

SPEKTROGRAMM

6 Spektrum der Wissenschaft 7.19

ES&O/ARFI BERLIN (WWW.DLR.DE/ARFI/DESKTOP/PROJEKTAUT.ASPX?TABID=10333/023_READ_32973/#GALLERY/338153) / CC BY-SA 3.0/GO (CREATIVCOMMONS.ORG/LICENCES/CC-BY-SA/3.0/GO) (EUCALCUE)

ARCHÄOLOGIE DAS MASSAKER VON KOSZYCE

► Im Jahr 2011 gruben Archäologen im südpolnischen Koszyce die Skelette von 15 Menschen aus, darunter vier Mütter mit ihren Kindern. Man hatte ihnen vor etwa 4800 Jahren brutal den Schädel eingeschlagen. Anders als man es von Massengräbern erwarten würde, wurden die Opfer jedoch sehr sorgfältig und mit reichen Beigaben beigesetzt.

Nun hat eine Forschergruppe um Hannes Schroeder von der Universität Kopenhagen durch Erbgutanalysen die Verwandtschaftsverhältnisse der Toten bestimmt. Demnach liegt in Koszyce eine Großfamilie begraben, in der die Männer untereinander verwandt waren und die Frauen überwiegend von außerhalb stammten. Auffällig ist auch, dass Geschwister nebeneinander beerdigt wurden und Kinder dicht an ihre Mütter angeschmiegt. Wer immer das Grab anlegte, habe die Toten also wohl gut gekannt, folgern die Forscher. In Frage kommen hier vor allem die Väter: Von ihnen liegt nur ein einziger im Grab. Als sich das Massaker ereignete, waren viele der Männer also möglicherweise abwesend.

Weiterhin unklar ist, warum die Großfamilie aus Koszyce sterben musste. Immerhin eine Theorie gibt es: Zu der Zeit fanden große kulturelle Umwälzungen statt. Menschen der so genannten Schnurkeramik-Kultur drangen damals immer weiter nach Zentraleuropa vor und verdrängten gewaltsam jene, die ihnen im Weg standen – unter anderem die Mitglieder der Kugelamphoren-Kultur, zu der auch die Opfer von Koszyce gehörten.

PNAS 10.1073/pnas.1820210116, 2019

Die Toten im Massengrab von Koszyce wurden offenbar mit großer Sorgfalt beerdigt: Geschwister liegen hier nebeneinander und Kinder neben ihren Müttern.



PIOTR WODARZAK

BIOLOGIE

NATÜRLICHER IMPFSTOFF FÜR BIENEN

► Honigbienen teilen im Schwarm offenbar einen bisher unbekannten Impfstoff: Ein RNA-Molekül, das im Gelée royale und in der normalen Kost für Arbeiterinnen enthalten ist, schützt den Stock vor Virusinfektionen, berichtet ein Team um Eyal Maori von der University of Cambridge. Die kurzen Erbgutschnipsel enthalten dabei keine Bauanleitung für Proteine, kurbeln aber die Immunabwehr der Insekten an und schützen sie so monatelang vor viralen Erregern.

Hat eine Biene die RNA einmal als Larve mit ihrer Nahrung aufgenommen, gibt sie diese später an andere Schwarmgenossen weiter, berichten

Maori und Kollegen: Die RNA-Moleküle wandern durch die Darmwand in die Hämolymphe der Tiere und später, wenn die Bienen ausgewachsen sind, in die Kopfdrüsen. Von dort gelangen sie in den Nahrungsbrei, mit dem Bienen den Nachwuchs füttern. Ein Schwarm kann so über Monate hinweg geschützt bleiben – auch nachdem die erste Generation von geimpften Tieren schon gestorben ist, wie die Experimente des Teams zeigen.

Die Sequenz solcher RNA-Moleküle ähnelt dabei der von Virus-RNA oder dem Erbgut anderer Erreger wie etwa insektenbefallener Pilze. Unklar ist

noch, wie die Zellabwehr der Insekten zwischen viraler RNA und den hilfreichen RNA-Schnipseln unterscheidet.

Eine andere Frage können die Forscher dagegen schon beantworten: Offensichtlich bewahren Bienen den fragilen RNA-Impfstoff durch ein weiteres im Gelée royale enthaltenes Molekül. Das Major Royal Jelly Protein-3 (MRJP 3) bindet sich an RNA und formt dabei Kügelchen. Darin sind die RNA-Moleküle weitgehend vor äußeren Einflüssen geschützt – bis sie im nächsten Insektdarm wieder freigesetzt werden.

Cell Reports 10.1016/j.celrep.2019.04.073, 2019

KERNPHYSIK

18 TRILLIARDEN JAHRE HALBWERTSZEIT

► Ein internationales Forscherteam hat erstmals einen unvorstellbar seltenen subatomaren Prozess beobachtet. Bei ihm schlucken Atomkerne des Edelgasisotops Xenon-124 zwei Elektronen aus ihrer Schale und wandeln damit zwei Protonen in Neutronen um; aus Xenon-124 wird dadurch Tellur-124. Da der Kern bei der Umwandlung unter anderem zwei Neutrino-Teilchen ausspuckt, sprechen Physiker vom »Zwei-Neutrino-Doppel-Elektroneneinfang«.

Schätzungen zufolge hat dieser Zerfall in ein anderes Element eine Halbwertszeit von 18 Trilliarden Jahren, ein Vielfaches des Alters unseres Universums. Ein einzelner Xenon-124-Atomkern hat sich nach dieser Zeitspanne mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent in Tellur-124 umgewandelt. Betrachtet man sehr viele der Atomkerne auf einmal, steigt die Wahrscheinlichkeit, einer der seltenen Transformationen beizuwohnen.

Die 160 Forscher der XENON-Kollaboration haben genau das getan: Zwischen 2016 und 2018 betrieben sie einen mit drei Tonnen Xenon gefüllten

Detektor in einem Labor unter dem Gran Sasso d'Italia. Mit dem akribisch von Umwelteinflüssen abgeschirmten Tank hielten die Wissenschaftler eigentlich nach Teilchen der Dunklen Materie Ausschau, die besonders bereitwillig mit den Atomkernen des Edelgases kollidieren sollten.

Die extrem empfindliche Elektronik des Experiments war jedoch auch für andere Suchen geeignet, etwa die nach dem doppelten Elektroneneinfang bei Xenon-124: Findet er statt, hinterlassen die beiden vom Atomkern verschluckten Ladungsträger eine Lücke in der Atomschale, die nach kurzer Zeit von nach innen rutschen-

den Elektronen gefüllt wird. Dadurch sendet das betroffene Atom charakteristische Strahlung aus, welche die im Tank installierten Messgeräte nachweisen können. Zwischen Februar 2017 und Februar 2018 haben die Wissenschaftler insgesamt 126 solcher Signale aufgefangen.

Für die Physiker ist das Ergebnis nur ein Zwischenschritt: Sie gehen davon aus, dass sich bei einer anderen Variante der Umwandlung die beiden Neutrinos gegenseitig auslöschen. Das wäre dann der »neutrinolose Doppel-Elektroneneinfang«. Er wäre ein Hinweis auf neue Naturgesetze, die bei der Erklärung des offenkundigen Ungleichgewichts zwischen Materie und Antimaterie im Universum helfen könnten.

Nature 10.1038/s41586-019-1124-4, 2019

Der Xenon1T-Detektor war Teil des Laboratori Nazionali del Gran Sasso.



ASTRONOMIE 2000 JAHRE ALTES HIMMELSRÄTSEL GELÖST

Im Mai des Jahres 48 v. Chr. fiel chinesischen Astronomen ein neuer Punkt im Sternbild Schütze auf, der nach wenigen Tagen wieder verblassete. Was sich hinter diesem »Gaststern« verbarg, blieb lange unklar. Doch nun glaubt eine internationale Arbeitsgruppe um Fabian Göttingen das Rätsel gelöst zu haben: Mit Hilfe des Very Large Telescope (VLT) in Chile haben die Astronomen das Relikt einer gewaltigen Explosion aufgespürt, deren Licht vor gut 2000 Jahren die Erde erreicht haben müsste.

Der leuchtende Nebel befindet sich im Kugelsternhaufen M22 – eine kompakte Ansammlung von hunderttausenden alten Sternen, die wie ein Satellit um unsere Galaxie kreist. Bei dem Nebel handelt es sich vermutlich um die Überreste einer so genannten Nova, argumentieren die Forscher nach Auswertung des Lichtspektrums. Bei ihr saugt ein weißer Zwergstern Wasserstoff von einem benachbarten Stern ab. Früher oder später erreicht das Material auf der Oberfläche eine

侍中諸曹九卿郡守皆謀反咸伏其辜
黃龍元年三月客星居王梁東北可九尺長丈餘西指出關道間至紫宮其十二月宮車晏駕
元帝初元年四月客星大如瓜色青白在南斗第二星東可四尺占曰爲水饑其五月勃海水大溢六月關東大饑民多餓死琅邪郡人相食
二年五月客星見昴分居卷舌東可五尺青白色炎長三寸占曰天下有妄言者其十二月鉅鹿都尉謝君男許爲神人論死父免官
五年四月彗星出西北赤黃色長八尺所後數日長丈

CHINESE TEXT PROJECT (CTEXT.ORG)

kritische Dichte, ab der Atomkerne miteinander fusionieren. Die Folge sind gewaltige Eruptionen, durch die der Weiße Zwerg einige Tage lang enorm viel Strahlung aussendet.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wurden die chinesischen Astronomen vor 2067 Jahren Zeuge dieses Spektakels, so das Team um Göttingen. Die Position des Nebels stimme zwar nicht exakt mit jener überein, an der

Im Kugelsternhaufen M22 haben Astronomen einen leuchtenden Nebel aufgespürt (oben, rot markiert). Er könnte auf eine Sternexplosion zurückgehen, die chinesische Astronomen im Jahr 48 v. Chr. dokumentierten (links).

48 v. Chr. der »Gaststern« aufgetaucht sein soll. Allerdings konnte man damals Himmelskoordination auch noch nicht so genau erfassen wie heute, argumentieren die Astrophysiker. Zudem seien in dem fraglichen Ausschnitt des Himmels keine anderen Objekte bekannt, welche die Himmelserscheinung über China erklären könnten.

Astronomy & Astrophysics 10.1051/0004-6361/201935221, 2019

MEDIZIN UV-EMPFLINDLICHES GEL GEGEN INNERE BLUTUNGEN

Bei Notfällen wünschen sich Mediziner wirkungsvolle Pflaster für das Körperinnere, mit denen sie lebensbedrohliche Risse in Arterien oder im Herzen verschließen können. Die Flicker sollten nicht giftig sein, bei hohem Blutdruck dicht halten und idealerweise aus einem biologisch abbaubaren Material bestehen. Ein Team um Hongwei Ouyang von der Zhejiang-Universität in China hat nun ein Pflaster entwickelt, das diesen Anforderungen gerecht werden könnte: Bei Schweinen und Kaninchen seien die Ergebnisse viel versprechend, berichten die Forscher.

Die Erfindung beruht auf einem Gel, das auf Strahlung reagiert. An und für sich ist es dünnflüssig und lässt sich

mit Kanülen leicht auftragen. Sobald jedoch UV-Licht das Material trifft, bindet es sich fest an Gewebeoberflächen, auch unter den nassen Bedingungen des Körperinneren.

Möglich macht das die besondere Zusammensetzung: Die Forscher haben den Stoff nach dem Vorbild der extrazellulären Matrix von Bindegewebe entwickelt, in der lose verwobene Proteinfäden und Kohlenhydratketten die Zellen fixieren. Ähnliche Strukturen bildet das Gel bei der Wechselwirkung mit UV-Licht aus. Aktive Aldehydgruppen vernetzen dann Aminosäure- und Zuckerketten fest miteinander und formen so ein stabiles, sehr dichtes Polymer. In den Versuchen hielt es einem Blutdruck von bis zu 290

Millimeter Quecksilbersäule stand – mehr, als im klinischen Notfall beim Menschen meist auftritt. Auch härtete es binnen weniger Sekunden aus, schneller als frühere experimentelle Pflaster.

Letztlich könnte das Gel millimeterlange Risse in der Hauptschlagader oder dem Herzen abdichten, glaubt das Team. Bei Kaninchen gelang es bereits, kleine Leberisse zu schließen; bei Schweinen dichteten die Wissenschaftler mit dem Pflaster bis zu fünf Millimeter große punktförmige Wunden ab. Die Versuchstiere überlebten die Eingriffe und zeigten auch nach Wochen keine Folgeschäden.

Nature Communications 10.1038/s41467-019-10004-7, 2019

MOBILITÄT RIDESHARING-DIENSTE KÖNNTEN VERKEHRS- CHAOS VERGRÖßERN

► Mitfahr-Angebote wie Uber oder Lyft haben sich in vielen Ländern zu populären Alternativen zu Taxis und anderen Fortbewegungsmitteln entwickelt. Sie gelten auch als Brückentechnologie auf dem Weg zum großflächigen Einsatz von autonomen Autos. Aber bringen die per App buchbaren Fahrer wirklich eine Entlastung für verkehrsgeplagte Städte, wie bisherige Studien zum Teil nahelegten?

Ein Team um Gregory D. Erhardt von der University Kentucky meldet nun große Zweifel an: In San Francisco hätten Uber und Lyft in den Jahren 2010 bis 2016 zu einer deutlichen

Zunahme der Stunden geführt, die Autofahrer durch zähflüssigen Verkehr oder Staus verlieren. In der kalifornischen Stadt erfolgte 2016 jede siebte Fahrt mit einem der Dienste.

Das Team hat mit hohem Aufwand die in der Vergangenheit erfolgten Ridesharing-Fahrten rekonstruiert; die Daten hierzu ließen sich auf Umwegen aus den Apps von Uber und Lyft extrahieren. Das Ergebnis verglichen die Mobilitätsforscher mit Simulationen, in denen die Dienste keine Rolle spielten. Die Basis hierfür bildete eine leistungsfähige Software, die mit Hilfe detaillierter demografischer Informationen den Verkehrsfluss zu bestimmten Zeiten berechnet und dabei Uber & Co außen vor lassen kann.

Ohne die Dienste hätte die Zeit, die Autofahrer durch zu viel Verkehr verlieren, zwischen 2010 und 2016

eigentlich nur um 22 Prozent zunehmen dürfen, von insgesamt 65 000 auf 79 000 vergeudete Stunden, berichten die Wissenschaftler. Tatsächlich wuchs die verlorene Zeit aber um 62 Prozent.

Aus Sicht von Erhardts Team sind verschiedene Ursachen denkbar: So zeigen andere Studien, dass Uber- und Lyft-Autos bis zur Hälfte ihrer Strecken ohne Fahrgast absolvieren, etwa weil sich die Fahrer in Gegenden bewegen, wo sie öfter nachgefragt werden. Auch deuten vergangene Untersuchungen darauf hin, dass rund jede zweite Ridesharing-Fahrt einen Weg zu Fuß, mit dem Fahrrad oder in einem öffentlichen Verkehrsmittel ersetzt – oder ohne die Dienste überhaupt nicht stattgefunden hätte.

Science Advances 10.1126/sciadv.aau2670, 2019

UMWELT FALLOUT IN TIEFSEEKREBSEN

► Die Atombombentests der 1950er und 1960er Jahre bliesen große Mengen radioaktiven Materials in die Atmosphäre. Der meiste Fallout ist heute verschwunden, aber Wissenschaftler können nach wie vor Überreste davon aufspüren. So auch ein Team um Ning Wang von der Chinese Academy of Science: In drei mehr als 6000 Meter tiefen Meeresgräben im Pazifik, darunter der Marianengraben, entdeckten die Meeresbiologen Flohkrebse, in deren Körper sich ungewöhnlich viel Kohlenstoff-14 angesammelt hat.

Das radioaktive Isotop mit einer Halbwertszeit von rund 5700 Jahren kann einerseits auf natürlichem Weg entstehen, durch Kollisionen von Teilchen aus dem Weltall mit Bestandteilen der Erdatmosphäre. Doch auch durch die oberirdischen Atombombentests entstand der Stoff in großen Mengen, denn die in den Explosionen freigesetzten Neutronen reagierten mit Stickstoff zu Kohlenstoff-14.

Schon lange ist klar, dass sich dieses Isotop in den oberen Ozean-

Flohkrebse der Art *Hirondellea gigas* können selbst in tiefen Meeresgräben überleben. Im Körper der Tiere entdeckten Forscher nun überraschend viel radioaktiven Kohlenstoff.



DANU AZUMA (COMMONS WIKIMEDIA.ORG/FILE:HIRONDELLEA_GIGAS.JPG)/CC BY-SA 2.5 (CREATIVCOMMONS.ORG/LICENSING/SBY-SA/2.5/LEGALCODE)

schichten ausgebreitet hat. Dort nutzen es Meerestiere für ihren Stoffwechsel. Zur Überraschung der Forscher scheint das mittlerweile auch für sehr tiefe Meeressenen zu gelten: Das Muskelgewebe dort gefangener Flohkrebse enthalte bis zu sechs Prozent mehr radioaktiven Kohlenstoff, als man natürlicherweise erwarten würde, berichtet die Gruppe um Ning Wang. Das seien Werte, die man sonst nur von Organismen an der Meeresoberfläche kenne.

Die Forscher wollten mit ihrer Studie verstehen, wie die Nahrungs-

kette von Flohkrebse und anderen Lebewesen in der Tiefsee funktioniert. Kohlenstoff-14 gilt hier als wichtiger Signalstoff, da es nur aus der Atmosphäre stammen kann.

Vermutlich werde die Nahrung der Krebstiere an der Oberfläche mit dem Isotop angereichert und sinke von dort rasch in die Tiefe, schreiben die Meeresbiologen. Folglich seien selbst solche schwer zugänglichen Habitate nicht vor den Einflüssen der Menschheit sicher.

Geophysical Research Letters 10.1029/2018GL081514, 2019