

SPEKTROGRAMM





NEUE MINIFROSCH-SPEZIES ENTDECKT

► Fachleute haben sechs neue Froscharten beschrieben, die zur Gattung *Craugastor* gehören und in Mexiko sowie Guatemala vorkommen. Darunter sind Zwerge, die ausgewachsen kaum die Größe eines Fingernagels erreichen. Lediglich 13 Millimeter in der Länge misst das kleinste Exemplar. Die winzigen Tiere leben auf laubbedecktem Waldboden. Ihre Entwicklung unterscheidet sich von der anderer Frösche: Sie bilden keine Kaulquappen aus, sondern aus den Eiern schlüpfen die bereits fertig entwickelten Landtiere.

Für ihre Arbeit haben Tom Jameson von der University of Cambridge und sein Team unter anderem mehrere hundert Froschpräparate untersucht, die in Museen aufbewahrt werden. Per Genanalyse und Computertomografie gelang es ihnen, die neuen Arten zu identifizieren. Eine der Spezies bekam den Namen *Craugastor rubinus* und ist auf dem Foto zu sehen. Das abgebildete Exemplar sitzt auf einer mexikanischen Zehn-Peso-Münze, die 28 Millimeter Durchmesser hat.

Herpetological Monographs 10.1655/0733-1347-36.1.1, 2022

ASTRONOMIE DAS MASSEMONSTER INMITTEN DER MILCHSTRASSE

► Astronominen und Astronomen ist es erstmals gelungen, das Schwarze Loch im Zentrum unserer Heimatgalaxie abzubilden. Dazu nutzten sie im Rahmen der internationalen Forschungskooperation Event Horizon Telescope (EHT) ein weltweites Netzwerk von Radioteleskopen.

Schon lange ist bekannt, dass die Sterne im Zentrum der Milchstraße um ein unsichtbares, kompaktes und massereiches Objekt namens Sagittarius A* kreisen. Viel sprach dafür, dass es sich hierbei um ein Schwarzes Loch handelt. Die jetzt veröffentlichten Bilder machen es sichtbar. Zwar ist das Massemonster selbst nicht zu sehen, da es kein Licht aussendet. Doch leuchtendes Gas, das sich um das Objekt herumbewegt, enthüllt die verräterische Struktur einer dunklen Zentralregion, die von einer hellen ringähnlichen Scheibe umgeben ist. Den Untersuchungen zufolge ist das

Schwarze Loch etwa vier Millionen Mal so massereich wie unsere Sonne.

Sagittarius A* befindet sich 27000 Lichtjahre von der Erde entfernt und erscheint uns so groß wie ein Donut auf dem Mond. Um es abbilden zu können, schalteten die EHT-Wissenschaftler acht Radio-Observatorien rund um den Planeten zu einem virtuellen Teleskop von der Größe der Erde zusammen. Dieses sammelte mehrere Nächte lang Daten, aus denen sich die Bilder erstellen ließen.

Die EHT-Initiative hatte bereits 2019 das erste Bild eines Schwarzen Lochs

überhaupt veröffentlicht – des Objekts M87* nämlich, das im Zentrum der Galaxie Messier 87 sitzt. Sagittarius A* abzubilden, war allerdings schwieriger, da es rund 1000-mal kleiner ist als M87*. Deshalb wird es von benachbartem leuchtendem Gas in wenigen Minuten umrundet, während das bei M87* Tage bis Wochen dauert. Das Helligkeitsmuster rund um Sagittarius A* unterliegt somit schnellen Schwankungen, was die Forscher beim Abbilden berücksichtigen mussten.

Pressemitteilung der EHT-Initiative, 12. Mai 2022

DUNKLER SCHLUND Das Schwarze Loch Sagittarius A*, umgeben von leuchtender Materie.

EHT COLLABORATION. WWW.EHT.ORG/PUBLICATIONS/IMAGES/ESO2208-EHT-MWA1/ CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/4.0/LEGALCODE)

CHEMIE KOHLENSTOFFNANORÖHREN STABILISIEREN SUPER-SPRENGSTOFFE

► Kettenmoleküle, die nur aus Stickstoff bestehen, gehören zu den energiereichsten Verbindungen überhaupt. Genau darum ist derartige polymerer Stickstoff aber zu instabil, um einen praktischen Nutzen zu haben. Kohlenstoffnanoröhren könnten das Problem womöglich lösen, berichtet eine Arbeitsgruppe um Chi Ding von der Nanjing University. Ihr zufolge bilden sich in Kohlenstoffnanoröhren bisher unbekannte Strukturen aus reinem Stickstoff, die einerseits sehr energiereich, andererseits bei Raumtemperatur stabil sind. Das Team kam zu diesem Schluss mit Hilfe zweier Simulationsverfahren. Noch ist allerdings offen, ob sich solche Strukturen in der Praxis herstellen und nutzen lassen.

Kettenmoleküle aus Stickstoff eignen sich wegen ihrer inneren Bindungen sehr gut als Sprengstoff. Zweiatomiger Stickstoff (N_2), aus dem vier Fünftel der Erdatmosphäre besteht, ist wegen der Dreifachbindung zwischen den beiden Atomen äußerst stabil. Polymerer Stickstoff hingegen, in dem die Atome über Einfach- und Doppelbindungen verknüpft sind, neigt dazu, sich schlagartig zu N_2 umzuwandeln und dabei sehr viel Energie abzugeben. Das und die Tatsache, dass dabei lediglich ein ungiftiges Gas entsteht, machen solche Moleküle als technische Sprengstoffe begehrt.

Chi Ding und Kollegen haben die Energielandschaft stickstoffreicher Moleküle – beispielsweise Isocyano-

gentetraazid (C_2N_{14}) – in Kohlenstoffnanoröhren am Computer simuliert. Mit einem Verfahren des maschinellen Lernens fanden sie dabei Strukturen, die unter Alltagsbedingungen stabil sein könnten. Das Ergebnis überprüfte das Team anschließend mit einem weiteren Computeralgorithmus zur Molekulardynamik.

Damit eröffnen sich bisher unbekannte Möglichkeiten, Stickstoffatome kettenförmig in Kohlenstoffnanoröhren anzuordnen. Die Daten deuten darauf hin, dass die so eingekapselten Stickstoffstrukturen unter Alltagsbedingungen stabil sind, zugleich aber die doppelte Energiedichte des Sprengstoffs TNT besitzen.

Chinese Physics Letters 10.1088/0256-307X/39/3/036101, 2022

MIKROBIOLOGIE MULTIRESISTENTE SCHIMMELPILZE BREITEN SICH AUS

► Arzneistoffresistente Varianten des Schimmelpilzes *Aspergillus fumigatus*, die beim Menschen gefährliche Infektionen verursachen, verbreiten sich in der Umwelt. Zu diesem Schluss kommt ein Team um Johanna Rhodes vom Imperial College London. Die Forscherinnen und Forscher haben 218 Proben des Pilzes untersucht, die in Großbritannien und Irland sowohl Infizierten als auch ihrer Umgebung entnommen worden waren. 106 Proben zeigten eine Resistenz gegen mindestens ein gängiges Antipilzmittel. 26 Proben waren unempfindlich gegen zwei oder mehr Wirkstoffe; 23 davon stammten aus der Umwelt.

Aspergillus fumigatus kommt sehr häufig vor: Nahezu jeder Mensch atmet die Sporen täglich ein. Der Pilz verursacht eine gefährliche Infektionskrankheit, die Fachleute als invasive Aspergillose bezeichnen. An ihr sterben viele Patienten mit geschwächtem

Immunsystem, etwa Krebskranke oder Organempfänger. Aber auch andere Personen können sich mit dem Pilz infizieren und schwer erkranken, wenn sie beispielsweise an Atemwegskomplikationen leiden.

Invasive Aspergillose tötet bei medikamentöser Behandlung rund ein Viertel bis ein Drittel der Infizierten. Ohne Therapie sterben fast alle. Daher bereitet es Medizinern große Sorge, dass der Anteil der resistenten Erreger seit Jahren steigt. Bislang schien unklar, ob die Arzneimittelunempfindlichkeit durch die Behandlung entsteht oder ob die Patienten sich von vornherein mit resistenten Sporen infizieren.

Laut der neuen Studie kommt beides vor: Der Pilz kann infolge einer Arzneistofftherapie resistent werden, seine Unempfindlichkeit aber auch abseits vom Medizinbetrieb erlangen. Das Team fand mehrere Proben von erkrankten Menschen, die aus der


UNDEI / GETTY IMAGES / ISTOCK

PELZIG Eine Petrischale mit dem Pilz *Aspergillus fumigatus*.

Umwelt entnommenen Pilzen genetisch derart ähnlich waren, dass sich die Betroffenen offensichtlich mit bereits resistenten Keimen angesteckt hatten. Diese gehen vermutlich auf den häufigen Einsatz von Fungiziden in der Landwirtschaft zurück.

Nature Microbiology 10.1038/s41564-022-01091-2, 2022

ARCHÄOLOGIE DIE ÄLTESTE WAGEN- SPUR DER WELT

► Bei Ausgrabungen nahe Kiel ist die Spur eines steinzeitlichen Gefährts mit Rädern zu Tage gekommen. Die rund 5400 Jahre alten Streifen im

Boden legen nahe, dass von Tieren gezogene Wagen schon sehr früh verbreitet waren. Nach Ansicht der Archäologin Doris Mischka von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel stellen die Verfärbungen den ältesten bekannten Beleg für die Nutzung von Rädern und Wagen dar.

Die beiden parallelen Linien wurden bei archäologischen Feldarbeiten auf einem der größten europäischen Megalith-Friedhöfe entdeckt. Dort reihen sich nahe dem Ort Flintbek dutzende Grabhügel und Steingräber aus der Jungsteinzeit und Bronzezeit aneinander. Die frühesten Ruhestätten sind laut ¹⁴C-Datierung rund 5800 Jahre alt. Die mutmaßliche Wagenspur entstand der ¹⁴C-Methode zufolge etwa 400 Jahre später, ist zirka 20 Meter lang und spannt sich zwischen zwei Grabmonumenten.

INGEDRÜCKT Eine 5400 Jahre alte Wagenspur im Boden.

Mischkas Team stellte fest, dass die fünf bis sechs Zentimeter breiten Streifen mit der Dicke jungsteinzeitlicher Holzräder übereinstimmen, die unter anderem in norddeutschen Mooren gefunden wurden. Weiterhin entspricht der Abstand beider Linien genau der Breite jungsteinzeitlicher Wagenachsen. Somit handelt es sich sehr wahrscheinlich um die Spur eines Karrens, den vermutlich Rinder zogen. Der Schluss liegt nahe, dass die Erbauer der Grabmonumente ihr Baumaterial mit Wagen transportierten – eine Methode, die damals zu den Hochtechnologien zählte. Es erscheint sogar möglich, dass Lastkarren in Europa erfunden wurden statt im Nahen Osten wie bislang angenommen. Die Radspur ist mehrere Jahrhunderte älter als entsprechende Indizien, die man aus anderen Weltregionen kennt.

Pressemitteilung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 11. April 2022


DIETER STOLTENBERG

PHYSIK

IST DAS W-BOSON ZU SCHWER FÜR DAS STANDARDMODELL?

► Das W-Boson könnte schwerer sein, als vom Standardmodell der Teilchenphysik vorausgesagt. Zu diesem Ergebnis kommt ein Team um Ashutosh Kotwal von der Duke University in Durham (USA). Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben die Masse des Teilchens erneut gemessen und einen Wert ermittelt, der nicht mit dem theoretisch prognostizierten übereinstimmt.

Als so genanntes Eichboson tritt das W-Boson nur bei hochenergetischen Teilchenwechselwirkungen in Erscheinung. Es vermittelt die schwache Wechselwirkung, eine der vier

Elementarkräfte, und ist rund 80-mal schwerer als ein Proton. Das Standardmodell der Teilchenphysik sagt für seine Masse einen Wert von $80357 \text{ MeV}/c^2$ vorher. Früher ermittelte Messwerte stimmten im Rahmen der Unsicherheit damit überein.

Kotwal und sein Team werteten Daten des Tevatron-Teilchenbeschleunigers aus, der bis zum Jahr 2011 in Illinois (USA) aktiv gewesen war. Er hatte dazu gedient, Protonen und Antiprotonen kollidieren zu lassen, wobei zahlreiche weitere Teilchen entstanden. In den jetzt analysierten Messdaten steckten die Werte von rund vier

Millionen W-Bosonen. Damit ließ sich die Masse des Elementarteilchens sehr präzise auf $80433,5 \pm 9,4 \text{ MeV}/c^2$ bestimmen.

Der Unterschied zur theoretischen Vorhersage ist statistisch signifikant. Angesichts dessen, dass Forscher weltweit nach Abweichungen vom Standardmodell suchten, weil sie Hinweise auf eine Physik jenseits davon erhoffen, sind das eigentlich gute Nachrichten. Doch erst einmal müssen weitere unabhängige Messungen die Diskrepanz bestätigen, bevor das Standardmodell ernsthaft wankt.

Science 10.1126/science.abk1781, 2022

ÖKOLOGIE

NOCH EIN SCHELFEIS WENIGER

► Das Conger-Schelfeis der Ostantarktis, eine schwimmende Struktur von der Größe des halben Saarlands, ist am 15. März 2022 endgültig zerfallen. Schon in den Vorjahren war es immer weiter geschrumpft.

Die antarktischen Schelfeisgebiete grenzen an das Inlandeis und verlä-

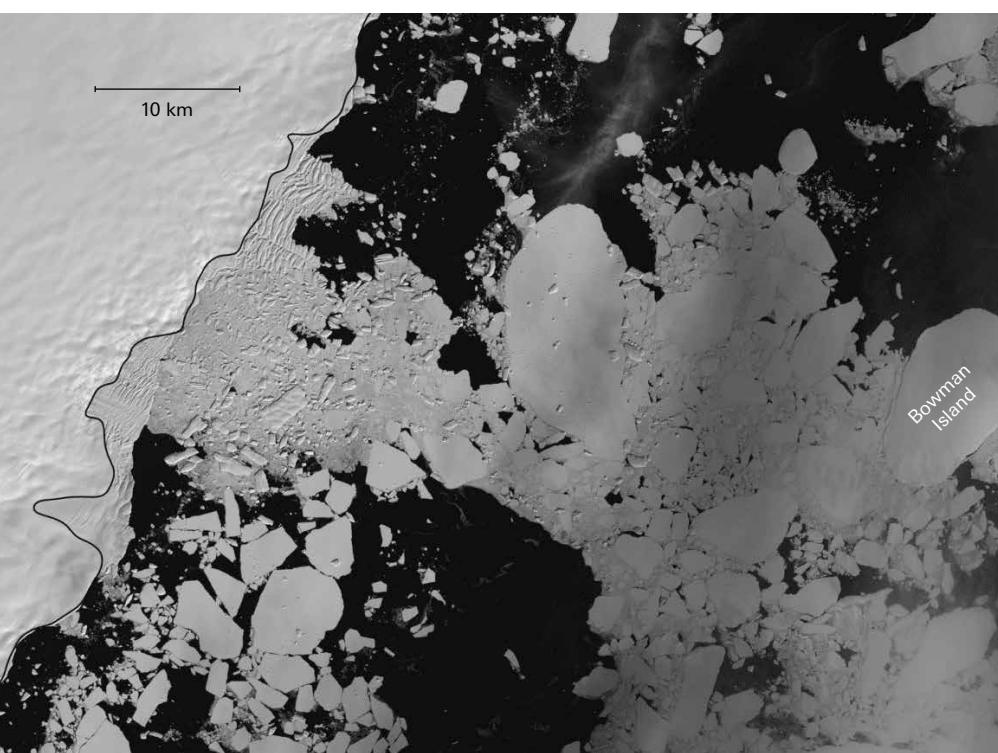
gern es bis ins Südpolarmeer. Brechen Strukturen wie der Conger-Eisschelf zusammen, halten sie das benachbarte Inlandeis nicht mehr zurück. Dieses fließt daraufhin schneller ins Meer und schmilzt dort, was den Wasserspiegel steigen lässt. Schelfeis gilt deshalb als »Sicherheitsband« der Antarktis.

In den zurückliegenden Jahrzehnten ließ sich immer häufiger beobachten, dass große antarktische Schelfeisplatten völlig zerfallen. Beispiele hierfür sind das Prinz-Gustav-Schelfeis (von 1989 bis 1995), Larsen A (1995), Larsen B (2002), Wilkins (2008 bis 2009) und nun Conger. Die Serie von Zusammenbrüchen deutet darauf hin, dass sich die Umweltbedingungen in der Antarktis grundlegend wandeln – allen voran die Temperaturen des Ozeans und der Atmosphäre.

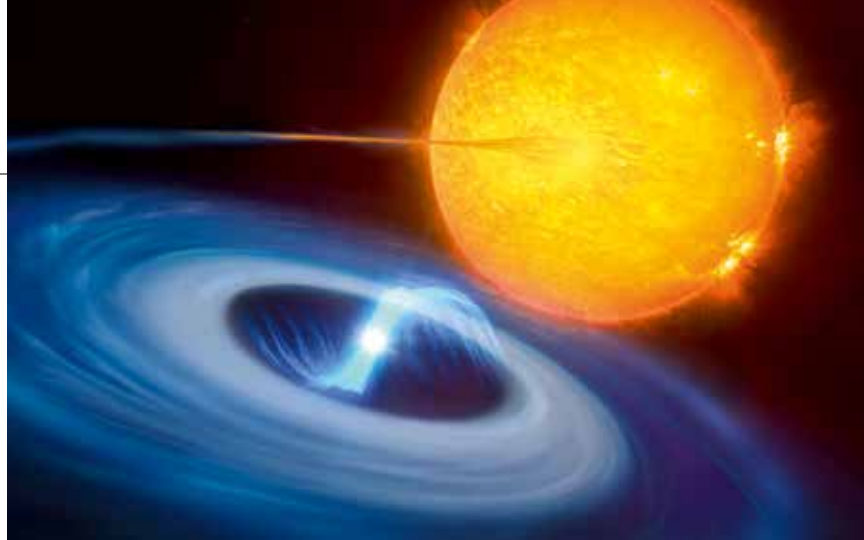
Die globale Erwärmung mache großräumige Schelfeisverluste immer wahrscheinlicher, mahnen Geowissenschaftler auf der wissenschaftsnahen Website »The Conversation«. Damit werde der Verlust des Inlandeises zunehmen und folglich der Meeresspiegel global steigen. Das Wasser des westantarktischen Eisschildes reiche aus, um den Meeresspiegel um mehrere Meter zu heben; wenn überdies auch die Ostantarktis beginne, große Eismengen zu verlieren, könnten daraus dutzende Meter werden.

The Conversation theconversation.com/congerice-shelf-has-collapsed-what-you-need-to-know-according-to-experts-180077, 2022

ZERBROCHEN Die Reste des Conger-Eisschelfs.



CATHERINE WALKER/WHOI



ASTROPHYSIK

WEISSE ZWERGE KÖNNEN AUCH NUR EIN BISSCHEN EXPLODIEREN

► Bei einer speziellen Form von Sternexplosion detonieren Weiße Zwerge nur zum Teil. Für irdische Verhältnisse sind diese Ereignisse immer noch gewaltig, im kosmischen Maßstab handelt es sich aber eher um kleine Verpuffungen, weshalb das neu entdeckte Phänomen als »Mikronova« bezeichnet wird.

Als ausgebrannte Sternüberreste zeigen Weiße Zwerge verschiedene Arten explosionsartiger Veränderungen (»Novae«). Stets braucht es dazu eine Begleitsonne, deren Material der

Sternüberrest an sich zieht. Bei einer »normalen« Nova fällt hauptsächlich Wasserstoff auf den Weißen Zwerg, bis auf seiner gesamten Oberfläche schlagartig Kernfusionsvorgänge zünden, bei denen der Wasserstoff zu Helium verschmilzt. Es kommt zu einer thermonuklearen Detonation, die den Sternüberrest über Wochen hinweg viel heller erstrahlen lässt.

Ein Team um Simone Scaringi von der Durham University (USA) entdeckte nun, dass sich Novae auch in deutlich kleinerem Umfang abspielen.

MINI-EXPLOSION Künstlerische Darstellung einer Mikronova.

Ausgangspunkt ist wieder ein Weißer Zwerg mit Begleiter. Verfügt er über ein starkes Magnetfeld, kann das Material, das er an sich zieht, in die Polregionen geschleudert werden. Die thermonukleare Detonation beschränkt sich dann auf diese.

Auf die Spur der Mikronovae gekommen war das Team zunächst anhand von Daten des NASA-Teleskops TESS sowie des Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte. Darin waren optische Lichtblitze zu erkennen, die mehrere Stunden anhielten. Scaringi und seine Gruppe machten drei Weiße Zwerge als Quellen dieser Erscheinungen ausfindig. Die Auswertung ergab, dass sich dort Mikronovae ereignet hatten. Da sich zudem in der Fachliteratur viele weitere Hinweise auf kurze Ausbrüche kompakter Sternüberreste finden, könnte die neu entdeckte Art der Sternexplosion sogar recht häufig stattfinden.

Nature 10.1038/s41586-022-04495-6, 2022

MEDIZIN

ÜBERGEWICHT ERHÖHT DAS RISIKO FÜR GEBÄRMUTTERKREBS STARK

► Gebärmutterkrebs ist die häufigste gynäkologische Krebserkrankung in Ländern mit hohem Lebensstandard. Meist geht er von der Gebärmutter-schleimhaut aus, Fachleute sprechen dann von einem Endometriumkarzinom. Schon länger ist bekannt, dass Übergewicht das Risiko für diese Krebsart erhöht – in welchem Ausmaß, war dagegen unklar. Die Molekularbiologin Emma Hazelwood und ihre Kollegen von der University of Bristol haben das jetzt in einer großen Studie genauer untersucht.

Laut den Daten erhöht Übergewicht die Wahrscheinlichkeit, an Gebärmutterkrebs zu erkranken deutlich stärker als bislang angenommen. Für je fünf zusätzliche Einheiten des Body-Mass-Index (BMI) steigt das Risiko um

88 Prozent. Fünf zusätzliche BMI-Einheiten entsprechen dem Unterschied zwischen normal- und übergewichtig beziehungsweise zwischen übergewichtig und fettleibig. Bei einer erwachsenen Frau, die 1,65 Meter groß ist, wären das 13,6 Kilogramm mehr.

Um herauszufinden, welche molekularen Mechanismen dahinterstecken, nahmen die Forscherinnen und Forscher genetische Untersuchungen an rund 120 000 Frauen aus verschiedenen Ländern vor. Etwa 13 000 davon waren an Gebärmutterkrebs erkrankt. Das Team testete auf 14 genetische Risikomerkmale, die mit Stoffwechsel, Hormonhaushalt und Entzündungen zusammenhängen. Mit Insulin, Testosteron und dem sexualhormonbindenden Globulin (SHBG)

identifizierte es drei körpereigene Substanzen, die einerseits das Krebsrisiko erhöhen und andererseits mit Übergewicht in Verbindung stehen. Wie schon länger bekannt, gibt Fettgewebe hormonell wirksame Stoffe ins Blut ab und beteiligt sich am Stoffwechsel von Steroiden und Sexualhormonen.

Genauere Einblicke darin, wie Übergewicht das Krebsrisiko beeinflusst, könnten Hinweise darauf liefern, wie sich die Behandlung von Risikopatientinnen verbessern lässt. Der Arzneistoff Metformin beispielsweise, der gegen Diabetes eingesetzt wird, kann die Testosteronproduktion blockieren und damit das Krebsrisiko reduzieren.

BMC Medicine 10.1186/s12916-022-02322-3, 2022