

# SPEKTROGRAMM

---





## EIN POLARLICHT NAMENS STEVE

► In den Jahren 2015 und 2016 fotografierten Amateurastronomen wiederholt ein seltsames Himmelsphänomen: Ein schmales purpurfarbenes Band, an dessen Rand grüne Streifen flackerten, schob sich von Ost nach West über den Himmel. Das einstündige Spektakel erinnerte an ein Polarlicht, tauchte dafür aber eigentlich zu weit südlich auf, beispielsweise über dem Childs Lake in Südkanada auf gut 51 Grad nördlicher Breite (siehe Bild). Auch andere Details passten nicht: Normalerweise hat *Aurora borealis* die Form von Wolken oder Vorhängen und leuchtet vornehmlich grün, blau oder rot.

Astrophysiker um Elizabeth MacDonald vom NASA Goddard Space Flight Center glauben das Rätsel nun mit Messdaten des Satellitentrios »Swarm« gelöst zu haben. Demnach handelt es sich bei den purpurfarbenen Bögen, denen die Aurora-Jäger den Spitznamen »Steve« gegeben haben, um einen neu entdeckten Typ von Polarlicht, der auf einen westwärts gerichteten Strom extrem schneller Ionen in der oberen Atmosphäre zurückgeht. Solche »subauroral ion drifts« sind zwar seit Jahrzehnten bekannt, bisher war aber nicht klar, dass sie ein ausgeprägtes Farbenspiel hervorrufen.

*Science Advances* 10.1126/sciadv.aaq0030, 2018



STAATSSAMMLUNG FÜR ANTHROPOLOGIE UND PALÄOANATOMIE, MÜNCHEN, BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Stark, mittel sowie gar nicht deformierte Schädel (von links nach recht) aus Gräbern in Altenerding und Straubing deuten auf einen seltsamen Brauch hin, der vor gut 1500 Jahren in Osteuropa praktiziert wurde.

## ARCHÄOLOGIE HERKUNFT DER TURMSCHÄDEL- FRAUEN

► Immer wieder haben Altertumsforscher in 1500 Jahre alten bayrischen Gräbern Frauenskelette mit länglichen Schädeln gefunden. Die ungewöhnliche Form geht vermutlich auf eine Sitte zurück, die in der Gegend der mittleren und unteren Donau seit dem 2. Jahrhundert praktiziert wurde: Man bandagierte Säuglingen den Schädel, um diesem eine länglichere Form zu

geben. Das entsprach offenbar dem damaligen Schönheitsideal oder markierte einen gewissen gesellschaftlichen Status.

Bisher war allerdings umstritten, wie die Praktik nach Bayern gelangte: Adaptierten die Bajuwaren den Brauch aus dem fernen Osteuropa? Oder wanderten Frauen mit verformtem Schädel im Lauf ihres Lebens ins frühmittelalterliche Bayern ein, etwa im Rahmen von Heiratsvereinbarungen zwischen weit entfernten Volksgruppen?

Eine Genanalyse liefert nun starke Argumente für letzteres Szenario. Paläoge-

netiker um Joachim Burger von der Universität Mainz haben das Erbgut von 36 Skeletten sequenziert, die um das Jahr 500 n. Chr. in sechs bajuwarischen Grabfeldern bestattet wurden, darunter auch neun mit länglichem Schädel. Der Studie zufolge unterschied sich das Erbgut dieser Turmschädel-Frauen eindeutig von dem ortsansässiger Bajuwaren und ähnelte eher dem von südosteuropäischen und ostasiatischen Bevölkerungsgruppen.

Die Gene deuten außerdem darauf hin, dass die zugewanderten Frauen

meist braune Augen, braunes Haar und dunklere Haut hatten, wodurch sie sich von ihren vornehmlich blauäugigen und blonden Geschlechtsgenossinnen aus Mitteleuropa abhoben. Dabei kleideten sich die Frauen mit den länglichen Schädeln aber nach bajuwarischer Sitte, wie die Grabbeigaben verraten. Wahrscheinlich lebten sie vor ihrem Tod bereits einige Zeit im heutigen Bayern und waren in ihrer neuen Heimat gut integriert, schreiben die Wissenschaftler.

*PNAS 10.1073/pnas.1719880115  
2018*

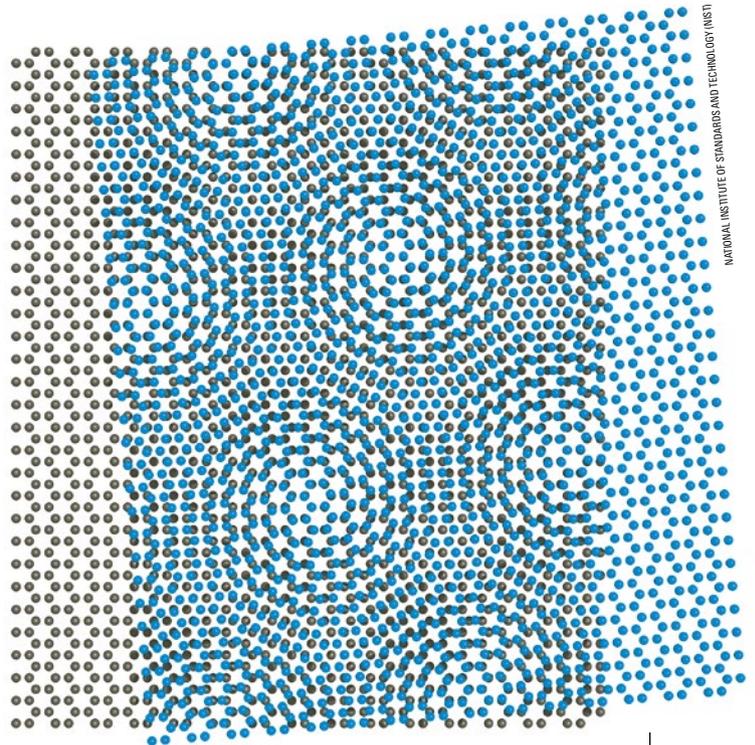
## PHYSIK GRAPHEN ALS SUPRALEITER

► Die zweidimensionale Kohlenstoffvariante Graphen, bei der sich Atome in Form von Bienenwaben anordnen, birgt mehr bizarre Eigenschaften, als Wissenschaftler bisher annahmen. Ein Team um Yuan Cao vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston hat zwei Schichten des Stoffs gestapelt und dann um 1,1 Grad gegeneinander verdreht. Das machte das Material supraleitend, ermöglichte also den verlustfreien Transport von Strom.

Die Supraleitung zeigte sich jedoch erst auf den zweiten Blick. Zunächst sammelten sich die für die Leitfähigkeit nötigen Elektronen zwischen direkt übereinanderliegenden Atomen. Dort rückten die Ladungsträger dicht zusammen und stießen sich gleichzeitig ab, wodurch sie sich gewissermaßen gegenseitig gefangen hielten. Aus normalem Graphen, das von Natur aus gut Strom leitet, wurde in der Doppelschicht dadurch ein so genannter Mott-Isolator.

Als die Arbeitsgruppe dann aber noch zusätzliche Elektronen in beide Schichten pumpte, brach die Blockade auf. Die Elektronen erwiesen sich plötzlich als unverhofft beweglich: Bei Temperaturen unter  $-271,5$  Grad wurde das Doppelgraphen supraleitend. Allerdings lässt sich der Vorgang nicht mit der Theorie der konventionellen Supraleitung beschreiben. Stattdessen erinnert er die Forscher eher an Hochtemperatur-Supraleiter auf Keramikbasis. Graphen könnte also vielleicht einen Beitrag dazu leisten, dieses exotische Phänomen besser zu verstehen.

*Nature 10.1038/nature26160, 2018*



NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST)

**Legt man zwei Schichten aus hexagonal angeordneten Kohlenstoffatomen übereinander und dreht eine von ihnen leicht gegen den Uhrzeigersinn, entsteht nicht nur ein Moiré-Muster. Aus dem doppelagigen Graphen wird auch – je nach Anzahl der Elektronen zwischen den Atomen – ein Supraleiter oder Nichtleiter.**



WIKIMIS / GETTY IMAGES / ISTOCK

## BIOTECHNOLOGIE BIER OHNE HOPFEN

► Ein Team um Jay D. Keasling von der University of California in Berkeley hat ein hopfenfreies Bier erfunden. Die Forscher modifizierten gängige Bierhefe mit gentechnischen Methoden derart,

**Bisher ist Hopfen ein fester Bestandteil von Bier. Gentechnisch veränderte Hefe könnte die Zutat künftig jedoch überflüssig machen.**

dass sie zwei Hauptgeschmacksstoffe der Hopfenblüte (die Moleküle Linalool und Geraniol) bereits selbst produziert.

Welche Enzyme im Hopfen die Aromastoffe herstellen, ist bisher unbekannt. Allerdings gibt es andere Pflanzen, die Geraniol und Linalool aus ihrem gemeinsamen Vorläufer Geranylpyrophosphat (GPP) herstellen und bei denen das Gen für das jeweils verantwortliche Enzym bekannt ist. Diese Biokatalysatoren müssen jedoch aktiv genug sein, damit das

Bier am Ende nach ihren Produkten schmeckt. Zum anderen verbraucht Bierhefe ihr GPP extrem effektiv zur Herstellung anderer Moleküle. Daher ersetzen die Forscher zuerst das GPP verwertende Enzym durch ein verwandtes Molekül, das GPP langsamer umsetzt. Außerdem identif-

zierten sie zwei Gene aus Minze und Basilikum, die für die Herstellung von Linalool und Geraniol entscheidend sind, und übertrugen sie in die Hefe. Damit brauten sie dann ein nach Hopfen schmeckendes Bier. Bei einer Blindverkostung bewerteten Tester das mit dieser

Hefe gebraute Getränk sogar als deutlich hopfiger als mit natürlichem Hopfen versetztes Bier.

Die Forscher wollen mit ihrer künstlichen Hefe die Abhängigkeit der Brauereien von der teuren Schlingpflanze verringern. Allerdings sind am authentischen Hopfengeschmack

des Biers weitere Substanzen beteiligt, so dass ein echter Ersatz noch weitere Forschungsarbeit erfordert. Und in Europa müsste solch ein Bier erst aufwändig genehmigt werden, da es gentechnisch verändert ist.

*Nature Communications 10.1038/s41467-018-03293-x, 2018*

## ASTRONOMIE SONNENERUPTION AUF PROXIMA CENTAURI

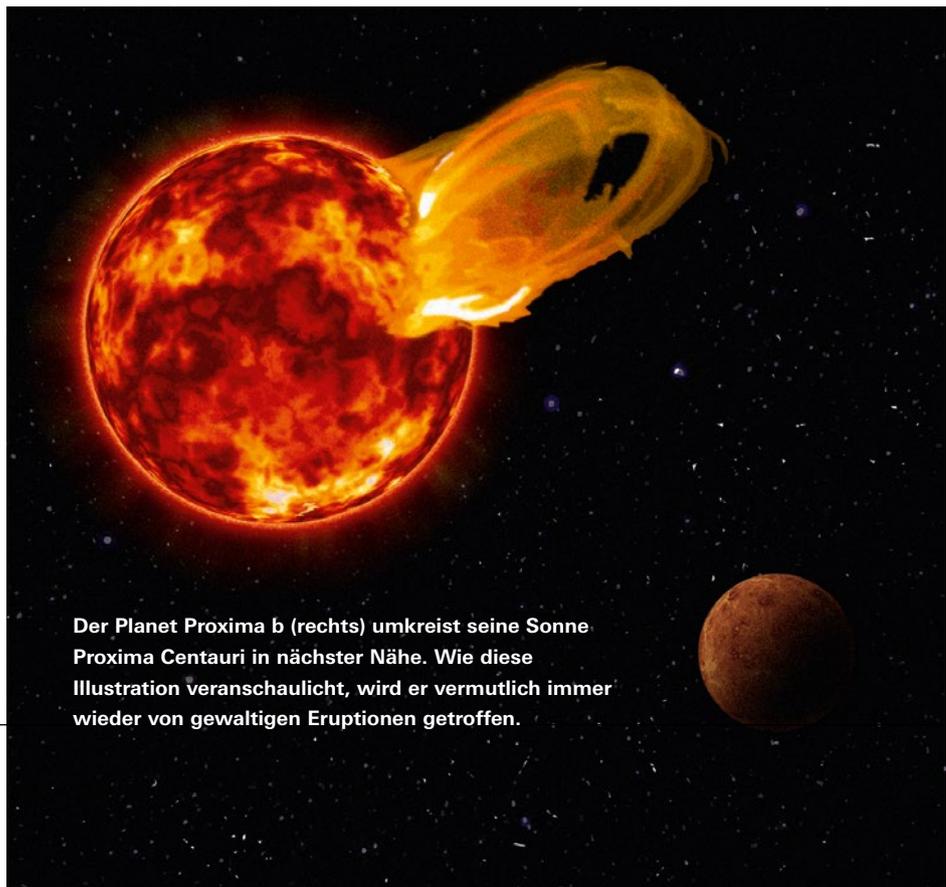
► Der Stern Proxima Centauri ist der nächste Nachbar unserer Sonne und wird von mindestens einem Exoplaneten namens Proxima b umkreist – sogar in der so genannten habitablen Zone, die flüssiges Wasser erlaubt. Es ist jedoch zunehmend fraglich, ob sich in dem Sternsystem, das gut 4,2 Lichtjahre von der Erde entfernt ist, wirklich Leben entwickeln könnte: Der rote Zwergstern feuert immer wieder große Mengen energiereicher Strahlung ins All, die eine etwaige Planetenatmosphäre möglicherweise längst ins All geblasen hat.

Nun berichtet ein Team um Meredith MacGregor von der Harvard University von einem besonders heftigen Ausbruch, der sich am 24. März 2017 ereignete: Innerhalb von zehn Sekunden steigerte sich die Helligkeit von Proxima Centauri um das 1000-Fache, berichten die Astronomen. Dabei setzte der Zwerg zehnmals mehr kurzweilige Mikrowellenstrahlung frei als die Sonne bei ihren stärksten Ausbrüchen – und das, obwohl Proxima Centauri nicht einmal ein Achtel ihrer Masse hat und viel kühler ist.

Für Leben auf Proxima b verheißt solche Ausbrüche nichts Gutes, denn der Planet umrundet seinen Stern in einem 20-fach gerin-

geren Abstand als die Erde unsere Sonne. Auf die gewaltige Eruption waren die Astrophysiker in Aufnahmen des Observatoriums ALMA in Chile gestoßen. Das Ereignis unterscheidet sich dabei deutlich von Ausbrüchen, die Forscher in der Vergangenheit bei Proxima Centauri aufgezeichnet haben. So setzt der Stern alle paar Tage für kurze Zeit zehnmals mehr Röntgenstrahlung frei als gewöhnlich. Hierfür machen die Wissenschaftler Schwankungen in seinem Magnetfeld verantwortlich, wodurch stark ionisiertes Gas nach außen geschleudert wird. Ob der Mechanismus auch den jüngsten Riesenausbruch erklärt, ist den Forschern zufolge noch offen.

*ApJL 855, L2, 2018*



Der Planet Proxima b (rechts) umkreist seine Sonne Proxima Centauri in nächster Nähe. Wie diese Illustration veranschaulicht, wird er vermutlich immer wieder von gewaltigen Eruptionen getroffen.

ROBERTO MOLAR CANDANOSA / CARNEGIE INSTITUTION FOR SCIENCE, NASA/SO, NASA/JPL

## PHARMAZIE MEDIKAMENTE VERÄNDERN DARMFLORA

► Viele Medikamente könnten das Wachstum von Darmbakterien stören. Darauf weisen Versuche mit mehr als 1000 zugelassenen Pharmazeutika hin, die Forscher um Georg Zeller vom European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg durchgeführt haben. Dabei hemmte ein Viertel der untersuchten Stoffe das Wachstum mindestens eines Bakterienstamms,

berichten die Wissenschaftler. Insgesamt hatte das Team für die Reagenzglas-Studie 40 Bakterienarten ausgewählt, die repräsentativ für das menschliche Mikrobiom sein sollen, darunter bekannte Keime wie *Escherichia coli* und die bei Neugeborenen und Säuglingen besonders häufigen Bifidobakterien. Wie sich zeigte, hinderten nicht nur Antibiotika die Mikroben am Wachsen, sondern auch 27 Prozent jener Medikamente, von denen man das nicht erwarten würde, beispielsweise Protonenpumpeninhibitoren oder Antipsychotika.

Möglicherweise ist der Anteil von Arzneimitteln mit negativen Auswirkungen auf Darmbakterien sogar noch größer. Schließlich habe man in der Studie nur einen kleinen Ausschnitt der Mikrobenvielfalt im Darm untersucht, argumentieren die Molekularbiologen.

Die antibakteriellen Effekte könnten erklären, weshalb die Diversität der Mikrobiome von Menschen in Industrieländern abnimmt. Bisher ist aber noch weitgehend unklar, welche Auswirkungen die medikamentös verursachten bakteriellen Veränderungen

im Verdauungstrakt auf unsere Gesundheit haben. Denkbar ist etwa, dass sich dadurch in der Darmflora allgemeine Resistenzmechanismen verbreiten, die zum Beispiel Substanzen mit schädlichen Wirkungen aus den Mikrobenzellen hinausbefördern. Solche Anpassungen würden Bakterien teilweise gegen klassische Antibiotika unempfindlich machen, befürchten Experten. Umgekehrt könnten die antibakteriellen Effekte aber auch dazu dienen, Mechanismen in der Darmflora besser zu verstehen.

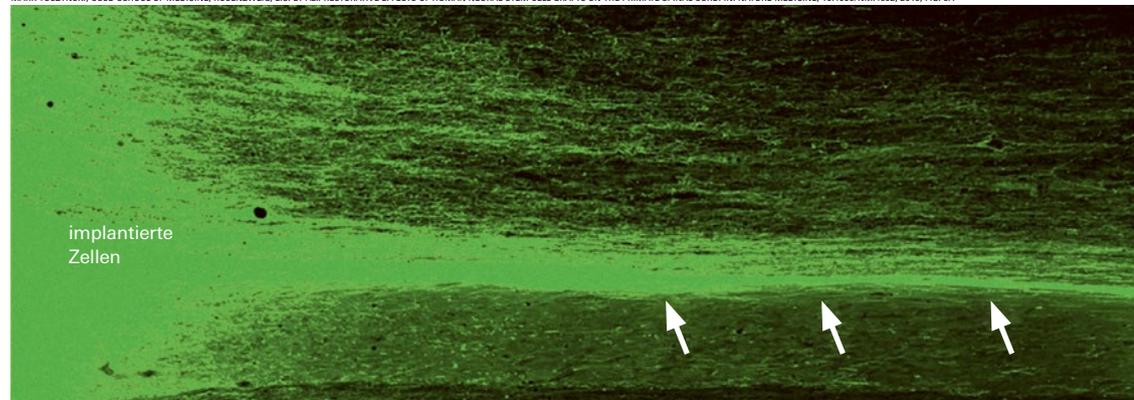
*Nature* 10.1038/nature25979, 2018

## MEDIZIN NACHWACHSENDES RÜCKENMARK BEI RHESUSAFFEN

► Forscher haben neuronale Vorläuferzellen in verletztes Rückenmark von Rhesusaffen implantiert, um so die durchtrennten Nervenbahnen mit neuen Zellen wieder zu verbinden. Bei fünf von neun Tieren mit Erfolg: Sie konnten nach einigen Monaten beispielsweise wieder die Finger um eine Orange legen, berichtet die Gruppe um Mark Tuszynski von der University of California in San Diego. Die Vorläuferzellen stammten dabei aus dem Rückenmark eines acht Wochen alten menschlichen Embryos.

In späteren Untersuchungen zeigte sich, dass ein Teil der Zellen im Rückenmark der Affen zu reifen Nervenzellen ausdifferenzierte. Zudem bildete das Transplantat an die 150 000

MARK TUSZYNSKI, UCSD SCHOOL OF MEDICINE; ROSENZWEIG, E. S. ET AL.: RESTORATIVE EFFECTS OF HUMAN NEURAL STEM CELL GRAFTS ON THE PRIMATE SPINAL CORD. IN: NATURE MEDICINE, 10.1038/NM.4502, 2018, FIG. 3A



**Von den implantierten Stammzellen (grün) wachsen neue Nervenfortsätze weit nach rechts. Die Pfeile markieren einen Bereich mit besonders vielen neuen Fasern.**

Axone aus – lange Zellausläufer, entlang denen die Zelle elektrische Signale sendet. In den Rhesusaffen erreichten sie eine Länge von bis zu fünf Zentimetern.

Wissenschaftler versuchen seit Jahrzehnten, verletztes Nervengewebe zu heilen. Erfolg hatten sie

bislang aber nur bei Nagetieren. Die Übertragung auf Rhesusaffen gilt daher als wichtiger Fortschritt. Allerdings sind die Mediziner nach wie vor ein gutes Stück von einer klinischen Anwendung bei querschnittsgelähmten Menschen entfernt. So ist beispielsweise nicht gesagt, dass die neu wachsenden Zellfortsätze auch noch weitere Distanzen überwinden, was bei manchen Patienten nötig wäre.

Als größte Hürde erwiesen sich in der Studie die Reaktionen des Körpers auf

die Verletzung: Das geschädigte Gewebe vernarbt dort und wird rasch mit wachstumshemmenden Substanzen durchsetzt. Vor allem aber schwemmt einströmende Zerebrospinalflüssigkeit die implantierten Zellen gleich wieder weg. Der Erfolg trat erst ein, als die Forscher das Immunsystem effektiver unterdrückten und die Affen bei der Transplantation so lagerten, dass die Verletzungsstelle frei von Zerebrospinalflüssigkeit war.

*Nature Medicine* 10.1038/nm.4502, 2018