

SPEKTROGRAMM



DINOFEDERN IN BERNSTEIN

► Der Paläontologe Lida Xing von der Chinesischen Universität für Geowissenschaften hat auf einem Markt in Myanmar einen Bernstein mit einem spektakulären Einschluss aufgestöbert: In dem fossilen, 99 Millionen Jahre alten Harz steckt eine etwa drei Zentimeter lange, gefiederte Schwanzspitze. Diese gehörte nicht etwa einem Vogel, sondern vermutlich einem flugunfähigen, jungen Raubdinosaurier. Das schlossen die Forscher aus Röntgenuntersuchungen der enthaltenen Wirbelknochen. Mikroskopaufnahmen der feinen Verästelungen (Foto) ermöglichen es ihnen nun, mehr über die Rolle und Entwicklung von Federn in der Evolution zu lernen.

Curr. Biol. 10.1016/j.cub.2016.10.008, 2016

ROYAL SASKATCHEWAN MUSEUM / RYAN C. MICELLAR



Riesenmantas galten bisher als Planktonfresser. Offenbar erbeuten sie aber bevorzugt Fische und Weichtiere.

MEERESBIOLOGIE RÄUBER DER TIEFE

► Riesenmantas (*Manta birostris*) sind anscheinend sehr aktive Raubfische, die in großen Wassertiefen jagen. Das überrascht, denn bisher hatten Forscher vermutet, diese Tiere würden sich hauptsächlich von oberflächennahem Zooplankton ernähren. Neue Isotopenmessungen legen nun aber ein Umdenken nahe.

Mit sieben Meter Spannweite und zwei Tonnen Masse gehören Riesenmantas zu den beeindruckenden Vertretern der Unterwasserfauna. Katherine Burgess von der University of Queensland (Australien) und ihr Team entnahmen Proben aus dem Muskelgewebe von etwa 70 Mantas. Darin bestimmten sie das Verhältnis von schweren zu leichten Kohlenstoff- bezie-

hungsweise Stickstoffisotopen. Dieser Quotient sagt etwas darüber aus, wovon sich die Tiere ernähren und wo sie im Nahrungsnetz stehen. Riesenmantas gelten als gefährdet; man kann also nicht ohne Weiteres ihren Mageninhalt untersuchen.

Die gemessenen Isotopenverhältnisse sprechen dagegen, dass sich die Tiere hauptsächlich von oberflächennahem Plankton ernähren. Stattdessen scheinen sie vor allem Fische und Weichtiere in 200 bis 1000 Meter Tiefe zu erbeuten. Fast drei Viertel ihrer Nahrung stammen offenbar von dort. Bisherige Annahmen dazu, was Mantas fressen, basierten auf Beobachtungen nahe der Wasseroberfläche, wo sie tatsächlich Plankton aus dem Meer filtern.

Ihr aktives Jagen in großen Tiefen bringt die

Riesen womöglich in Gefahr. Denn dort können sie der Hochseefischerei zum Opfer fallen – entweder indirekt wegen Nahrungsmangels, weil ihre Beute abgesammelt wird, oder direkt, indem sie als Beifang verenden. Womöglich sind sie daher noch stärker gefährdet als gedacht.

R. Soc. Open Sci. 3, 160717, 2016

MEDIZIN ZIKA-VIRUS ATTA- CKIERT GLIAZELLEN

► Das Zika-Virus greift im frühkindlichen Gehirn vor allem die so genannten Gliazellen an, die etwa die Hälfte des Organs ausmachen und wichtige, die Neurone unterstützende Funktionen ausüben. Das berichten Forscher um Arnold Kriegstein von der University of California in San Francisco (USA). Sie

brachten Gewebeproben aus menschlichen Hirnen mit Zika-Viren in Berührung. Die Viren attackierten darin bevorzugt neuronale Stammzellen sowie Astrozyten, Oligodendrozytenvorläufer und Mikrogliazellen. Letztere drei gehören zu den Gliazellen; sie unterstützen die Arbeit der Neurone, isolieren sie elektrisch und helfen, Stoffe und Flüssigkeiten im Gehirn zu transportieren. Nervenzellen dagegen wurden relativ selten infiziert.

Diese Beobachtung erkläre manches, das bisher rätselhaft gewesen sei, schreiben die Forscher. Die Kalkablagerungen etwa, die sich im Gehirn infizierter Neugeborener oft nachweisen lassen, gingen vermutlich auf die Zerstörung von Astrozyten zurück, die im Hirngewebe am Flüssigkeits- und Ionenhaushalt mitwirken.

Gliazellen besitzen häufig einen bestimmten Rezeptor mit der Bezeichnung AXL. Er war schon früher als Einfallstor für das Zika-Virus vermutet worden. Blockierten die Forscher ihn mit Antikörpern oder schalteten ihn per genetischem Eingriff aus, kam es tatsächlich zu

deutlich weniger Infektionen. Die Viren scheinen den Rezeptor also zu benötigen, um Gliazellen zu befallen. Ausgehend von dieser Erkenntnis prüfte das Team mehr als 2000 zugelassene Arzneistoffe darauf, wie gut sie sich als Mittel gegen Zika-Infektionen eignen. Es zeigte sich, dass

das Antibiotikum Azithromycin die Vermehrung der Viren behindert und die Gliazellen vor infektionsbedingten Schäden schützt.

Azithromycin ist für die Behandlung sexuell übertragener Infektionskrankheiten bei schwangeren Frauen zugelassen. Die Autoren hoffen deshalb,

dass sich aus ihrer Studie ein Ansatz ergibt, Zika-Infektionen bei werdenden Müttern zu behandeln und ihre Kinder so vor Entwicklungsstörungen wie der Mikrozephalie (Kleinwuchs des Kopfes) zu schützen.

PNAS 10.1073/pnas.1618029113, 2016

PHYSIK MAGNETFELD VERZERRT QUANTENVAKUUM

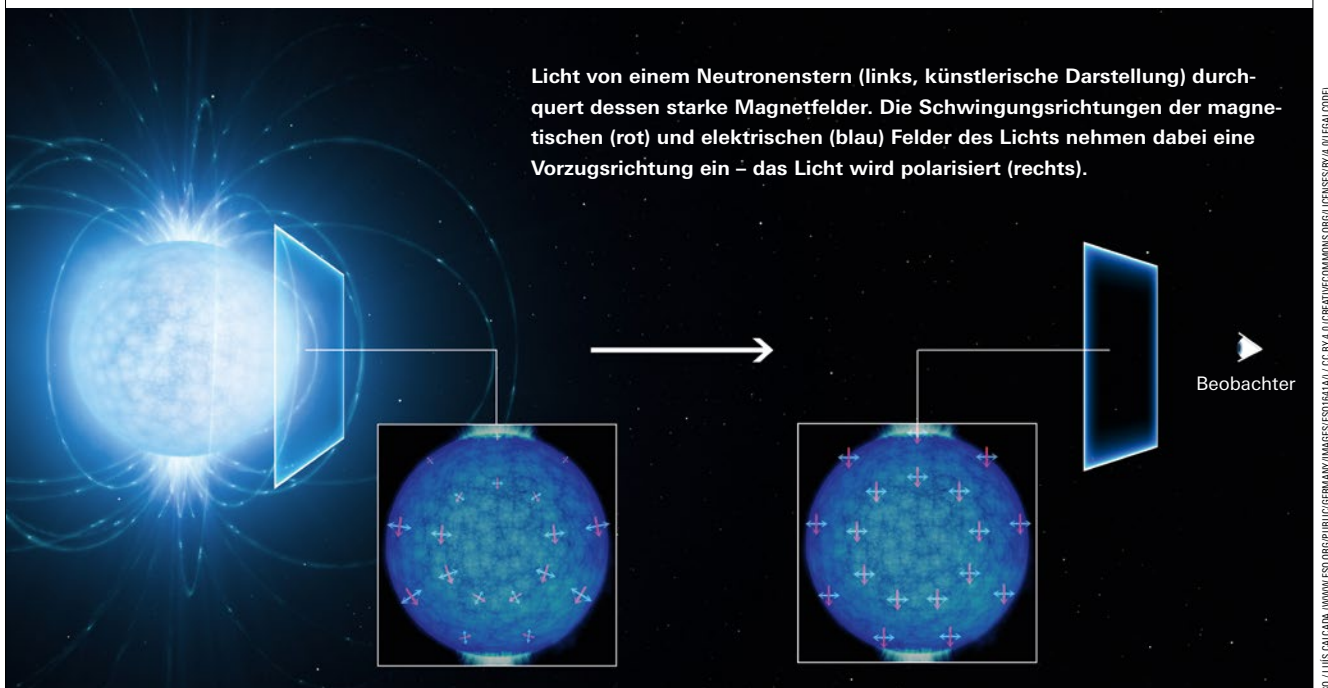
► Extrem starke Magnetfelder beeinflussen Licht, das den leeren Raum durchquert. Das haben Wissenschaftler der europäischen Südsternwarte ESO jetzt möglicherweise erstmals experimentell nachgewiesen. Indem sie mit dem Very Large Telescope (VLT) die Umgebung des erdnächsten Neutronensterns RXJ1856.5-3754 untersuchten, haben sie Hinweise auf einen Quanteneffekt gefunden, der bereits in den 1930er Jahren vorhergesagt, aber noch nie gemessen worden war.

Selbst ein perfektes Vakuum ist nicht völlig leer, sondern in ihm entstehen und verschwinden durch Quanteneffekte ständig »virtuelle Teilchen«. Diese werden von starken Magnetfeldern beeinflusst. Weil sie mit den Photonen des Lichts wechselwirken, sollte

sich ein magnetisiertes Vakuum wie ein Prisma verhalten und das Licht in verschiedenen polarisierte Teile trennen. Um diese so genannte Vakuumdoppelbrechung nachzuweisen, waren künstlich erzeugte Magnetfelder bei irdischen Experimenten bislang jedoch zu schwach.

Die Auswertung der ESO-Wissenschaftler ergab eine lineare Polarisation des Lichts vom Neutronenstern in Höhe von rund 16 Prozent. Diese lässt sich kaum anders erklären als dadurch, dass die gewaltigen Magnetfelder rund um den Neutronenstern eine Vakuumdoppelbrechung hervorrufen, meint Teammitglied Roberto Mignani. Es gebe zwar theoretisch auch andere Prozesse, die Sternenlicht im Raum polarisieren, etwa eine Streuung an Staubkörnern. Die Forscher halten es aber für unwahrscheinlich, dass das von ihnen entdeckte Polarisationsignal auf solche Effekte zurückgeht.

arXiv:1610.08323v1, 2016





Selbstfahrende Kraftfahrzeuge sollen sich autonom bewegen, aber auch manuell zu lenken sein. Der fliegende Wechsel zwischen beiden Betriebsarten birgt Risiken, wie Versuche der Sicherheitsingenieurin Holly Russell jetzt ergaben.

MOBILITÄT RISIKOREICHER WECHSEL AM STEUER

Das Konzept selbstfahrender Kraftfahrzeuge, die sich eigenständig im Verkehr bewegen, stößt in der Praxis auf unerwartete Schwierigkeiten. Forscher um Holly Russell von der Stanford University (USA) haben jetzt ein Szenario getestet, das bei solchen Autos einmal zur Routine gehören soll: Der menschliche Insasse lässt es eine Zeit lang autonom fahren und übernimmt dann wieder die Kontrolle. Die Versuchsteilnehmer taten sich damit überraschend schwer.

Russell und ihr Team schickten 22 Probanden mit einem autonomen Kraftfahrzeug auf eine Teststrecke. Dort lenkten die Teilnehmer es 15 Sekunden

lang über einen geraden Abschnitt und einen Spurwechsel. Hierauf schalteten sie den Autopiloten ein, der sie zurück zum Ausgangspunkt brachte. Nachdem sie diesen Zyklus viermal absolviert hatten, änderten die Forscher die Lenkübersetzung von 15:1 auf 2:1, so dass das Fahrzeug wesentlich stärker auf Steuerbewegungen reagierte. Zu einer ähnlichen Situation käme es, wenn das Auto selbstständig beschleunigen würde und der Insasse dann bei deutlich höherem Tempo wieder die Kontrolle übernehme.

Die Teilnehmer konnten sich auf die empfindlichere Lenkung nur schwer einstellen. Sie neigten deutlich zum Über- oder Untersteuern, obwohl ihnen die Änderung vorher rechtzeitig angekündigt worden war und sie auf dem geraden Streckenabschnitt zudem Gelegenheit hatten, die

neue Übersetzung auszuprobieren.

Neurowissenschaftler erklären dieses Phänomen mit dem Unterschied zwischen dem so genannten expliziten und impliziten Lernen: Menschen können sich zwar bewusst auf eine bevorstehende Veränderung einstellen – das heißt aber nicht, dass ihre großteils unbewusst arbeitende Bewegungskontrolle dies auch tut. Sie passt sich erst durch Erfahrung an die neue Situation an.

Insassen von autonomen Fahrzeugen, die das Steuer vom Autopiloten übernehmen, müssen – insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten – offensichtlich eine Phase der Unsicherheit überwinden, bis sie das Gefährt wieder intuitiv im Griff haben. Im Straßenverkehr berge das beträchtliche Risiken, geben die Forscher zu bedenken.

Science Robotics, im Druck

BIOCHEMIE VERSCHMÄHTES SILIZIUM

Silizium ist – nach Sauerstoff – das zweithäufigste Element in der Erdkruste. Angesichts dessen erscheint es verwunderlich, dass vier Milliarden Jahre Evolution keine Lebewesen hervorgebracht haben, die Silizium in ihren Stoffwechsel einbeziehen. Zumal solche Anpassungen im Hinblick auf Metalle sehr häufig geschehen sind: Rote Blutkörperchen beispielsweise üben ihre physiologische Funktion ganz wesentlich mit Hilfe von Eisen aus, und Pflanzen bauen Magnesium in ihren Farbstoff Chlorophyll ein. Silizium als Halbmetall hingegen scheint nur in anorganischen Zellbestandteilen vorzukommen, etwa in den Hüllen der Kieselalgen (Diatomeen).

Forscher um Frances H. Arnold vom Caltech (USA) haben jetzt eventuell einen Weg gefunden, dieses Rätsel zu lösen. Sie züchteten *E.-coli*-Bakterien, die organische Verbindungen aus Kohlenstoff und Silizium produzieren. Dies gelang ihnen mit Hilfe eines Hämoproteins – eines Enzyms, das eisenhaltige Komplexe bindet. Es kommt normalerweise in Mikroben vor, die in heißen Quellen Islands leben. Hämoproteine sind bekannt dafür, über ihre eigentliche biologische Funktion hinaus verschiedene »nicht natürliche« Reaktionen zu katalysieren, bei denen instabile Kohlenstoffverbindungen namens Carbene als Zwischenstufen auftreten. Das ließ die Forscher vermuten, das

Enzym könne unter Beteiligung von Carbenen auch Siliziumverbindungen entstehen lassen. Arnold und ihr Team isolierten das Gen für das Hämoprotein, schleusten es in *E. coli* ein und brachten die Bakterien so dazu, das Enzym herzustellen. Wurden diese nun noch mit siliziumhaltigen Nährstoffen gefüttert, bauten sie das Silizium tatsächlich in verschiedene organische Moleküle ein.

Im einem zweiten Schritt veränderten die Forscher das Hämoprotein, indem sie Mutationen in seinem Gen erzeugten. Dabei ent-

standen diverse Varianten, unter anderem solche mit deutlich höherer katalytischer Aktivität, also verbessertem Stoffumsatz. Diese sind wesentlich effizienter als bisher verwendete, künstliche Katalysatoren zum Herstellen von organischen Kohlenstoff-Silizium-Verbindungen.

Die Arbeit könnte dazu beitragen, neue Arzneistoffe zu entwickeln. Und sie hilft möglicherweise aufzuklären, warum Lebewesen sich so beharrlich »weigern«, Silizium in ihren Stoffwechsel zu integrieren.

Science 354, S. 1048–1051, 2016

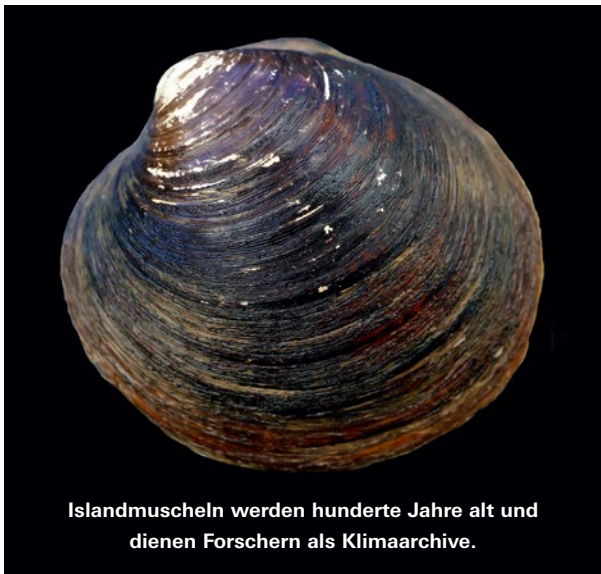


ISTOCK / PHOTIE

In den heißen Quellen Islands lebt unter anderem das Bakterium *Rhodothermus marinus*. Mit einem seiner Enzyme haben Forscher organische Siliziumverbindungen hergestellt.

KLIMAFORSCHUNG EXTREM ALTE MUSCHELN VERRATEN KLIMA FRÜHERER JAHRHUNDERTE

► Klimaforscher haben ein ungewöhnliches Fenster in die Vergangenheit aufgestoßen. Das Team um David Reynolds von der School of Earth and Ocean Sciences (Cardiff, Vereinigtes Königreich) arbeitet mit Islandmuscheln (*Arctica islandica*), die im Nordatlantik leben. Diese erreichen ein extrem hohes Alter; das älteste bekannte Exemplar bringt es auf 507 Jahre. Die Schalen der Tiere besitzen Wachstumsstreifen, ähnlich den



Islandmuscheln werden hunderte Jahre alt und dienen Forschern als Klimaarchive.

Jahresringen von Bäumen. Für jeden Streifen lässt sich ermitteln, welches Verhältnis von schweren zu leichten Sauerstoffisotopen ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) er aufweist. Dieser Quotient sagt etwas aus über die Durchschnittstemperatur in dem jeweiligen Jahr. Wenn man ihn für viele aufeinanderfolgende Jahre bestimmt, bekommt man ein Abbild der Klimaentwicklung in früheren Zeiten.

Mit dieser Methode untersuchten die Forscher hunderte Muschelschalen, teils von längst verendeten Tieren. Damit gelang es ihnen, eindeutig datierbare, jährliche Messwerte für das komplette zurückliegende Jahrtausend zu gewinnen – und daraus zu rekonstruieren, wie sich der Ozean in diesem Zeitraum verändert hat. Reynolds und sein Team verglichen ihre Ergebnisse mit historischen Daten zur Sonnenaktivität und zu Vulkanausbrüchen.

Die Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass in der vorindustriellen Zeit, also bis zirka 1800, schwankende Sonnenaktivitäten und vulkanische Eruptionen ganz wesentlich darüber bestimmten, ob sich der Ozean erwärmte oder abkühlte. Seit der Industrialisierung habe sich das jedoch geändert. Nun seien die ozeanischen Durchschnittstemperaturen zunehmend den atmosphärischen Veränderungen gefolgt, die aus der menschengemachten Freisetzung von Treibhausgasen resultierten.

Das neue Verfahren füllt die methodische Lücke zwischen instrumentellen Klimamessungen, die ungefähr 100 Jahre zurückreichen, und Analysen an Sedimentbohrkernen, die zwar wesentlich weiter in die Vergangenheit gehen, bei denen aber die Altersbestimmung schwierig ist.

Nat. Comm. 7,13502, 2016