SPEKTROGRAMM

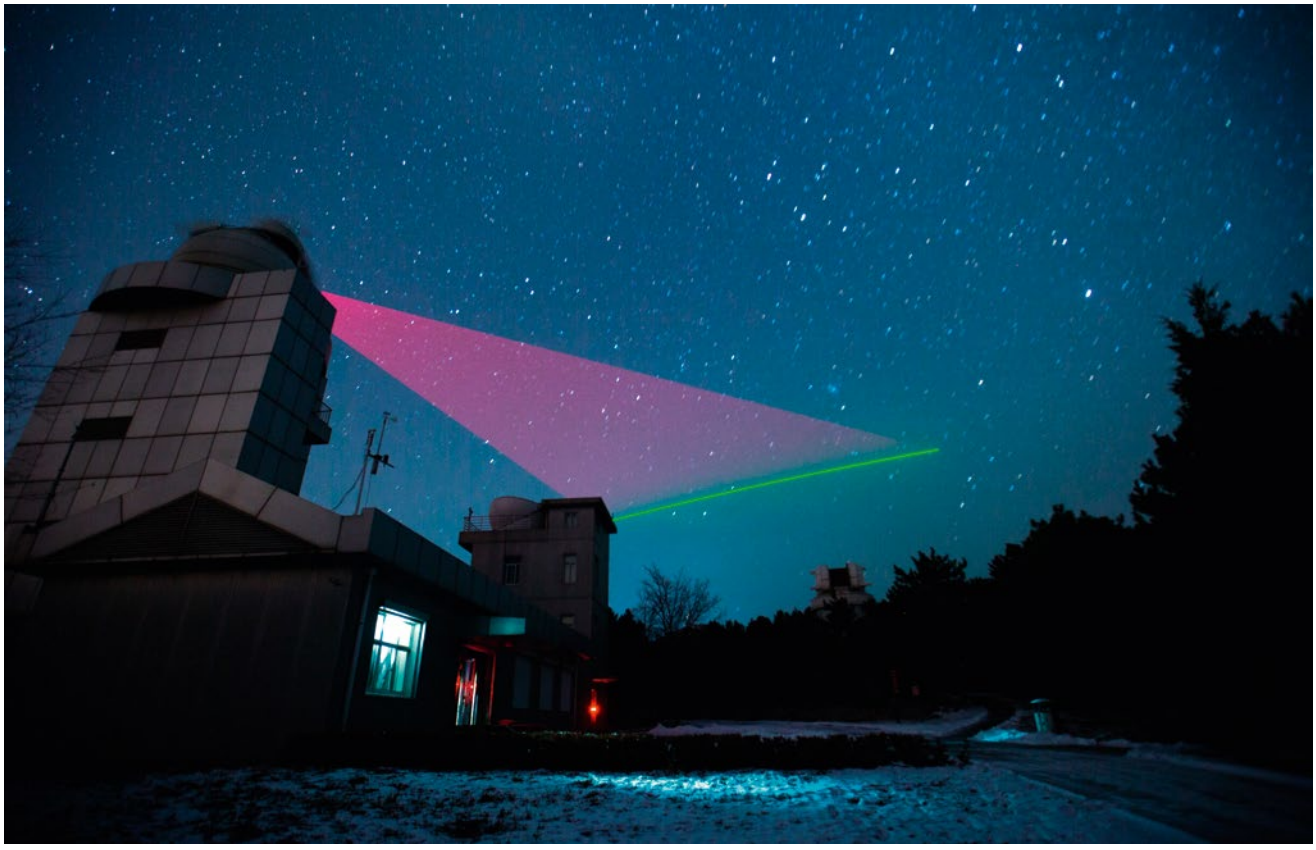
CONTAINS MODIFIED COPERNICUS SENTINEL DATA (2017), PROCESSED BY ESA (WWW.ESA.INT/SPACEINIMAGES/IMAGES/2017/04/LAKE_MACKAY_AUSTRALIA) / CC BY-SA 3.0 IGO (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/3.0/IGO/LEGALCODE)

SALZSEE IM OUTBACK

Wasser ist selten im Lake Mackay, einem ausgetrockneten Salzsee an der Grenze zur großen Sandwüste Australiens. Regen, sofern er überhaupt fällt, füllt die Senke oft nur vorübergehend – dann verdampft er in der Hitze des Outbacks. Aus der Luft fotografiert erscheint der See als beeindruckendes Farbpanorama: Grün- und Blautöne gehen auf Wüstenpflanzen und Algen zurück, weiße Flächen auf Salz, das beim Verdunsten von Wasser zurückgeblieben ist. Die Aufnahme stammt vom Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-2B, der im März 2017 gestartet ist. Seine Spezialkamera macht Bilder mit einer Kantenlänge von 290 Kilometern und erfasst dabei 13 Spektralbänder. Zusammen mit seinem Schwestersatelliten Sentinel-2A benötigt der Späher fünf Tage, um jeden Flecken der Erde einmal abzulichten. Mit der Mission will die ESA unter anderem untersuchen, wie sich Vegetation und Landnutzung auf der Erde mit der Zeit verändern.

ESA-Mitteilung, April 2017

CONTAINS MODIFIED COPERNICUS SENTINEL DATA (2017), PROCESSED BY ESA (WWW.ESA.INT/SPACEINIMAGES/IMAGES/2017/04/LAKE_MACKAY_AUSTRALIA) / CC BY-SA 3.0 IGO (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/3.0/IGO/LEGALCODE)



PICTURE ALLIANCE / PHOTOSHOT / JIN LIWANG

Der chinesische Quantensatellit »Micius« sendet die Photonen eines grünen Lasers zu einer Bodenstation. Dort verfolgt ein Teleskop den Satelliten mit roten Ziellasern quer über den Himmel. Wegen der langen Belichtungszeit der Aufnahme erscheint ihr Licht stark aufgefächert.

PHYSIK

WELTREKORD BEI QUANTEN-VERSCHRÄNKUNG

Chinesische Physiker haben einen Weltrekord im Bereich der Quantenkommunikation aufgestellt. Von einem Satelliten aus sendeten sie miteinander verschränkte Photonen zu zwei Bodenstationen, die 1203 Kilometer voneinander entfernt sind. Bisher lag die maximale Distanz für solch eine Verschränkung bei gut 100 Kilometern.

Bei dem Phänomen der Verschränkung handelt es sich um eine fragile Verknüpfung zweier Objekte im Mikrokosmos. Misst ein Experimentator den quantenphysikalischen Zustand eines der Teilchen, legt er damit automatisch auch den des verschränkten Partners fest – egal wie weit beide Partikel voneinander entfernt sind. In der Realität ist es aber schwierig, solch eine Verbindung über große Strecken aufrechtzuerhalten. Sowohl in den besten verfügbaren Glasfaserkabeln als auch in Luft stoßen Lichtteilchen auf Atome, was die Verschränkung auflösen kann.

Das Team um Jian-Wei Pan von der University of Science and Technology of China in Schanghai startete daher 2016 den Quantensatelliten »Micius«, der in 500 Kilometer Höhe um die Erde kreist. An Bord des Satelliten sendet ein Laser Photonen aus, deren Polarisationen beim Durchlaufen eines speziellen Kristalls paarweise verschränkt werden. Während er über Tibet flog, sendete der Satellit die Photonen an zwei Bodenstationen im Hochland, wo Teleskope die Lichtteilchen auffingen. Zwar funktionierte das Experiment nur mitten in der Nacht, und selbst da konnten die Physiker in den Bodenstationen bloß bei einem von sechs Millionen ausgesendeten Photonenpaaren die Verschränkung nachweisen. Aber aus Sicht von Experten ist mit dem Satellitenexperiment der Beweis erbracht, dass eine Quantenverbindung über so große Entfernungen Bestand haben kann.

In Zukunft könnte die Technik beispielsweise in der Kryptografie eine Rolle spielen. Dazu würde eine Reihe verschränkter Photonen an zwei Empfänger gesendet, die eine darin kodierte Zeichenabfolge zum Verschlüsseln ihrer Kommunikation verwenden. Anders als bei konventionellen Kodes wäre sichergestellt, dass niemand die Übertragung abgefangen hat, denn das würde die Verschränkung zwischen den Lichtteilchen aufheben.

Science 10.1126/science.aan3211, 2017

MEDIZIN

TIEFE HIRN-STIMULATION OHNE IMPLANTATE

Amerikanische Wissenschaftler haben ein neues Verfahren zur Stimulation tief liegender Gehirnregionen entwickelt. Es könnte künftig eine Alternative zur effektiven, aber aufwändigen Behandlungsmethode der Tiefenhirnstimulation werden. Bei ihr implantieren Ärzte insbesondere Parkinsonpatienten Elektroden ins Gehirn, um dort Nervenzellen zu reizen, was die Krankheitssymptome reduziert. Die Methode des Teams um Edward Boyden vom MIT Media Lab in Boston soll schonender sein: Die Forscher stimulieren Hirnareale mit verschiedenen elektrischen Feldern, die von Elektroden auf der Kopfhaut erzeugt werden.

Die Signale haben eine Frequenz von mehreren tausend Hertz, wodurch sie den Wissenschaftlern zufolge tief ins Gehirn eindringen. An einem bestimmten Punkt treffen sich die Wellenzüge, wobei sie sich überlagern. Unterscheidet sich die Frequenz der Felder geringfügig, entsteht in einem eng umrissenen Bereich ein Feld mit einer Frequenz von wenigen Hertz, das Nervenzellen in der Nähe anregt.

Das Verfahren verspricht unter anderem zusätzliche Flexibilität, da man den Bereich der Überlagerung der Felder präzise festlegen kann. So ließen sich beispielsweise diverse Hirnregionen nacheinander erregen, berichten die Forscher. Bei implantierten Elektroden ist das nicht möglich.

In Computersimulationen und Tests mit Mäusen konnte die Forschergruppe zeigen, dass die Methode den Hippocampus anspricht, ohne darüberliegende Schichten zu stimulieren.

Allerdings ist der Wirkungsbereich des Verfahrens räumlich weniger präzise begrenzt als bei implantierten Elektroden, womit es noch nicht anwendungsreif ist. Außerdem ist unklar, was die elektrischen Felder genau im Gehirn bewirken. Die Wissenschaftler sind zuversichtlich, dass sie das Gewebe nicht nachhaltig verändern, und wollen das Verfahren bald in klinischen Versuchen am Menschen testen.

Cell 10.1016/j.cell.2017.05.024, 2017

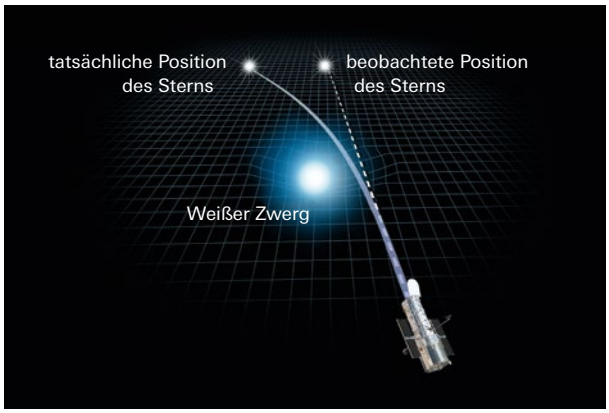
ASTRONOMIE

WEISSER ZWERG ALS GRAVITATIONSLINSE

Der Gravitationslinseneffekt zählt zu den berühmtesten Vorhersagen von Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie. Einstein erkannte, dass ein Lichtstrahl einen kleinen Bogen macht, wenn er ein massereiches Objekt passiert. Verantwortlich ist die von Massen verursachte Krümmung der Raumzeit.

Besonders spektakulär tritt sie zu Tage, wenn sich Masse und Lichtquelle genau hintereinander befinden. Dann wirkt das Objekt im Vordergrund wie ein Brennglas. Dieses Phänomen beobachten Astronomen in fernen Galaxien immer wieder. Aber auch wenn Lichtquelle und Masse nicht exakt auf einer Linie liegen, macht sich der Gravitationslinseneffekt bemerkbar und verschiebt die Position des Hintergrundobjekts minimal.

Das konnten Astrophysiker um Kailash Sahu vom Space Telescope Science Institute in den USA nun erstmals bei einem anderen Stern als unserer Sonne beobachten. Mit dem Hubble-Weltraumteleskop nahm das Team den weißen Zwergstern Stein 2051 B ins Visier, der nur 18 Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Er zog im Jahr 2014 vor einem anderen, etwa 6500 Lichtjahre entfernten Stern vorüber. Dabei konnten die Wissenschaftler messen, dass die Position des Hintergrundsterns am Nachthimmel um zwei Tausendstel einer Bogensekunde zur Seite rückte – genau wie von Einsteins Theorie vorhergesagt.



NASA, ESA, AND A. FEILD (STSCI); BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Das Licht eines Sterns macht eine Kurve, wenn es das Schwerefeld eines anderen Sterns passiert. Für einen Beobachter wirkt es dadurch so, als befinde sich der Stern im Hintergrund an einer unterschiedlichen Position.

Aus der scheinbaren Verschiebung des Hintergrundsterns konnten die Forscher sogar die Masse des Weißen Zwergs berechnen, die demnach bei 0,68 Sonnenmassen liegt. Das Ergebnis widerlegt ältere Abschätzungen, die viel niedrigere Werte geliefert hatten. Somit scheint Stein 2051 B nicht so exotisch zu sein, wie manche Physiker in der Vergangenheit vermuteten. Wahrscheinlich handelt es sich um einen ganz normalen Weißen Zwerg – um eine Sternleiche also, deren Kern aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht.

Science 10.1126/science.aal2879, 2017

SONNENSYSTEM
ENTSTEHUNG DES JUPITERS

Der Jupiter könnte früher entstanden sein als bisher gedacht. Darauf deutet eine Studie hin, in der Forscher um Thomas Kruijer von der Universität Münster Meteoriten aus den Kindertagen des Sonnensystems analysiert haben. Demnach hatte sich der Kern des Gasriesen spätestens eine Million Jahre nach Zündung des Sonnenfeuers gebildet.

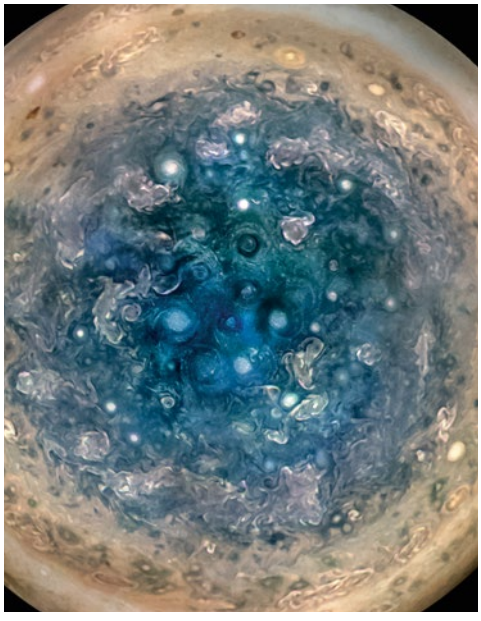
Damals, vor knapp 4,6 Milliarden Jahren, bestand das Sonnensystem noch aus einer ausgedehnten Gas- und Staubscheibe. Wissenschaftler vermuten schon länger, dass Jupiter der erste Planet war, der sich aus diesem Material formte. Computersimulationen legen nahe, dass er spätestens zehn Millionen Jahre nach der Sonne auf den Plan getreten sein muss. Um das Alter präziser einzugrenzen, analysierte das Münsteraner Team nun 19 Proben aus seltenen Eisenmeteoriten.

Sie waren im jungen Sonnensystem Teil von Asteroiden und sind irgendwann auf die Erde gestürzt. Mittels der Häufigkeit verschiedener Molybdän- und Wolframisotope konnte die Gruppe um Kruijer zeigen, dass die Brocken teils aus dem inneren Sonnensystem stammen und teils von seinem Rand. Aus dem Alter der Proben folgerten die Forscher außerdem, dass diese beiden Meteoriten-Reservoirs im Zeitraum zwischen ein und vier Millionen Jahren nach Entstehung des Sonnensystems getrennt waren.

Die plausibelste Erklärung: Der etwa 20 Erdmassen schwere Kern des Jupiters zog schon damals seine Bahnen um die Sonne. Dabei saugte er sämtliches Material in seiner Nähe auf, was den Austausch zwischen äußerem und innerem Sonnensystem verhinderte. Erst nach vier Millionen Jahren, als der Planet auf 50 Erdmassen angewachsen war, öffnete sich eine Lücke in der Staubscheibe, vermuten die Wissenschaftler. Dadurch konnte Jupiters Schwerkraft Asteroiden ins innere Sonnensystem umlenken.

Die Theorie würde erklären helfen, weshalb es im Sonnensystem keine so genannten Supererden gibt. Solche besonders großen Felsplaneten haben Astronomen in vielen anderen Sternsystemen entdeckt. Vielleicht hat Jupiter in unserem Sonnensystem verhindert, dass das Material, das für ihre Entstehung nötig ist, rechtzeitig in die Nähe der Sonne gelangen konnte.

PNAS 10.1073/pnas.1704461114, 2017



NASA / JPL-CALTECH / SWRI / MSSS / BETSY ASHER HALL / GERVASIO ROBLES

NASA / JPL-CALTECH / SWRI / MSSS / GABRIEL FISET

Frischer Blick auf den Jupiter: Der Gasriese könnte nicht nur älter sein als gedacht. Die Raumsonde Juno liefert seit Kurzem auch beeindruckende neue Bilder des Giganten, unter anderem von seinem Südpol, um den etliche Wirbelstürme toben.

CHEMIE
MATERIALIEN-SYNTHESE PER ALGORITHMUS

Ein zufallsbasierter Algorithmus kann Materialien mit neuartigen Kristallstrukturen entdecken und so vielleicht Chemikern künftig die Arbeit erleichtern. Bislang sind Wissenschaftler bei der Suche nach neuartigen Stoffen auf das langwierige Durchprobieren aller Möglichkeiten angewiesen. Auch wenn sie dabei zunehmend von Computersimulationen unterstützt werden, die Aufbau oder Eigenschaften zu testender Materialien vorhersagen, bleibt das Problem, dass sich deren Prognosen bisher nur im Rahmen der bekannten Strukturen bewegen.

Anders der neue Algorithmus, den eine Gruppe um Matthew Rosseinsky von der University of Liverpool entwickelt hat. Ihr Computerprogramm wird zunächst mit verschiedenen bekannten Materialien gefüttert, die diejenigen Elemente enthalten, aus denen das neue Material zusammengesetzt sein soll – so genannte Module. Im zweiten Schritt setzt das Programm einen zufällig ausgewählten Teil der Module zu einer bekannten Struktur zusammen. Diese durchläuft danach eine Reihe von Vertauschungen, bei denen unter anderem die Reihenfolge der Module, die Module selbst und die Struktur variiert werden. Dadurch können auch Materialien mit neuartigen Kristallgerüsten entstehen. Anschließend ermittelt das

PHILIPP GUNZ, MPI EVA LEIPZIG (WWW.MPG.DE/11322546/HOMO-SAPIENS-IST-AELTER-ALS-GEDACHT) / CC BY-SA 2.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/2.0/LEGALCODE)

Eine Computerrekonstruktion der mutmaßlichen *Homo-sapiens*-Fossilien offenbart einen ungewöhnlich langen Schädel (blau).

ANTHROPOLOGIE
HOMO SAPIENS ÄLTER ALS GEDACHT?

Wissenschaftler um Jean-Jacques Hublin vom Max-Planck-Institut (MPI) für evolutionäre Anthropologie in Leipzig haben womöglich die ältesten Fossilien unserer Art gefunden: Sie bescheinigen den Funden ein Alter von etwa 315 000 Jahren – damit könnte *Homo sapiens* gut 100 000 Jahre älter sein als gedacht. Auch der Fundort ist eine Überraschung: Die Fossilien stammen aus Jebel Irhoud, einer Höhlenfundstelle in Marokko.

Bislang hatten die meisten Forscher die Ursprünge des modernen Menschen eher in Ostafrika vermutet. Das Team hat fossile Knochen aus einer Schicht untersucht, die Überreste von mindestens fünf Individuen sowie Reste von Steinwerkzeugen enthält. Zu den menschlichen Relikten gehören Schädel- und Kieferfragmente sowie Zähne. Diese ordneten die Wissenschaftler bereits vom Aussehen her dem *Homo sapiens* zu: Das Gesicht der Individuen sei kleiner und ihre Augenbrauenbögen seien schwächer ausgeprägt gewesen als beim Neandertaler. Außerdem ähnelten die Zähne mehr den unseren als denen anderer Hominiden. Nur die längliche Schädelform ließ sich auch einer älteren Spezies zuordnen.

Überprüft haben die Wissenschaftler ihre zeitliche Einordnung mit verschiedenen Verfahren zur Altersbestimmung. Hilfreich waren dabei die gefundenen Steinwerkzeuge: Mit der so genannten Thermolumineszenzdatierung lässt sich ermitteln, wie viel Zeit seit der letzten Energiezufuhr ins Kristallgitter des Materials – zum Beispiel durch Sonnenlicht – vergangen ist. So datierten die Forscher das Alter der Fundstätte auf 315 000 Jahre, wobei eine Messunsicherheit von 34 000 Jahren besteht.

Demnach könnten moderne Menschen früher aufgetreten sein und außerdem in einer größeren Region gelebt haben. Diese Einschätzung ist jedoch umstritten. Jeffrey Schwartz von der University of Pittsburgh und María Martínon-Torres vom University College London beispielsweise bezweifeln, dass sich die Überreste dem *Homo sapiens* zuordnen lassen. Es fehlten typische Merkmale des modernen Menschen – etwa das markante Kinn und die hohe Stirn.

Nature 10.1038/nature22374, 2017

Programm die Stabilität der Verbindungen. Der stabilste Kandidat wird dann im Labor synthetisiert.

Das Team um Rosseinsky entdeckte auf diese Weise zwei Phasen eines bis dato unbekannten Materials, zusammengesetzt aus Yttrium, Strontium, Kalzium, Gallium und Sauerstoff, dessen Kristallstrukturen sich auch von den bisher bekannten Stoffen unterscheidet. Eine der beiden Phasen ähnelt einem der bisher am besten bekannten Ionenleiter, die andere ist mit Perowskiten verwandt, die in Prototypen für künftige Solarzellen verwendet werden. Noch sind die neuen Materialien nicht optimiert; man könnte zum Beispiel das Yttrium durch Europium austauschen, was interessante optische und magnetische Fähigkeiten des Materials mit sich bringen würde.

Nature 10.1038/nature22374, 2017