

SPEKTROGRAMM

KOSMISCHES RIFF

▶ Seit April 1990 kreist das Hubble-Teleskop um die Erde. Bislang hat es rund 1,3 Millionen Bilder des fernen Weltalls gemacht. Zur Feier des 30. Geburtstag haben NASA und ESA nun eine besonders spektakuläre Aufnahme veröffentlicht: Sie zeigt zwei Riesennebel namens NGC 2014 und NGC 2020 in der Großen Magellanschen Wolke, einer 163000 Lichtjahre entfernten Satellitengalaxie unserer Milchstraße.

Das Bild trägt den Spitznamen »kosmisches Riff«, weil es nach der optischen Bearbeitung durch ein Team der NASA an eine Unterwasserwelt erinnert: Die Wissenschaftler haben, wie bei Hubbles Aufnahmen üblich, unterschiedlichen chemischen Elementen auffällige Farben zugeordnet, so dass ein möglichst großer Kontrast entsteht. Bei dem »roten« Nebel handelt es sich beispielsweise um Wasserstoffgas, das eine Gruppe junger, sehr massereicher Sterne unmittelbar nach ihrer Entstehung ins All geblasen hat. Der »blaue« Nebel links unten stellt hingegen leuchtende Sauerstoffatome im Umfeld eines so genannten Wolf-Rayet-Stern dar, der durch rasante Sternwinde Teile seiner äußeren Schichten verloren hat.

Pressemitteilung der NASA, April 2020

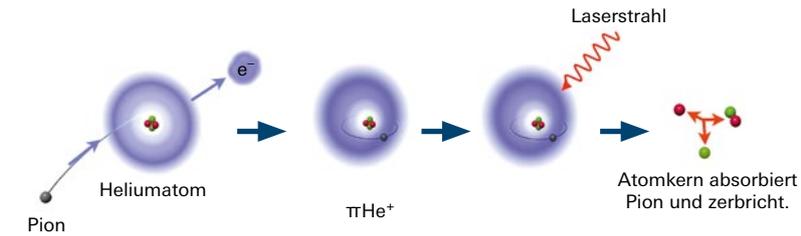


ATOMPHYSIK PIONISCHES HELIUM

► Physiker am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching haben erstmals »pionisches« Helium hergestellt und untersucht. Bei ihm ist eines der beiden Elektronen in der Schale eines Heliumatoms durch ein negativ geladenes Pion ersetzt – ein kurzlebige Teilchen aus zwei Quarks, das deutlich schwerer als ein Elektron ist.

Für das Experiment kühlte das Team um Masaki Hori Helium auf zwei Grad über dem absoluten Nullpunkt ab, wodurch sich das Gas in eine Supraflüssigkeit ohne Reibung verwandelte. Anschließend beschossen die Forscher diese Quantenbrühe mit Pionen, wozu sie die weltweit stärkste Pionenquelle am Schweizer Paul Scherrer Institut nutzten.

In seltenen Fällen verdrängte eines der Teilchen dabei ein Elektron aus der Schale und nahm dessen Platz ein.



Physiker haben eines der Elektronen von Helium durch ein Pion (π) ersetzt.

Anschließend feuerten die Wissenschaftler Laserpulse auf das pionische Helium, was zuweilen auch das noch verbliebene Elektron aus dem Atom schleuderte.

Das Pion, das sich zuvor noch auf einer sehr weiten Bahn um den Kern bewegte, geriet dadurch auf eine Schale mit niedrigerer Energie – so nah am Kern, dass dieser schließlich instabil wurde und zerfiel. Die dabei freigesetzten Bruchstücke fingen die

Forscher als Erfolgsnachweis auf. In Isolation zerfallen Pionen bereits nach 26 Nanosekunden. An Helium gebunden verlängerte sich die Lebensdauer um ein Tausendfaches, so dass die Physiker das Konstrukt mit ihrem Laserpuls treffen konnten.

Insgesamt benötigten die Wissenschaftler acht Jahre, um exakt jene Lichtfrequenz zu finden, bei der das Experiment gelingt. Mit Hilfe des exotischen Atoms wollen sie künftig die Masse des Pions deutlich genauer bestimmen als bisher.

Nature 10.1038/s41586-020-2240-x, 2020

MATERIALWISSENSCHAFT EDELSTEIN MIT FARBWECHSEL

► Alexandrit ist ein außergewöhnliches Material: 1830 in Russland entdeckt und nach dem späteren Zar Alexander II. benannt, ändern die seltenen Edelsteine je nach Beleuchtung ihre Farbe. Bei Tageslicht leuchten sie grün wie ein Smaragd, bei Kerzenschein hingegen rubinrot.

Forscher vermuten schon lange, dass das besondere Farbenspiel mit winzigen Verunreinigungen zusammenhängt: Chromatome im Inneren des Kristalls absorbieren blaues und gelbes Licht, so dass

Alexandrit nur den grünen und roten Teil des Lichtspektrums reflektiert. Da Kerzenlicht mehr Rotanteile enthält als Sonnenstrahlen, lässt sich der Farbwechsel in verschiedenen Umgebungen zumindest teilweise erklären.

Daneben scheint aber auch eine Besonderheit der menschlichen Wahrnehmung eine Rolle zu spielen, wie nun eine Gruppe um David Dunstan

von der Queen Mary University in London berichtet. Die Forscher haben sich zwei Edelsteine aus dem Naturhistorischen Museum in London ausgeliehen und verschiedene Tests auf Farbtafeln mit ihnen durchgeführt.

Demnach sendet Alexandrit bei Kerzenschein auch grüne Wellenlängen aus sowie etwas rotes Licht bei Tageslicht. Da aber sämtliche Zwischentöne fehlen, springt unser Gehirn nicht auf diese Signale an: Normalerweise weist es geläufigen Gegenständen feste Farben zu, welche die Objekte auch dann behalten, wenn sich die Beleuchtung stark verändert. Ein grüner Apfel erscheint uns daher selbst bei Sonnenuntergang noch grün. Bei Alexandrit scheint diese als Farbkonzanz bekannte Korrektur nicht zu funktionieren – was den Forschern zufolge den Chamäleoncharakter der Edelsteine erklärt.

Science Advances 10.1038/s41598-020-62707-3, 2020

Je nach Beleuchtung verändert Alexandrit seine Farbe: Bei Tageslicht erscheint der Edelstein grün, bei Kerzenschein rötlich.



ALAMY / NATURAL HISTORY MUSEUM LONDON / HARRY TAYLOR

PALÄONTOLOGIE DAS LEBEN DER SPINOSAURIER

► Dass der 18 Meter lange *Spinosaurus aegyptiacus* Zeit im Wasser verbrachte, ist schon lange klar: Der gedrungene Körperbau der Dinosaurierart war nicht zum Sprinten geeignet. Auch die nach oben orientierten Nasenlöcher sprechen für regelmäßiges Plantschen, genauso wie die Zähne, die perfekt waren für das Fangen schlüpfriger Fische.

Allerdings gingen Forscher bisher davon aus, dass das riesige Reptil durch flaches Wasser watend auf Fischzug ging. Dem widersprechen nun Wissenschaftler um Nizar Ibrahim von der University of Detroit in Mercy: *Spinosaurus aegyptiacus* sei ein echter Schwimmer gewesen, der sich wie heutige Krokodile fortbewegte, und so möglicherweise tief in Gewässer vordrang.

Die Forscher machen dies am kräftigen Schwanz der ausgestorbenen Art fest, deren abstehende Dornen wie Paddel wirkten. Insgesamt müsste die Schwanzform der Riesenechse vergleichbar viel Vortrieb erzeugt haben wie die eines Krokodils oder eines im Wasser lebenden Molchs, schreiben die Forscher nach Versuchen im Strömungskanal mit einem Robotermodell.

Hinter der Entdeckung steckt eine aufwändige Suche nach fossilen Resten des *Spinosaurus*, von dem man bislang nur vereinzelte Bruchstücke



Spinosaurier waren gefürchtete Jäger, die sich schnell durch Wasser bewegen konnten.

hatte, nachdem das besterhaltene fossile Exemplar im Zweiten Weltkrieg zerstört worden war.

Fündig wurde das Ausgräberteam letztlich in der marokkanischen Kem Kem-Formation, einem alten Flusssystem, in dem neben *Spinosaurus* auch riesige Sägerochen und mehrere Meter lange Lungenfische lebten. Von

2015 bis 2019 gruben Ibrahim und seine Kollegen hier den Schwanz des 95 Millionen Jahre alten, noch nicht ganz ausgewachsenen Tiers aus, der jetzt die Vorstellung von der Lebensweise des Giganten revolutionieren könnte.

Nature 10.1038/s41586-020-2190-3, 2020

Das Skelett eines Spinosauriers, rekonstruiert aus vielen Bruchstücken.



■ Ausgrabungen 2007/2008
■ Ausgrabungen 2015–2019
■ aus Schutt gesiebte Bruchstücke

MARCO AUDITORE, PALEO-ILLUSTRATOR

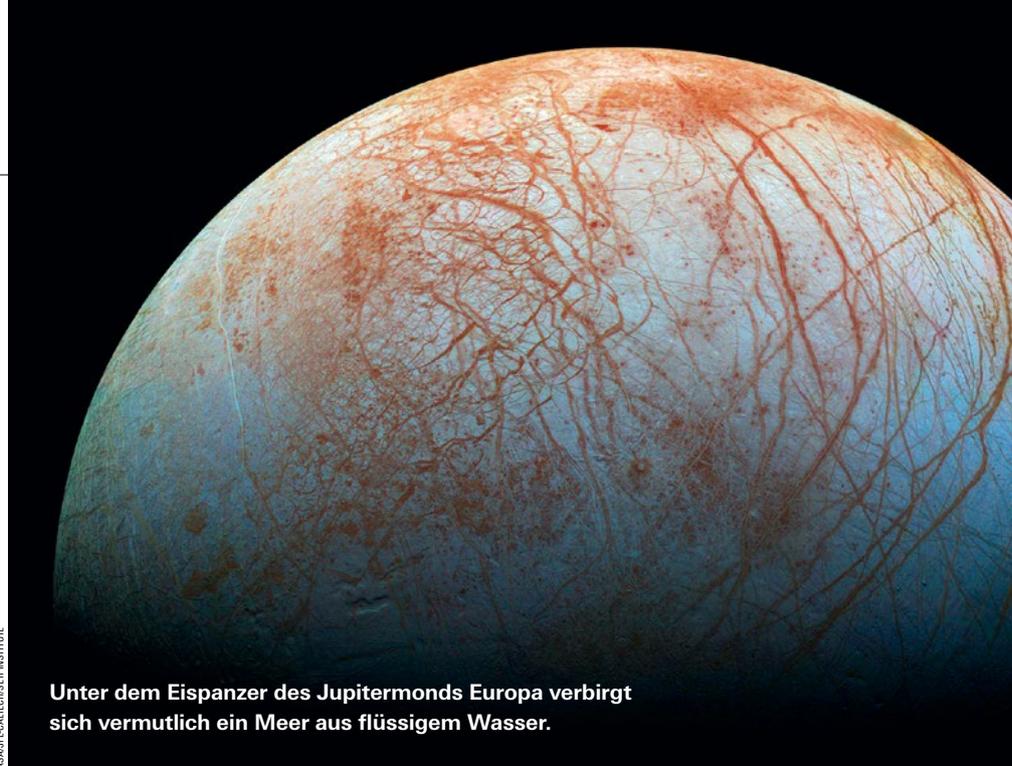
DAVIDE BORGONOMA, PALEOARTIST

SONNENSYSTEM FONTÄNE AUF JUPITERMOND

► Der Jupitermond Europa ist einer der außergewöhnlichsten Orte im Sonnensystem: Seine Oberfläche ist überzogen von einem dichten Eispanzer, unter dem vermutlich ein ausgedehnter Ozean schlummert. Und vielleicht hatte eine Raumsonde der Menschheit bereits Kontakt mit dem Wasser von dort: Vor 20 Jahren könnte die NASA-Mission Galileo eine Wolke aus Wasserdampf durchquert haben, die Geysire auf Europas Oberfläche ins All gepustet haben.

Die Vermutung gibt es schon länger, doch nun präsentiert ein Team um Hans Huybrighs von der ESA neue Belege dafür. Sie verbergen sich in Messdaten aus dem Januar 2000, denen zufolge Galileo während eines Vorbeiflugs deutlich weniger energiereiche Protonen aufgefangen hat als erwartet. Große Mengen der geladenen Teilchen kreisen ständig im Magnetfeld des Jupiters, das bis über die Bahn von Europa hinausreicht.

Bisher gingen Wissenschaftler davon aus, dass sich Galileo zu diesem Zeitpunkt im Windschatten des Trabanten bewegte, es also eine einfache



Unter dem Eispanzer des Jupitermonds Europa verbirgt sich vermutlich ein Meer aus flüssigem Wasser.

Erklärung für das Abschwellen des Teilchenstroms gibt. Das passt jedoch nicht zu aufwändigen Simulationen, die das Team um Huybrighs durchgeführt hat.

Sie lassen sich nur dann mit den Messdaten in Einklang bringen, wenn Galileo durch eine Wolke aus Wasserdampf flog, in der die zirkulierenden Protonen mit Molekülen kollidierten. Dabei hätten die Ladungsträger den Molekülen Elektronen geklaut, wodurch sie zu neutralen Atomen wurden. Diese konnte das Messgerät an

Bord der Sonde dann nicht mehr registrieren, was die geringere Protonenrate erkläre, so die Forscher.

Europa ist nicht der einzige Trabant mit Wasserdampffontänen: Beim Saturnmond Enceladus – ebenfalls eine Eiswelt mit verborgenem Ozean – konnte die Sonde Cassini solche Ausstöße sogar hin und wieder fotografieren. Beide Orte gelten als mögliche Aufenthaltsorte für außerirdische Mikroben.

Geophysical Research Letters
10.1029/2020GL087806, 2020

HIRNFORSCHUNG DEM GEHIRN BEIM ERINNERN ZUGESCHAUT

► Ein Duft oder eine Melodie aus der Kindheit reichen aus, um uns in Sekundenbruchteilen zurück in die Vergangenheit zu versetzen. Doch was genau passiert im Gehirn, wenn wir uns erinnern? Durch Tierexperimente weiß man bereits: Wird eine Erfahrung im episodischen (autobiografischen) Gedächtnis gespeichert, so geht dies mit einem spezifischen Entladungsmuster einzelner Neurone einher – beim Erinnern wird dieses Muster genauso wieder reaktiviert.

Wissenschaftler von den National Institutes of Health in Bethesda haben es nun erstmals geschafft, diesen Prozess bei Menschen in Echtzeit

aufzuzeichnen. Gelungen ist ihnen das bei Epilepsiepatienten, denen zuvor Elektroden ins Hirn implantiert worden waren, um den Anfallsherd zu lokalisieren. Wenn keine andere Therapie mehr hilft, kann man dann gegebenenfalls die entsprechende Hirnregion operativ entfernen.

Im Zuge dieser Untersuchungen führte das Team um Alex Vaz einen Gedächtnistest mit den Teilnehmern durch. Sie sollten sich verschiedene Wortpaare einprägen, wie etwa »Fuchs« und »Kuchen«. Die Forscher fanden heraus, dass Neurone des Sprachzentrums im Schläfenlappen bei jedem Paar in einer bestimmten

Frequenz feuerten. Während eines anschließenden Abruftests sahen die Teilnehmer jeweils eines der Worte am Bildschirm und sollten sich an das zweite Wort erinnern. Bei richtigen Antworten wurde Millisekunden vorher dasselbe Aktivierungsmuster wie zuvor beim Einprägen wieder abgespielt. Die Forscher konnten daran vorhersagen, ob sich ein Proband erfolgreich erinnern würde. Laut Vaz und seinen Kollegen können die Erkenntnisse nicht nur dabei helfen, die grundlegenden Prinzipien, sondern auch Störungen des menschlichen Gedächtnisses besser zu verstehen.

Science 10.1126/science.aba0672, 2020

GESCHICHTE SÜDAMERIKA VOR KOLUMBUS

Die Geschichte Südamerikas weist deutlich größere Lücken auf als die anderer Erdteile. Ein Grund dafür ist, dass keine der Gemeinschaften aussagekräftige Schriftdokumente hinterlassen hat – die ersten Berichte stammen von den europäischen Eroberern aus dem 16. Jahrhundert. So blieben lange nur archäologische Ausgrabungen, um die Lebensweise der längst untergegangenen Kulturen zu rekonstruieren.

Seit einigen Jahren eröffnen zusätzlich dazu Genanalysen ein Fenster in die Vergangenheit des Südkontinents. Eine neue derartige Untersuchung haben nun Forscher um Nathan Nakat-

suka von der Harvard Medical School vorgestellt. Sie basiert auf Proben von 89 Individuen, die vor 500 bis 9000 Jahren an verschiedenen Orten im Andenraum lebten.

Die Studie zeichnet das Bild eines Kontinents, der lange Zeit von weitgehend isolierten Gruppen bewohnt war: Bereits vor 9000 Jahren unterschieden sich die Genpools von Hochland- und Küstenregionen deutlich. Vor 5800 Jahren spalteten sich dann auch die Bewohner der Anden in eine nördliche und eine südliche Kultur auf.

Anschließend scheint es eine Zeit lang zu verstärktem Austausch zwischen den Völkern gekommen zu sein, der jedoch vor 2000 Jahren zum Erliegen kam: Für 1500 Jahre, bis zur Blüte des expansiven Inkareichs, haben sich die Populationen offenbar

kaum noch vermischt. Erklären ließe sich das, mutmaßen die Forscher, wenn damalige Imperien ihre Dominanz auf indirektem, kulturellem Weg ausübten, also nicht mit Armeen dauerhaft andere Landstriche zu besetzen.

Eine Ausnahme dürfte neben den Inka auch die Tiwanaku-Kultur gewesen zu sein: Genproben aus den Metropolen der beiden präkolumbischen Völker weisen jeweils eine große Diversität auf. Einige der Bewohner stammten offenbar aus mehr als 1000 Kilometer entfernten Regionen, starben dann jedoch in den Städten der damaligen Zeit. Für die Forscher ist das ein Indiz für weit reichende Handelsverbindungen und eine kosmopolitische Lebensweise.

Cell 10.1016/j.cell.2020.04.015, 2020

BIOLOGIE WIRBELSTÜRME FORMEN ECHSENFÜSSE

Hurrikane haben einen dauerhaften Einfluss auf die Evolution von Eidechsen in der Karibik. Zu diesem Ergebnis kommt eine Arbeitsgruppe um Colin M. Donihue von der Washington University in Saint Louis. Echsen der Gattung *Anolis* auf Inseln, die häufiger von Wirbelstürmen betroffen sind, haben demnach größere Haftflächen an den Zehen als andere.

Das Team nutzte Hurrikandaten aus sieben Jahrzehnten, um 188 verschiedene *Anolis*-Arten aus der Karibik sowie zwölf Populationen der Bahama-*Anolis* (*Anolis sagrei*) von verschiedenen Inseln zu vergleichen. Bei beiden Untersuchungen fand die Gruppe einen Zusammenhang zwischen den Zehenpolstern und der Hurrikanhäufigkeit.

Je besser sich eine Eidechse festhalten kann, desto größer sind ihre Überlebenschancen bei Sturm. Dafür haben Echsen der Gattung *Anolis* haftende Zehenpolster, ganz ähnlich wie Geckos. Und je größer die Partie, desto fester der Griff. 2017 entdeckten Fachleute nach den Wirbelstürmen Maria und Irma, dass auf den betroffe-

nen Inseln nur die greifstärksten Echsen überlebt hatten und ihre Nachkommenschaft mit besonders großen Zehenpolstern ausgestattet war.

Doch spielen Wirbelstürme auch langfristig eine Rolle bei der Evolution von Echsenfüßen, oder werden diese seltenen Extremereignisse vom Se-

lektionsdruck alltäglicher Umstände überlagert? Die neue Analyse von Donihues Team spricht nun dafür, dass Naturkatastrophen auch charakteristische Gemeinsamkeiten einer Art erzeugen können.

PNAS 10.5061/dryad.wm37pvmjh, 2020

COLIN DONIHUE, WASHINGTON UNIVERSITY IN ST. LOUIS (MOSETU)



Bei starkem Wind halten sich Eidechsen an Ästen fest. Offenbar entwickelten sie dadurch stark haftende Zehenpolster.