

Ein Teddybär auf dem Mars

Seit 2006 umrundet die HiRISE-Kamera an Bord der Raumsonde »Mars Reconnaissance Orbiter« unseren Nachbarplaneten und fotografiert seine Oberflächenstrukturen in hoher Auflösung. Zu den bisher abgelichteten Phänomenen gehören Staubteufel, spinnenähnliche Vertiefungen und Dünen, die wie Fischschuppen aussehen. Dazu gesellt sich nun ein »Teddybär« mit rundem Gesicht, Knopfaugen und schmaler Schnauze.

Das kreisförmige Bruchmuster hat einen Durchmesser von etwa zwei Kilometern. Dort liegt möglicherweise ein Einschlagkrater im Untergrund verborgen, der sich mit Auswurfmaterial aus einem zentralen Vulkan- oder Schlammschlot (der »Nase«) gefüllt hat. Die beiden augenähnlichen Vertiefungen entstanden bei Meteoriteneinschlägen.

www.uahirise.org/de/ESP_076769_1380, 2023



BILDUNGSFORSCHUNG

Lerndefizit der »Generation Corona« ist immens

Die Quarantänemaßnahmen während der Covid-19-Pandemie haben zu erheblichen Lerndefiziten bei Schülerinnen und Schülern geführt. Das zeigt die Metastudie eines Teams um Bastian Betthäuser von der University of Oxford. Demnach haben die Kinder im Schnitt etwa 35 Prozent ihres normalen Lernfortschritts eingebüßt. Die Bildungsverluste sind in einkommensschwachen Familien am größten – und in Mathematik.

Nach UNO-Angaben konnten pandemiebedingt rund 1,6 Milliarden Schüler und Schülerinnen in 190 Ländern zeitweise nicht zur Schule gehen. Das hat sich auf die kognitive und psychosoziale Entwicklung sowie auf die körperliche Verfassung negativ ausgewirkt, wie entsprechende Untersuchungen belegen. Die Metaanalyse von Betthäuser und Co schloss 42 Studien aus 15 Ländern ein, darunter vor allem solche aus Großbritannien und den USA. Neben Lerndefiziten in verschiedenen Schulfächern erfasste sie auch den soziodemografischen Status und das Durchschnittseinkommen jedes Landes.

Aus der Analyse geht hervor, dass sich die Lernfortschritte während der Pandemie erheblich verlangsamt haben. Betroffen waren vor allem Kinder aus bildungsfernen Milieus. In Ländern mittleren Durchschnittseinkommens wie Brasilien und Mexiko war das Lerndefizit größer als in Staaten hohen Durchschnittseinkommens, etwa den USA und Großbritannien. Zwischen den einzelnen Klassenstufen ließen sich keine deutlichen Unterschiede erkennen, belastbare Daten zu Geschlechterunterschieden fehlen bislang. In Mathematik fielen die Kinder stärker zurück als in Lesekompetenzen, vermutlich weil Eltern mit ihrem Nachwuchs

eher gemeinsam Bücher anschauen als Mathematikaufgaben bearbeiten.

Erkennbar ist zudem, dass das Lerndefizit über Mai 2022 hinaus anhielt. Solche Lücken zu schließen, sei sehr schwierig, betonen Bildungsforscher. Viele Länder hätten die ersten Gelegenheiten hierfür, beispielsweise in Form von Sommer Schulen, verpasst oder nur unzureichend genutzt. Damit sei noch mehr Zeit verloren gegangen. Der Mangel an Lehrkräften erschwere das Aufholen zusätzlich, insbesondere für Schüler und Schülerinnen aus einkommensschwachen Haushalten.

Experten kritisieren in dem Zusammenhang ebenso die Digitalisierungsmaßnahmen. Diese hätten nicht den Lernfortschritt gerettet, wie vielfach angenommen, sondern seien im Gegenteil zum Treiber von Bildungslücken geworden. »Was vielfach geschehen ist – Lernenden Tablets in die Hand zu drücken und zu hoffen, dass diese positiv wirken –, ist als gescheitert anzusehen«, sagt der Bildungsforscher Klaus Zierer von der Universität Augsburg. Der Konsum digitaler Medien in der Freizeit habe sich dadurch sogar erhöht.

Nature Human Behaviour 10.1038/s41562-022-01506-4, 2023

PHYSIK

Kalte Stahlkugeln erzeugen neue Form von Eis

Wassereis existiert in zahlreichen Strukturvarianten, was die Ordnung seiner molekularen Bestandteile anbelangt. Längst nicht alle davon sind abschließend erforscht. Ein Team um Christoph Salzmänn vom University College London hat nun eine weitere Form beschrieben: amorphes Eis mittlerer Dichte (MDA, von »medium-density amorphous«). Amorph bedeutet »gestaltlos« und bezeichnet Stoffe, deren Bestandteile keine geordnete Struktur aufweisen



KALTER STAHL Mit Hilfe tiefgekühlter Stahlkugeln haben Physiker eine neue Form von Eis erzeugt.

und somit einen Gegensatz zu kristallinen Stoffen darstellen.

»Wir kennen 20 kristalline Formen von Wassereis – aber nur zwei Haupttypen von amorphem, nämlich solches mit hoher und solches mit niedriger Dichte. Die gängige Meinung der Fachleute war, dass es zwischen diesen beiden keine mittlere Variante gibt«, erläutert Salzmänn. In einschlägigen Experimenten gab sein Team kristallines Eis zusammen mit Stahlkugeln, die auf minus 200 Grad Celsius gekühlt waren, in eine Schüttelmaschine. Dort wurde das gefrorene Wasser zerstampft.

Die Behandlung brachte kein weißes Pulver hervor, wie es die Forscherinnen und Forscher erwartet hatten, sondern MDA mit der gleichen Dichte wie flüssiges Wasser. Der Stoff verhält sich vermutlich wie Glas, schreibt das Team. Das würde bedeuten, er erscheint über kurze Zeiträume als fest, fließt langfristig betrachtet aber wie eine stark viskose Flüssigkeit.

Der große Dichteunterschied zwischen den beiden zuvor bekannten amorphen Eisvarianten hatte Wissenschaftler vermuten lassen, dass Wasser bei sehr niedrigen Temperaturen zwei verschiedene flüssige Formen annehmen kann. Diese könnten theoretisch gleichzeitig nebeneinander existieren und Emulsionen bilden – ähnlich einem Öl-Wasser-Gemisch. Die neue Studie stellt das allerdings in Frage.

Amorphes Wassereis kommt auf der Erde extrem selten vor. Auf den Eismonden von Saturn und Jupiter jedoch könnte es amorphe Zustände einschließlich MDA geben, spekulieren Salzmann und Co. Denn die Gezeitenkräfte beider Gasriesen üben auf kristallines Eis womöglich ähnliche Scherkräfte aus wie die Stahlkugeln im Experiment. Erwärmt man MDA und lässt es wieder kristallisieren, setzt es sehr viel Wärmeenergie frei. Auf Eismonden wie Ganymed löst das vielleicht tektonische Bewegungen und Beben aus.

Science 10.1126/science.abq210, 2023

TECHNIK

NASA entwickelt Marsrakete mit Nuklearantrieb

► Raumfahrzeuge mit nuklearthermischem Antrieb könnten es ermöglichen, schneller durchs All zu reisen als bisher. Noch existieren sie nur auf dem Papier. Doch die US-Weltraumbehörde NASA arbeitet jetzt mit der Darpa zusammen, der Forschungsbehörde des US-Verteidigungsministeriums, um einen solchen Antrieb zu

realisieren. Schon im Jahr 2027 könnte ein Testflug stattfinden, teilen beide Einrichtungen mit.

Nuklearthermische Triebwerke verleihen einer Rakete theoretisch ein höheres Tempo als konventionelle chemische – und das bei sparsamerem Treibstoffverbrauch. Vor allem bei bemannten Marsmissionen wäre das vorteilhaft, denn je kürzer der Flug, umso geringer das Risiko für die Besatzung, vor allem hinsichtlich der Strahlenbelastung im interplanetaren Raum.

Bei einem solchen Antrieb erhitzt ein Atomreaktor eine zunächst flüssige Substanz wie Wasserstoff. Das Material wird dadurch gasförmig und über eine Düse am Heck ausgestoßen, was das Raumfahrzeug nach vorn beschleunigt. Laut NASA funktioniert das, bezogen auf den Treibstoffverbrauch, mindestens dreimal so effizient wie klassische chemische Antriebe. Damit ausgerüstet, könnte ein Raumschiff den Mars bereits in drei Monaten erreichen. Bislang kalkulieren Fachleute mit der doppelten bis dreifachen Dauer.

Letztmals hätten die USA einen nuklearthermischen Antrieb vor fünf Jahrzehnten erprobt, schreibt die NASA. Nun will sie die Idee mit Blick auf künftige Mond- und Mars Expeditionen wiederbeleben. Entsprechende Triebwerke würden allerdings

nicht für den Start in die Erdumlaufbahn genutzt, sondern erst im All eingesetzt – beispielsweise beim Abflug von einer künftigen Mondbasis aus in Richtung Mars.

Das Direktorat für Raumfahrttechnologie der NASA wird die technische Entwicklung des Triebwerks leiten. Dieses soll dann in ein experimentelles Raumfahrzeug der Darpa integriert werden.

Gemeinsame Pressemitteilung der NASA und Darpa vom 24. Januar 2023

CHEMIE

»Ewigkeitschemikalien« sollen verboten werden

► PFAS-Chemikalien (von »per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen«) weisen Schmutz, Wasser und Fette ab. In Produkten wie beschichteten Pfannen und Jacken sind sie häufig zu finden. Ihre Umweltbilanz fällt freilich wenig günstig aus. Deshalb möchten Deutschland, Dänemark, die Niederlande, Norwegen und Schweden in einer gemeinsamen Initiative sämtliche Verbindungen dieser Substanzklasse verbieten.



VOLLGAS Ein nuklearthermisches Versuchstriebwerk auf einem Teststand der NASA.

NASA/WICK SPEER (WWW.NASA.GOV/DIRECTORATE-SPACE/TECHNICAL-PROPELLSION-COULD-HELP-GET-HUMAN-TO-MARS-FASTER)

Laut behördlichen Angaben könnten in den kommenden 30 Jahren rund 4,4 Millionen Tonnen PFAS in die Umwelt gelangen, sofern nichts dagegen unternommen wird. Das ist problematisch, da die Substanzen über sehr lange Zeiträume hinweg erhalten bleiben. Sie sammeln sich unter anderem im menschlichen Organismus an, eventuell mit gesundheitlichen Folgen. Einige Studien weisen darauf hin, dass PFAS Leberschäden verursachen oder die Immunfunktion beeinträchtigen könnten. Für die meisten Stoffe aus dieser Klasse ist die entsprechende Evidenz allerdings noch dünn.

Die EU-Chemikalienagentur (ECHA) will nun prüfen, ob ein Verbot mit EU-Recht vereinbar ist. Falls ja, folgt eine wissenschaftliche Untersuchung des Vorschlags. Im Anschluss entscheiden die EU-Kommission und die EU-Staaten über etwaige Beschränkungen. Das könnte 2025 geschehen.

Der ECHA zufolge wäre es eines der umfangreichsten Verbote chemischer Stoffe in Europa. Unternehmen wären gezwungen, bei rund 10 000 Anwendungen nach Alternativen zu suchen. Dafür sollen sie bis zu zwölf Jahre Zeit bekommen – je nachdem, ob bereits Ersatzstoffe verfügbar sind. Ausnahmen soll es nur vereinzelt geben. So existiere bislang kein PFAS-Ersatz für Feuerschutzkleidung oder Feuerlöschschaum, heißt es aus dem Bundesumweltministerium.

Experten begrüßen die Initiative. »In vielen Fällen – vor allem für Kon-

sumgüter – sind Alternativen zu PFAS vorhanden oder deren Verwendung ist nicht essenziell. Hier wird ein Verbot schnell greifen und für eine spürbar verminderte Belastung durch Haushaltsgüter sorgen«, sagt etwa Rainer Lohmann von der University of Rhode Island in Kingston.

Pressemitteilung des Umweltbundesamts vom 13.1. 2023

PALÄO BIOLOGIE

»Höllenschweine« waren vermutlich Allesfresser

► 38 bis 19 Millionen Jahre vor heute, während der Zeitalter des Eo- und Miozäns, besiedelten große Paarhufer aus der Gruppe der Schweineartigen die Erde: so genannte Entelodontidae. Sie hatten massige Körper mit gewaltigen Schädeln und starken Hauern. Manche ihrer Vertreter, etwa aus der Gattung *Daeodon*, erreichten gut zwei Meter Schulterhöhe. Wegen ihres robusten Körperbaus, ihrer raubtierartig nach vorn gerichteten Augen und ihres beeindruckenden Gebisses werden sie oft als »Höllenschweine« bezeichnet. Viele Fachleute vermuten, dass es sich um Jäger mit Knochen zermalmenden Kräften handelte. Ein Team um Florent Rivals von der Wissenschaftseinrichtung ICREA in Spanien hat jetzt Belege

dafür gefunden, dass das Fressverhalten dieser Tiere vielleicht doch nicht ganz so furchteinflößend war.

Die Forscherinnen und Forscher analysierten Zähne von Entelodontidae und Anthracotheriidae, einer weiteren ausgestorbenen Gruppe schweineähnlicher Paarhufer. Dabei untersuchten sie die Abnutzungsspuren des Gebisses und verglichen sie mit denen von Bären, Raubkatzen, Füchsen, Ottern, Elchen, Bisons und anderen Tieren. Je nach bevorzugter Diät zeigt sich auf den Zähnen ein charakteristisches Verschleißmuster aus Gruben, Kerben, Schleifspuren oder punktförmigen Vertiefungen.

Den Ergebnissen zufolge waren die Entelodontidae wohl Allesfresser, vergleichbar heutigen Bären oder Wildschweinen. Zu deren Nahrungsspektrum gehören zwar kleine Wirbeltiere, Aas einschließlich Knochen und bei Bären bisweilen auch größere Tiere. Üblicherweise decken sie ihren Bedarf aber hauptsächlich mit Pflanzenkost und Insekten – aufgenommen Eisbären, die einzigen überwiegenden Fleischfresser in der Familie der Bären. Wahrscheinlich, so das Autorenteam, habe der Speisezettel der Entelodontidae jahreszeitlich stark variiert, wie bei heutigen Bären. Die Anthracotheriidae wiederum waren laut den Analysen reine Pflanzenfresser und konsumierten je nach Art Blätter, Gras oder überwiegend Früchte.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 10.1016/j.palaeo.2022.111363, 2023



WILL NUR SPIELEN So könnten »Höllenschweine« der Gattung *Daeodon* ausgesehen haben.



FERNE WELT Den Zwergplaneten Quaoar umgibt ein Ringsystem (Illustration).

ASTRONOMIE

Zwergplanet Quaoar hat rätselhafte Ringe

Der Zwergplanet Quaoar ist mit einem Durchmesser von knapp 1100 Kilometern etwa halb so groß wie Pluto und zieht seine Bahn jenseits von Neptun. Ein Forschungsteam um Bruno Morgado von der Bundesuniversität Rio de Janeiro in Brasilien hat jetzt entdeckt, dass Quaoar ein Ringsystem besitzt, das es gängigen Theorien zufolge gar nicht geben dürfte. Die Wissenschaftler nutzten hierfür das Großteleskop »Gran Telescopio Canarias« auf La Palma.

Ringe aus Eis und Gestein sind nicht ungewöhnlich: Planeten wie Saturn und Neptun besitzen welche, aber auch andere Himmelskörper unseres Sonnensystems wie der Asteroid Chariklo. Quaoars Ringe liegen jedoch jenseits der so genannten Roche-Grenze und damit überraschend weit vom Zwergplaneten entfernt. Laut gängiger Auffassung sollten sie nur innerhalb der Roche-Grenze existieren können, wo sich das Material wegen der stärkeren Gravitationswirkung des Zwergplaneten nicht zusammenballen kann.

Außerhalb davon müssten Gestein und Eisbrocken eigentlich rasch aggregieren und Monde formen.

Weil der erst 2002 entdeckte Quaoar rund 6,5 Milliarden Kilometer von uns entfernt ist, erscheint er selbst auf Aufnahmen von Großteleskopen lediglich als kleiner Fleck. Sein schwach leuchtendes Ringsystem lässt sich nur indirekt nachweisen. Zieht Quaoar von uns aus gesehen vor einem Stern vorbei und bedeckt ihn kurzzeitig, fällt dessen Helligkeit dreimal ab: erst schwach, dann stark, dann wieder schwach. Daraus schließt das Team auf die Existenz der Ringe, die Quaoar in schätzungsweise 4100 Kilometer Entfernung umgeben.

Vielleicht hat sich aus ihnen kein Mond gebildet, weil Weywot, ein 170 Kilometer großer Trabant von Quaoar, dessen Entstehung mit seiner Schwerkraft verhindert. Begegnungen mit Weywot könnten die Gesteins- und Eisbrocken immer wieder beschleunigen, so dass sie nie zusammenklumpen. Ebenso ist ein kürzlich zerstörter Mond denkbar, dessen Trümmer jetzt Quaoar umkreisen. Das halten Fachleute jedoch für wenig wahrscheinlich, weil sich die Trümmer bereits binnen weniger Jahrzehnte wieder zusammenballen müssten.

Nature 10.1038/s41586-022-05629-6, 2023

PSYCHOLOGIE

Schon Dreijährige erkennen selbstsüchtige Ausreden

Wenn Eltern etwas versprechen und dann nicht einhalten, sollten sie einen guten Grund vorbringen: Schon Kleinkinder erkennen selbstsüchtige Ausreden. Zu diesem Ergebnis kommen Forscher von der Duke University um den Psychologen Michael Tomasello. Das Team führte Tests mit 64 Kindern im Alter von drei beziehungsweise fünf Jahren durch.

Die Wissenschaftler zeigten den Kleinen verschiedene Videos. Darin versprachen Puppen, ein Spielzeug zu holen, kamen aber mit leeren Händen zurück. Manchmal gaben sie dafür keine Erklärung, manchmal nannten sie einen altruistischen Grund wie »Ich musste meinem Freund helfen«. Mitunter führten sie ein egoistisches Motiv an wie »Ich wollte fernsehen«.

Egal, welche Erklärung und ob überhaupt eine: Dass die Puppen ihr Versprechen gebrochen hatten, fanden die Kinder nicht in Ordnung. Mehr Verständnis hatten sie allerdings, wenn es einen solidarischen Grund dafür gab. Eine selbstsüchtige Ausrede empfanden sie als ebenso unzureichend wie überhaupt keine. Sie hatten demnach die soziale Norm verinnerlicht, dass altruistische Motive mehr zählen als egoistische. Die Fünfjährigen konnten das auf Nachfrage sogar erklären, die Dreijährigen noch nicht.

Konsequenzen zogen die Kinder daraus keine. Egal ob guter oder schlechter Vorwand: Sie mochten die Puppen gleichermaßen und wollten unverändert gern mit ihnen spielen. Bricht jemand ein Versprechen aus fadenscheinigen Gründen, deutet das meist darauf hin, dass er kein guter Freund ist. Diesen Zusammenhang sahen die Kleinen anscheinend nicht.

Cognitive Development 1.1016/
j.cogdev.2022.101268, 2022