester und Astronom Georges Lemaître (1894–1966) entdeckt, dass die Feldgleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie einen sich ausdehnenden Kosmos zulassen. Lemaître sah diese Expansion – die dem damaligen Weltbild eines statischen Universums widersprach – auch in Beobachtungsdaten bestätigt.

Lemaître veröffentlichte seine Theorie jedoch in einer wenig beachteten Brüsseler Fachzeitschrift, und noch dazu auf Französisch. Erst 1931, als er die Arbeit auf Englisch übersetzte, nahm die internationale Fachwelt davon Notiz. Lemaître ließ bei der Übersetzung jedoch einen Absatz aus, der die Bedeutung seiner Entdeckung verdeutlichte, offenbar aus Beschei-

SCIENCE PHOTO LIBRARY

SCIENCE PHOTO LIBRARY

Bisher gilt den meisten Edwin Hubble (rechts) als Entdecker des expandierenden Universums. Dabei gelangte Georges Lemaître (links) bereits Jahre vor ihm zu der Erkenntnis, dass sich das All ausdehnt.

denheit. Die Relation zwischen Entfernung und Fluchtgeschwindigkeit der Galaxien wurde daher fortan nur mit Hubbles Namen verknüpft.

Die IAU will diese historische Ungerechtigkeit nun geraderücken. Sie hat daher eine Online-Umfrage durchgeführt, an der 4060 ihrer rund 11 000 stimmberechtigten Mitglieder teilnahmen. 78 Prozent votierten dafür, künftig vom Hubble-Lemaître-Gesetz zu sprechen. Offen ist, ob sich alle Astronomen daranhalten werden. 2006 hatte die IAU entschieden, Pluto nicht länger als Planet zu bezeichnen, was bei einigen Himmelsforschern bis heute auf Widerstand stößt.

IAU-Pressemitteilung, Oktober 2018

ORNITHOLOGIE
DAS GEHEIMNIS DES ATLANTISVOGELS

Bis nach Brasilien sind es 3500 Kilometer, bis nach Südafrika 2800. Damit gehört die im Atlantik gelegene Inaccessible Island zu den am weitesten vom Festland entfernten Inseln der Erde. In der Nähe befinden sich nur weitere kleine Eilande, die zu Großbritannien gehören. Aber hier existiert die kleinste flugunfähige Vogelart der Welt. Wie die Atlantisralle *(Atlantisia rogersi)* auf die abgelegene Insel gelangt ist, beschäftigt Biologen seit rund 100 Jahren.

Bereits 1923 beschrieb der damalige Kurator der Vogelsammlung des British Museum for Natural History Percy Lowe (1870–1948) die Vogelgattung und gab ihr den Namen Atlantisia. Er nahm an, die Vorfahren der Tiere seien über eine in der Zwischenzeit im Meer versunkene Landbrücke nach Inaccessible gekommen. Dagegen sprechen aus heutiger Sicht jedoch geologische Erkenntnisse: Die Insel ist erst drei bis sechs Millionen Jahre alt und entstand durch einen mittlerweile erloschenen Vulkan, der nie kontinentale Anbindung besaß.

Die sperlinggroßen Vögel mussten also entweder damals noch flugfähig gewesen sein oder auf Treibgut das Meer überquert haben. Aber von woher kamen sie? Martin Stervander von der schwedischen Universität Lund und seine Kollegen haben nun die DNA der Atlantisrallen mit verwandten Spezies aus Afrika und Amerika verglichen. Das Ergebnis spricht dafür, dass die Insulaner vom Fleckensumpfhuhn *(Porzana spiloptera)* aus Südamerika abstammen. Ihre Vorfahren besiedelten wahrscheinlich vor rund 1,5 Millionen Jahren die Insel.

Die Analyse offenbarte zudem, dass beide Arten bisher einer falschen Gattung zugeordnet wurden – sie gehören eigentlich zum Genus Laterallus, dessen Mitglieder überwiegend kleine, eher düster gefärbte Kranichvögel sind, die schlecht fliegen können. Die Atlantisralle verlor diese Eigenschaft offenbar komplett, als sie sich an die Umweltbedingungen auf Inaccessible anpasste. Dort drohen starke Winde die kleinen Vögel aufs Meer hinauszuwehen; gleichzeitig fehlen Fressfeinde, vor denen sie wegfliegen müssten.

Mol. Phylogenet. Evol. 130, S. 92–98, 2019

PETER G. RYAN, UNIVERSITY OF CAPE TOWN

Die Atlantisralle kann nicht fliegen. Wie gelangte sie auf eine abgelegene Insel im Südatlantik?

BOTANIK
HERKUNFT DER KAKAOPFLANZE

Bisher verorteten Experten den Ursprung von Kakao in Mittelamerika. Demnach soll die Kultur der Olmeken, die vor 4000 Jahren im heutigen Mexiko lebte, die begehrte Pflanze *Theobroma cacao* als erstes kultiviert haben. Neue archäologische Funde aus Santa Ana-La Florida im Südwesten Ecuadors sprechen jedoch dafür, dass das Genussmittel bereits sehr viel früher in Südamerika angebaut wurde. Eine Arbeitsgruppe um Sonia Zarrillo von der University of Calgary hat dort auf 5300 Jahre alten Keramikscherben unter anderem das für Kakaobohnen typische Alkaloid Theobromin sowie DNA-Fragmente der Kakaopflanze entdeckt.

Andere Funde aus Santa Ana-La Florida deuten auf Handelsbeziehung mit der Pazifikküste hin. Vermutlich sei *Theobroma cacao* vom Amazonas aus nach Mesoamerika gelangt, argumentieren die Wissenschaftler. Dafür spreche auch, dass es im Regenwald Ecuadors die größte genetische Vielfalt an Kakaopflanzen gibt: In einigen Gebieten wachsen dort bis zu elf verschiedene *Theobroma*-Arten.

Von Maya und Azteken ist bekannt, dass sie aus den Bohnen der Pflanze Getränke zubereiteten, welche die Stammeseliten bei religiösen Festen zu sich nahmen. Die Bohnen dienten daneben als Zahlungsmittel. Im prähistorischen Santa Ana-La Florida scheinen aber auch andere Teile der Kakaopflanze verwendet worden zu sein. Noch heute behandeln indigene Volksgruppen in Ecuador mit den Blättern oder der Rinde Krankheiten.

Nat. Ecol. Evol., 10.1038/s41559-018-0697-x, 2018

ASTROPHYSIK
RITT ÜBER DEN EREIGNISHORIZONT

Astrophysiker haben Gaswolken aufgespürt, die mit einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit um das Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße kreisen. Sie erreichen damit unvorstellbare 360 Millionen Kilometer pro Stunde und würden in einer Sekunde zweieinhalbmal um die Erde flitzen.

Wenn Gaswolken (blau) um ein Schwarzes Loch kreisen, geben sie manchmal Infrarotlicht ab (rot), wie diese Simulation zeigt.

ESO/GRAVITY CONSORTIUM/L. CALÇADA (WWW.ESO.ORG/PUBLIC/GERMANY/IMAGES/ESO1835A) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/LEGALCODE)

Das Schwarze Loch namens Sagittarius A*, das Wissenschaftler in der Mitte unserer Galaxie vermuten, bringt Schätzungen zufolge vier Millionen Mal mehr Masse auf die Waage als unsere Sonne. Es ist von einer Scheibe aus heißem Gas und Staub umgeben, von der Teile immer wieder in das Schwarze Loch rutschen. Manche Bereiche der Scheibe kreisen hingegen noch in sicherem Abstand um das Gravitationsmonster und können sich dessen Sog gerade so widersetzen.

Die Forscher um Reinhard Genzel vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching haben nun Strahlung aufgefangen, die besonders heiße Gasklumpen auf einem solchen Orbit immer wieder in Richtung Erde aussenden. Diese Hotspots entstehen vermutlich, wenn sich die Magnetfelder der Gas- und Staubscheibe von einem Moment auf den anderen neu anordnen. Dadurch werden Elektronen nach außen geschleudert, wobei sie große Mengen Infrarotlicht abgeben.

Genzel und seine Kollegen haben im Sommer 2018 drei solcher Ausbrüche im Umfeld von Sagittarius A* beobachtet. Die Position der Strahlungsquellen verschob sich dabei jeweils binnen einer halben Stunde um 120 millionstel Bogensekunden. Das lasse sich am besten durch heiße Gasklumpen erklären, die mit einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit einen halben Orbit um das Schwarze Loch zurücklegen.

Möglich wurde die besondere Beobachtung durch das Zusammenschalten von vier Acht-Meter-Teleskopen der Europäischen Südsternwarte auf dem Cerro Paranal in Chile. Im Rahmen dieses GRAVITY-Projekts können Forscher das Zentrum der Milchstraße wesentlich detaillierter betrachten als bisher (siehe **Spektrum** Oktober 2018, S. 8).

A&A 618, L10, 2018

Pando-Pappelwald im US-Bundesstaat Utah.

USDA / FISHLAKE NATIONAL FOREST / J. ZAPELL

ÖKOLOGIE

BERÜHMTER PAPPELWALD IN GEFAHR

Er besteht aus 47000 genetisch identischen Bäumen, wiegt 6000 Tonnen und erstreckt sich auf einer Fläche so groß wie das Münchner Oktoberfest: Ein Pando (von lateinisch pandere, ausbreiten) genannter Zitterpappelwald im US-Bundesstaat Utah gilt als das größte und schwerste Lebewesen der Erde. Doch dem Organismus gehe es schlecht, warnen Paul Rogers und Darren McAvoy von der Utah State University. Seit 30 bis 40 Jahren kämen kaum noch neue Ableger des Baums empor. Das folgern die Forscher aus langen Beobachtungsreihen auf insgesamt 65 Testflächen sowie der Auswertung von Luftaufnahmen aus den vergangenen sieben Jahrzehnten.

Die Amerikanische Zitterpappel *(Populus tremuloides)* bildet ein ausgedehntes Wurzelgeflecht, aus dem immer wieder neue Schösslinge des Mutterbaums hervorsprießen. Den Forschern zufolge gefährden vor allem Pflanzenfresser wie der Maultierhirsch *(Odocoileus hemionus)* dieses Wachstum. Die Tiere grasen die jungen Bäume im großen Stil ab. Sie nähmen in dem Wald überhand, weil die Bestände von Bären, Wölfe, Pumas und anderen Raubtieren in der Region drastisch dezimiert wurden, so die Forscher.

Zwar haben Naturschützer Teile des Waldes eingezäunt. Aber der Versuch gilt im Großen und Ganzen als gescheitert, da Hirsche immer wieder niedrige Passagen der Zäune überspringen oder sich durch Lücken zwängen. Rogers und McAvoy fordern daher ein Umdenken, um Pando zu retten, dessen Wurzelsystem vermutlich viele tausend Jahre alt ist.

Eine erste Maßnahme könne sein, wieder Raubtiere in die Region einwandern zu lassen. Im Yellowstone-Nationalpark führte unter anderem die Ansiedlung von Wölfen dazu, dass sich Auwälder erholten. Hirsche, die bevorzugt das weiche Holz der jungen Bäume fraßen, mieden dadurch die Gebiete.

PLoS One 13, e0203619, 2018

Spektrum PLUS+

DIE VORTEILSSEITE FÜR ABONNENTEN

Exklusive Vorteile und Zusatzangebote für alle Abonnenten von Magazinen des Verlags **Spektrum** der Wissenschaft

- Download des Monats im Januar: **Spektrum** KOMPAKT »Robotik«
- **8.2. 2019, 19:00 Uhr** Science-Talk »CRISPR – Kann man das essen?«, Kassel
- **16.2. 2019, 10:00 Uhr** Laborkurs »CRISPR – Do it yourself«, Kassel
- **20.2. 2019, 18:30 Uhr** Science-Café mit einem Science-Slam und anschließender offener Diskussion, Kassel

Spektrum.de/plus

Spektrum LIVE 2019

VERANSTALTUNGSREIHE DES VERLAGS SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Heidelberg, 20.2. 2019, 18:00 Uhr
Vortrag zum Thema »Vogelsterben: Kehrt der stumme Frühling wieder?«

Heidelberg, 22.2. 2019, 10:00 Uhr
Schreibwerkstatt

Frankfurt, 15.3. 2019, 16:30 Uhr
»Pasta, Pomodore, Parmigiano: Physik pur«. Pasta aus wissenschaftlich-kulinarischer Sicht wird hier theoretisch und praktisch behandelt.

Abonnieren Sie unseren Newsletter und Sie verpassen keinen Termin! www.spektrum.de/newsletter

Spektrum.de/live

UNSPLASH / TAO YUAN (https://unsplash.com/photos/DvMRYghfAzY)