

SPEKTROGRAMM

LEBEN IM TOD

► Das Foto wirkt wie aus dem Sciencefiction-Horrorfilm »Alien«, doch stammt es aus dem peruanischen Regenwald. Es zeigt Fruchtkörper eines parasitären Pilzes, die aus dem Körper einer toten Fliege wachsen. Roberto García-Roa von der schwedischen Universität Lund hat damit den ersten Preis beim »BMC Ecology and Evolution«-Fotowettbewerb gewonnen.

Sporen so genannter Zombie-Pilze, etwa der Gattung *Ophiocordyceps*, infizieren Insekten und andere Gliederfüßer und beeinträchtigen deren Nervensystem. Die Tiere wandern dann quasi fremdgesteuert an einen Ort, der für das Wachstum des Pilzes günstig ist, und sterben. Der Pilz durchwuchert den Kadaver und bildet Fruchtkörper, die Sporen ausstoßen, um neue Tiere zu infizieren.

BMC Ecology and Evolution 10.1186/s12862-022-02049-y, 2022



PALÄONTOLOGIE LÖWENGROSSER OTTER STREIFTE DURCH ÄTHIOPIEN

► Verglichen mit seinen heutigen Verwandten war *Enhydriodon omoensis* ein Riese. Der vor Jahrmillionen ausgestorbene Otter erreichte die Größe eines Löwen und wog auch so viel: rund 200 Kilogramm. Hinsichtlich der Schulterhöhe übertraf er den südamerikanischen Riesenotter um das Doppelte. Der Paläontologe Kevin Uno vom Lamont-Doherty Earth Observatory und sein Team haben die Fossilien des gigantischen Tiers ausgegraben und untersucht.

E. omoensis lebte von vor etwa 3,5 bis vor 2,5 Millionen Jahren. Sein Artname leitet sich vom Fundort im unteren Omo-Tal im Südwesten Äthiopiens her. Der Otter fraß offenbar vor allem terrestrische Beutetiere. Seine Größe und sein Gewicht ließen sich aus den gefundenen Zähnen und Oberschenkelknochen abschätzen.

Sehr große Otterarten kennt man aus der Zeit von vor sechs bis vor zwei Millionen Jahren. Sie streiften durch Europa, Asien und Afrika. Doch keine von ihnen erreichte die Ausmaße von *E. omoensis*.

Für unsere Vorfahren stellte der Riese womöglich eine direkte Bedrohung dar; zumindest sind in seiner Fundregion auch Homininen aus der Gattung *Australopithecus* nachgewiesen, die auf das gleiche Alter datieren. Otter-Arten, die mit *E. omoensis*

verwandt sind, leben amphibisch und ernähren sich von Weichtieren, Schildkröten, Krokodilen, Welsen und anderer aquatischer Beute. Es lag nahe, dies ebenso für den ausgestorbenen Giganten anzunehmen. Doch die relativen Mengen stabiler Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope in seinem Zahnschmelz lassen anderes vermuten. Sie ähneln nicht denen fossiler

Flusspferde oder anderer wasserbewohnender Tiere, sondern denen von Landsäugetern – insbesondere von zeitgleich lebenden Großkatzen und Hyänen. Der gewaltige Otter ernährte sich demnach überwiegend von tropischen Pflanzenfressern. Warum er ausstarb, bleibt zu klären.

Comptes Rendus Palevol 10.5852/
cr-palevol2022v21a30, 2022

GRÖSSENVERGLEICH *Enhydriodon omoensis* übertraf alle heutigen Otterarten (Tiersilhouetten). Für unsere Vorfahren war er möglicherweise eine Bedrohung; zeitgleich mit ihm lebten Homininen aus der Gattung *Australopithecus* (links). Ganz links: Größe eines heutigen Menschen.



SABINE RIFAUT, CAMILLE GROHE / PALEVOPTIM / CNRS, UNIVERSITÉ DE FORTIERS
ILLUSTRATION OF AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS BY ENCICLOPEDIA BRITANNICA

GEOLOGIE NACH DEM CHICXULUB-EINSCHLAG BEBTE ES MONATELANG

► Der Einschlag des Chicxulub-Asteroiden vor 66 Millionen Jahren löste vermutlich monatelange Erdbeben aus. Das hat eine Studie des Geologen Hermann Bermúdez von der Montclair State University und seinem Team ergeben.

Bereits bekannt ist, dass der Impakt globale Folgen hatte: Die extreme Druck- und Hitzewelle und der Trümmerregen löschten weithin jedes Leben aus; gigantische Tsunamis

jagten um den Erdball; Ruß und Staub in der Atmosphäre verursachten einen jähen Temperatursturz. Hinzu kamen gewaltige Erdbeben, die den Berechnungen von Bermúdez & Co zufolge insgesamt eine Energie von 10^{23} Joule freisetzten – fünf Milliarden Mal so viel wie die Hiroshima-Atombombe.

Das Team hat Ablagerungen in der Kreide-Paläogen-Grenzschicht im Gestein verschiedener Fundorte untersucht. Dort lassen sich glasartige

Kügelchen nachweisen, die während des Einschlags durch hohen Druck und starke Hitze entstanden. Eingebettet sind sie in abgelagertem Material mit typischen Erschütterungsspuren, etwa Brüchen und Verformungen. Diese Spuren setzen sich in der Grenzschicht mehrere Zentimeter weit nach oben fort, was darauf hindeutet, dass die Beben monatelang anhielten.

Pressemitteilung der Geological Society of America, 06.10.2022

PHYSIK

SUPERHARTES MINERAL LONSDALEIT ENTSTAND BEI METEORITENEINSCHLÄGEN

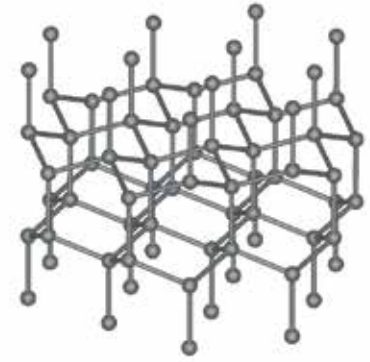
► Gewaltige Meteoriteneinschläge, die Zwergplaneten zerstörten, könnten einen der härtesten Stoffe im Universum hervorgebracht haben. Das postuliert ein Team um den Geowissenschaftler Andrew G. Tomkins von der Monash University. Die Hypothese erklärt, warum Ureilite – eine Untergruppe der Steinmeteorite – eine besondere Mischung aus Graphit, Diamant und dem Mineral Lonsdaleit enthalten. Laut den Forschern könnte dieses Gemenge entstanden sein, als der Druck im Zwergplaneten infolge seiner Zerstörung abrupt abfiel. Möglicherweise lässt sich das in der industriellen Fertigung simulieren, um Lonsdaleit künstlich herzustellen.

Lonsdaleit oder »hexagonaler Diamant« ist eine seltene Modifikation des Kohlenstoffs. Er besitzt eine hexagonale Kristallstruktur und kann prinzipiell bis zu 60 Prozent härter sein als Diamant. Normalerweise entsteht er bei Meteoriteneinschlägen durch extreme Stoßwellen. Man kann die Bedingungen eines solchen Aufpralls

im Labor simulieren; dabei entstandene Kristalle weisen jedoch viele Strukturfehler auf und erreichen nicht ihre theoretisch mögliche Härte. Trifft die Hypothese von Tomkins und seinem Team zu, gibt es aber noch einen anderen Weg, das Mineral zu erzeugen. Dann wären es nicht Druckwellen, sondern chemische Prozesse, die den Stoff hervorbringen.

Ureilite sind vermutlich Trümmer aus dem tiefen Mantelgestein von Zwergplaneten. Als die Himmelskörper bei Meteoriteneinschlägen zerstört wurden, sanken im plötzlich frei gelegten Mantelmaterial der Druck und die Temperatur rapide ab. Dadurch perlt flüchtige Stoffe wie Wasserstoff, Methan, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff aus und zersetzten sich an Mineraloberflächen, wobei Kohlenstoff in verschiedenen Modifikationen abgeschieden wurde. Je nach Bedingungen entstanden dabei andere Produkte.

Brocken, die ins All geschleudert wurden, bekamen lediglich feine



MICHAEL STRÖCK (NIST/DECK) / COMMONS WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:LONSDALEITE_STRUCTURE.PNG / CC BY-SA 3.0 (CREATIVE COMMONS ORG/LICENSING/RYSA3.0/LEGALCODE)

SELTENER STOFF Lonsdaleit hat eine hexagonale Kristallstruktur.

Diamantkristalle mit, weil die Reaktionen kurz und unter geringem Druck abliefen. In den Bereichen des Mantels aber, die im restlichen Zwergplaneten verblieben, lagen unter hohen Drücken und Temperaturen überkritische Lösungen vor – ein Zustand jenseits von Gas und Flüssigkeit. Dort wandelte sich Graphit in Lonsdaleit um. Später fiel der Druck so weit ab, dass die überkritischen Lösungen zu kohlenstoffreichen Gasen wurden. Diese bildeten um die Lonsdaleit-Kristalle eine Hülle aus Graphit und Diamant.

PNAS 10.1073/pnas.2208814119, 2022

PHYSIOLOGIE

WARUM WALE BEIM ABTAUCHEN KEINEN HIRNSCHLAG BEKOMMEN

► Pottwale können bis zu 1000 Meter tief tauchen, Cuvier-Schnabelwale sogar bis 3000 Meter. Dabei gleiten die Tiere mit dem kraftvollen Schlag ihrer Schwanzflossen hinab, der jedes Mal starke Druckwellen durch ihren Körper schickt. Gleichzeitig müssen sie die Luft anhalten, was die Kompressionskräfte im Organismus noch erhöht. Dennoch erleiden ihre Blutgefäße und ihr Gehirn keinen Schaden. Der Biologe Robert Shadwick von der University of British Columbia und sein Team haben herausgefunden, warum.

Die Wale verfügen in ihrem Schädel über ein besonderes Netz an Blutgefäßen, das so genannte Rete mirabile: ein Geflecht feinsten Adern, die aus einer Arterie abzweigen und sich

später wieder zu einer solchen vereinigen. Es wurde bereits im 17. Jahrhundert entdeckt und kommt ebenso bei anderen Säugetieren vor, etwa im Bereich der Nieren. Bei den Großwalen war seine Funktion lange Zeit unklar.

Shadwick & Co. haben ein Computermodell entwickelt, mit dem sie die Druckschwankungen im Walkörper und deren Folgen für das Gefäßsystem simulieren können. Das Modell basiert auf physiologischen Daten elf verschiedener Spezies – vom Tümmler bis zum Großwal. Laut den Modellrechnungen spielt das Rete mirabile eine entscheidende Rolle: Es hält den Blutdruck im Gehirn konstant, ohne dass die Wale hierzu ihre Schwanzschläge abschwächen müssten.

Das feine Adergeflecht leitet das Blut weiter und nimmt dabei die Druckwellen aus den Arterien auf, wobei sich die Kräfte großflächig auf die Gefäßwände verteilen. Das glättet die Pulse des Blutstroms, ohne ihn dabei einzuschränken. Auf diese Weise wirkt das Rete mirabile wie ein schützender Stoßdämpfer: Es bewahrt das Gehirn vor übermäßig starken Kompressionen. Laut den Simulationen mindert das Adernetz die Druckpegelspitze, die ein Schwanzschlag verursacht, um mehr als 90 Prozent. Das reicht offensichtlich, um kilometertief zu tauchen, ohne dass es zum Hirnschlag kommt.

Science 10.1126/science.abn331, 2022

ASTRONOMIE SPUREN GIGANTISCHER FLUTEN AUF DEM MARS

► Eine der bekanntesten Marsregionen ist womöglich von riesigen Überschwemmungen heimgesucht worden. Darauf deuten Radardaten des chinesischen Marsrovers Zhurong hin. Wie ein Team um Chao Li vom Institut für Geologie und Geophysik der Chinesischen Akademie der Wissenschaften berichtet, befindet sich im Untergrund der Tiefebene »Utopia Planitia« ein mehr als 70 Meter dicker Stapel zweier separater Sedimentschichten. Sie entstanden wahrscheinlich bei Flutereignissen, die mitgeführtes Material ablagerten.

Seit Jahren spekulieren Fachleute, ob Utopia Planitia einst einen Ozean beherbergte. In der Region gibt es dutzende Kilometer große Vielecke, die beim Zusammensacken von Schlamm- und Schlammschichten unter Wasser entstanden sein könnten. Kegelförmige Landformen dort interpretieren Experten als mögliche Reste von Schlammvulkanen. Manche Fachleute wollen sogar Spuren ehemaliger Küsten erkennen. Bis heute ist das



ABFAHRBEREIT
Der Marsrover Zhurong, kurz bevor er vom Landemodul rollte (Illustration).

CHINESE SASTIND VIA XINHUA / AP PHOTO / PICTURE ALLIANCE

Gebiet reich an Eis und Landschaftsformen, die damit in Verbindung stehen.

Der Rover Zhurong trägt ein Radarsystem, das unterirdische Strukturen bis in 100 Meter Tiefe abbildet. Während er auf dem Roten Planeten umherfuhr, wobei er etliche hundert Meter Wegstrecke zurücklegte, hat er damit immer wieder Messungen durchgeführt. Die Daten ergeben ein Schnittbild durch den Marsboden. Es zeigt an der Oberfläche eine zehn Meter dicke Schicht aus Lockermaterial. Darunter sind zwei Lagen zu erkennen, deren Bestandteile von unten nach oben immer feiner werden. Eine solche Sortierung ist typisch für feste Bestandteile, die von Wasser mitgeführt werden: Große Brocken setzen sich zuerst ab, gefolgt

von kleineren Steinen, Kies, Sand und Schlamm.

Schätzungen anhand der Kratergröße und -dichte ergeben: Die obere Lage ist rund 1,6 Milliarden Jahre alt, die untere 3,2 Milliarden Jahre. Unter beiden liegt die noch ältere Vastitas-Borealis-Formation, die als möglicher Rückstand eines dauerhaften Gewässers gilt. Einst könnte demnach ein großer Ozean das Tiefland der nördlichen Marshemisphäre bedeckt haben. Als der Planet immer kälter und trockener wurde, verschwand das Meer, doch zweimal noch füllten gewaltige Fluten, die Schlamm und Geröll mit sich führten, das Gebiet vorübergehend mit Wasser. Heute zeigt sich dort eine eisige, trockene Ebene.

Nature 10.1038/s41586-022-05147-5, 2022

GENETIK SARS-COV-2 MANIPULIERT MENSCHLICHE EPIGENETIK

► Das pandemische Coronavirus Sars-CoV-2 beeinflusst die Verpackung der DNA und unterbindet so, dass seine Wirtszelle ihre Immungene korrekt abliest. Zu diesem Ergebnis kommen Forscherinnen und Forscher um Erica Korb von der University of Pennsylvania, nachdem sie einen Proteinbestandteil des Erregers eingehend analysiert haben. Das Eiweiß verhindert eine chemische Modifikation des menschlichen Histonmoleküls H3. Das wirkt sich auf die DNA-Struktur aus, wodurch wichtige Erbanlagen nicht mehr zugänglich sind.

Histone sind Proteinkomplexe, um die sich der lange DNA-Strang wickelt. Sie sorgen dafür, dass unsere Erbsubstanz geordnet in den Körperzellen liegt

und sich dort nicht verheddert. Zudem regulieren sie, wie eng das Erbgutmolekül aufgespult wird. In locker gewickelten DNA-Abschnitten sind die Gene gut zugänglich und lassen sich leicht ablesen. Um das zu erreichen, muss der Zellapparat eine chemische Gruppe an die dort befindlichen Histonproteine H3 anhängen. Dies übernimmt das zelleigene Protein KAT2A.

Das Viruseiweiß ORF8 enthält allerdings einen Abschnitt, der einem Teil des Histonproteins H3 ähnelt. Infolgedessen fügt KAT2A die chemische Gruppe an ORF8 an und nicht an sein eigentliches Ziel H3. Somit bleibt H3 unverändert – und der DNA-Strang weiterhin eng aufgespult und unzugänglich.

Untersuchungen der Arbeitsgruppe belegen zudem: Taucht ORF8 in der Zelle auf, sinkt die Konzentration an KAT2A. Anscheinend stört das Viruseiweiß nicht nur die chemische Modifikation des Histonproteins, sondern sorgt überdies für einen Abbau des dafür zuständigen menschlichen Proteins. Korb und ihr Team vermuten, dass ORF8 noch weitere Funktionen ausübt, durch welche die Wirtszelle nicht mehr auf wichtige antivirale Gene zugreifen kann. Die Fähigkeit, mittels der Histone in die DNA-Verpackung der Wirtszelle einzugreifen, haben Fachleute auch bei anderen Sars-Viren nachgewiesen.

Nature 10.1038/s41586-022-05282-z, 2022

UMWELT

STRASSENLATERNEN MIT LEDS VERSTÄRKEN LICHTVERSCHMUTZUNG

Das Ausrüsten von Straßenlampen mit Leuchtdioden (LEDs) hat vielerorts das Farbspektrum nächtlicher Beleuchtung verändert – mit Folgen für Mensch und Tier. Das schreibt eine Arbeitsgruppe um den Biologen Kevin Gaston von der University of Exeter. Fotos, die von der Raumstation ISS aufgenommen wurden, belegen: Die weiß strahlenden LEDs haben vor allem den Blauanteil des Laternenlichts erhöht. Deutschland ist davon aber vergleichsweise wenig betroffen.

Blaues Licht hemmt die Ausschüttung des schlaffördernden Hormons Melatonin. Daher könne die Umstellung auf LEDs den Biorhythmus von Tieren und Menschen durcheinanderbringen, geben Gaston und sein Team zu bedenken. Das Farbspektrum nächtlicher

Beleuchtung müsse darum regelmäßig überprüft werden. Bislang ist das nur eingeschränkt möglich, weil die Satellitensensoren, mit denen solche Untersuchungen üblicherweise erfolgen, lediglich die Intensität des Lichts registrieren, aber nicht dessen Farbe. Noch dazu sind sie kaum empfindlich für Wellenlängen im Blaubereich.

Gaston und seine Gruppe haben Fotos ausgewertet, die Astronauten von der ISS aus aufgenommen hatten. Sie wählten Bilder aus den Jahren 2012 und 2013, welche das nächtliche Europa zeigen, und verglichen sie mit Aufnahmen derselben Regionen aus den Jahren 2014 bis 2020. Die Grenze zwischen den beiden Abschnitten markiert die Marktreife von LEDs als Leuchtmittel für Straßenlaternen.

Im zweiten Zeitraum stieg der Grünanteil des Laternenlichts um 11 Prozent, der Blauanteil sogar um 25 Prozent. Der Grund: Orange-gelb leuchtende Natriumdampflampen wurden massenhaft durch LEDs ersetzt, die stärker im blauen Bereich des Spektrums emittieren. Hauptsächlich geschah das in Italien, Rumänien, Irland und Großbritannien, weniger dagegen in Deutschland und Österreich.

Schon frühere Studien hatten die negativen Folgen nächtlicher Beleuchtung für Fledermäuse, Insekten und andere nachtaktive Tiere belegt. Der Einsatz von LEDs droht die Lichtverschmutzung nun zu verschlimmern.

Science Advances 10.1126/sciadv.abc68, 2022

MEDIZIN

ERFOLGREICHE AMPUTATION VOR 31 000 JAHREN

Knochen aus einer Karsthöhle auf Borneo erzählen eine verblüffende medizinische Erfolgsgeschichte. Vor etwa 31 000 Jahren amputierte dort jemand den Fuß eines Kinds derart gekonnt, dass es nach der Operation noch sechs bis neun Jahre lang lebte. Das berichtet ein Team um den Archäologen Tim Ryan Maloney von der Griffith University (Australien). Die Forscher und Forscherinnen haben fossile Überbleibsel des steinzeitlichen Patienten untersucht, gefunden in der Liang-Tebo-Grotte im Osten Borneos. Laut den Ergebnissen wurde der linke Fuß oberhalb des Knöchels mit einem glatten, schrägen Schnitt abgetrennt, worauf neues Gewebe den Knochenstumpf überwuchs.

Die Unterschiede zwischen beiden Beinen zeigen, dass nach der Amputation geraume Zeit bis zum Tod verging. Während sich die Knochen der gesunden Extremität normal entwickelten, wuchsen jene des durchtrennten Unterschenkels nicht weiter und wurden teils sogar abgebaut. Die bei ihrem Ableben etwa 20 Jahre alte Person, deren Geschlecht nicht bestimmbar ist, hatte ihren Fuß demnach als Kind verloren.

In der Steinzeit, die keine synthetischen Antibiotika und Schmerzmittel kannte, bargen Amputationen ein hohes Risiko, an Schock, Blutverlust oder einer Infektion zu sterben. Dass ein Kind den Eingriff vor zehntausenden Jahren überlebte, belegt: Es gab schon damals eine beachtliche medizinische Expertise einschließlich Techniken des Wundverschlusses. Womöglich setzten die Heilkundigen jener Zeit antibiotische Naturstoffe ein.

Bisher waren viele Fachleute davon ausgegangen, komplexe chirurgische Behandlungen wie Amputationen habe es erst in sesshaften Gesellschaften gegeben. Denn nomadisch lebenden Wildbeutern fordern sie nicht nur weit reichende medizinische Kenntnisse ab, sondern ebenso einen hohen logistischen Aufwand. Die operierte Person vor 31 000 Jahren musste von ihrer Gruppe dauerhaft gepflegt und betreut werden – selbst während saisonaler Wanderungen. Trotz ihrer Behinderung war sie wohl kein Außenseiter, wie ihre sorgfältig ausgeführte Bestattung in der mit Felsmalereien dekorierten Höhle vermuten lässt.

Nature 10.1038/s41586-022-05160-8, 2022

PRESSEBILD ZU MALONEY, T. R. ET AL.: SURGICAL AMPUTATION OF A LIMB 31,000 YEARS AGO IN BORNEO. NATURE 699, 2022, FIG. 3A

