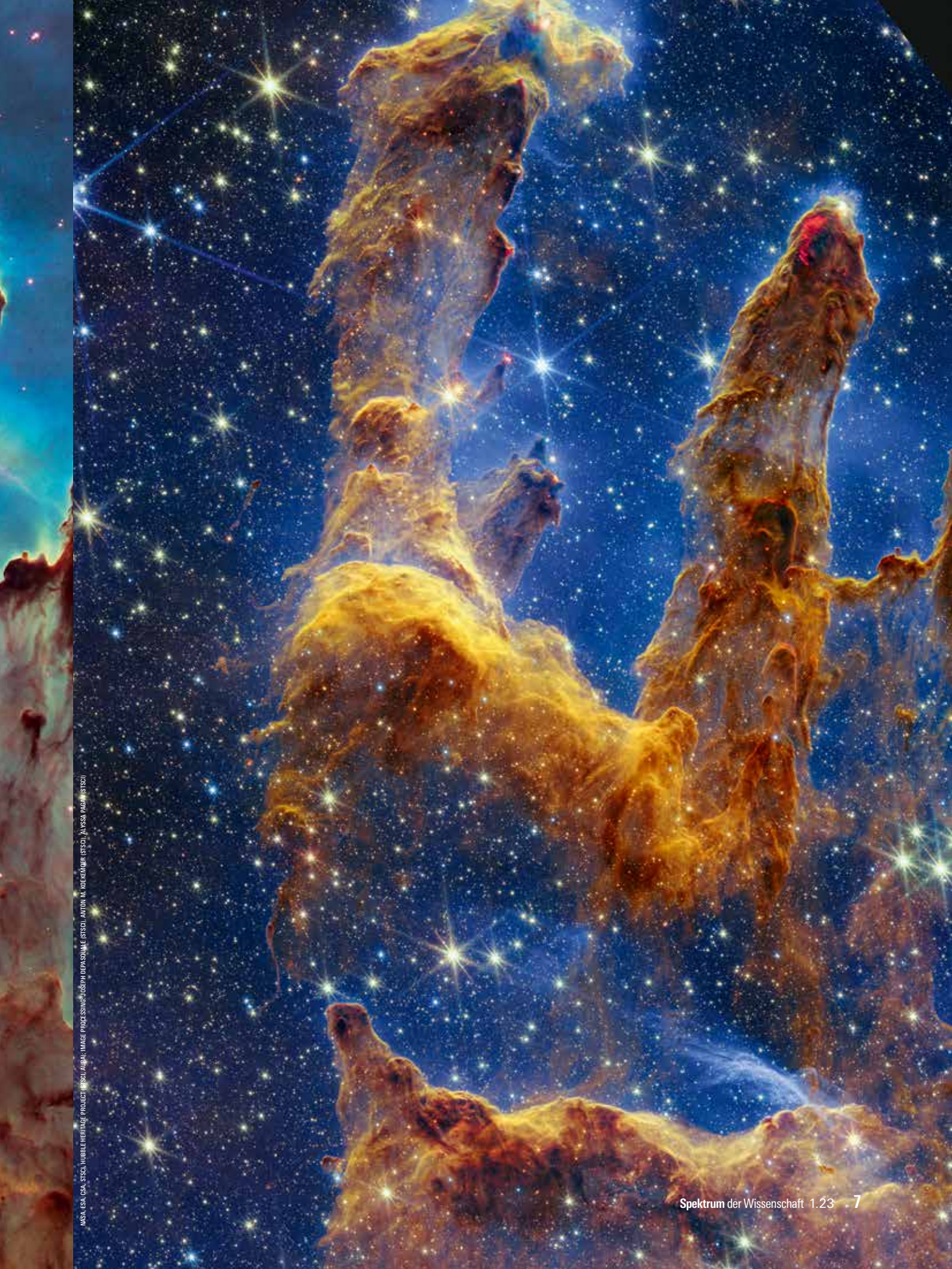
»Säulen der Schöpfung« in neuer Pracht

Sterne entstehen in riesigen Gasnebeln. Darin gibt es dichte Wolken aus Staub und Wasserstoff, die sich unter ihrer eigenen Schwerkraft zusammenziehen, zu rotieren beginnen und allmählich eine Kugel hervorbringen – den späteren Stern. Ein bekanntes Sternentstehungsgebiet sind die »Säulen der Schöpfung« im etwa 6500 Lichtjahre entfernten Adlernebel. Im Jahr 1995 machte das Weltraumteleskop Hubble eine atemberaubende Aufnahme davon, die zu den bekanntesten Astro-Motiven zählt (links).

Nun legt das James-Webb-Weltraumteleskop noch einen drauf (rechts). Mit Hilfe seiner Nahinfrarotkamera hat es die »Säulen« in nie da gewesener Schärfe und Auflösung abgelichtet. Die hellen, auf Grund der Lichtbrechung gezackt erscheinenden Kugeln im Bild sind junge Sterne mit einem geschätzten Alter von einigen hunderttausend Jahren. Das karmesinrote Leuchten an der rechten Säule stammt von energiereichen Wasserstoffmolekülen.

Pressemitteilung der NASA vom 19. Oktober 2022

NASA, ESA, CSA, STSCI; HUBBLE HERITAGE PROJECT (STSCI, AURA); IMAGE PROCESSING: JOSEPH DEPASQUALE (STSCI), ANTON M. KOEKEMOER (STSCI), ALYSSA PAGAN (STSCI)



NASA, ESA, CSA, STScI; HUBBLE HERITAGE PROJECT (STSCI, AURA); IMAGE PROCESSING: JOSEPH DEPASQUALE (STSCI), ANTON M. KOEKEMOER (STSCI), ALYSSA PAGAN (STSCI)

VERHALTENSFORSCHUNG

Hummeln, die mit Bällen spielen

Hummeln zeigen ein spielerisches Verhalten: Sie rollen Kugeln durch die Gegend, und das offenbar nur »zum Spaß«. Ein Forschungsteam um Hiruni Dona von der Queen Mary University of London hat das in einer Reihe von Experimenten nachgewiesen – die erste derartige Beobachtung an Insekten.

Legen Tiere wiederholt ein Verhalten an den Tag, das ihnen keinen erkennbaren Nutzen bringt (etwa in Form von Nahrung oder höheren Fortpflanzungschancen), betrachten Wissenschaftler das als Spiel. Mit unbelebten Gegenständen zu spielen, ist bei Tieren weit verbreitet – soweit bisher bekannt, hauptsächlich unter Säugern und Vögeln. Ein solches Verhalten gilt als wichtiges Indiz dafür, dass die jeweilige Spezies empfindungsfähig ist. Auf Säugetiere und Vögel sowie Kopffüßer und Fische trifft das offensichtlich zu. Und möglicherweise ebenso auf Insekten, wie die neue Studie vermuten lässt.

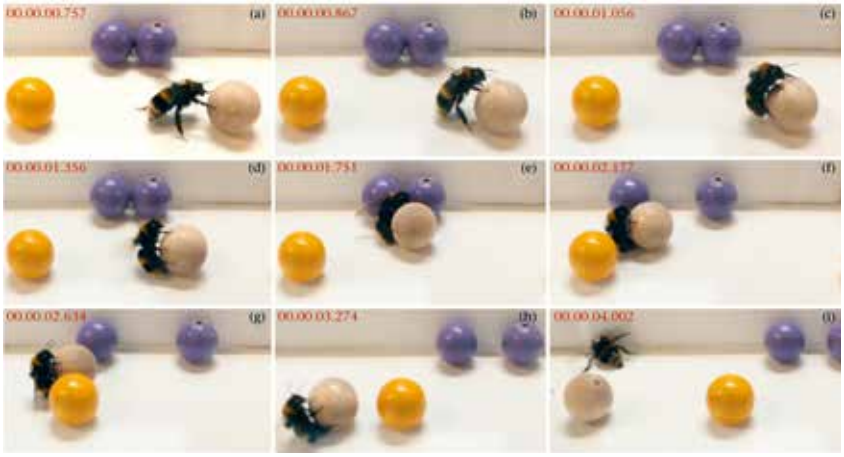
Das Forschungsteam richtete Parcours ein, in denen Hummeln ungehindert zu einem Futterbereich mit Zuckerlösung gelangen konnten. An den Seiten des Wegs platzierten die Wissenschaftler kleine bunte Holzkugeln, von denen einige am Boden befestigt waren und andere lose herumlagen. Anschließend beobachteten sie über 54 Stunden hinweg an 45 Hummeln, wie diese sich in den Parcours verhielten.

Insgesamt 910-mal rollten die Insekten Kugeln durch die Gegend, obwohl das nicht nötig war, um die Saccharose zu erreichen. Einige Hummeln wiederholten das immer wieder und bewegten die Murmeln auf verschiedene Weise. Vor die Wahl zwischen einem Parcours mit beweglichen oder mit festsitzenden Kugeln gestellt, bevorzugten sie den ersten. Nahrungsaufnahme und Kugelrollen geschahen zu verschiedenen Zeiten und unterschiedlich oft, was darauf hindeutet, dass die Tiere jeweils abweichende Beweggründe dafür hatten. Jüngere und männliche Hummeln zeigten sich besonders emsig darin, die Bälle zu bewegen.

Die Forscherinnen und Forscher werten das als Hinweis auf spielerisches Verhalten. Um genauere Schlüsse zu ziehen, müsse man beispielsweise analysieren, welche Neurotransmitter beim Murmelrollen aktiviert werden.

Animal Behaviour 10.1016/j.anbehav.2022.08.013, 2022

KICKER MIT SECHS FÜSSEN Die Bildsequenz zeigt, wie eine Hummel vier Sekunden lang mit einer Murmel interagiert. Sie berührt die weiße Kugel, rollt sie hinter die gelbe und zieht dann weiter.



GALPAYAGE DONA, H.S. ET AL.: DO BUMBLE BEES PLAY? ANIMAL BEHAVIOUR, 2022, FIG. 2 (DOI.ORG/10.1016/J.ANBEHAV.2022.08.013) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/LEGALCODE)

CHIMÄRE Menschliches Hirnorganoid (hellgrün), verpflanzt in ein Rattenhirn (dunkelgrün).

STANFORD UNIVERSITY

HIRNFORSCHUNG

Menschliches Hirngewebe steuert Verhalten von Ratten

Ein Forschungsteam um Sergiu Pașca von der Stanford University hat menschliches Hirngewebe in die Denkorgane neugeborener Ratten transplantiert. Das humane Gewebe verwuchs anschließend mit dem tierischen, tauschte Nervensignale mit diesem aus, reagierte auf Umweltreize – und steuerte das Verhalten der Tiere mit.

Ähnliche Versuche gab es schon früher, allerdings an ausgewachsenen Nagern. Die menschlichen Neurone integrierten sich dabei nur unzureichend in den tierischen Organismus, da dieser bereits fertig entwickelt war. Die neue Studie hat die Hürde nun umgangen.

So genannte Hirnorganoide, gezüchtet aus Stammzellen, sollen einmal helfen, neurodegenerative und neuropsychiatrische Erkrankungen zu behandeln. Dabei handelt es sich um millimetergroße Zellverbände, die Hirngewebe ähneln, aber meist kein Binde- und Stützgewebe sowie keine Gefäße enthalten. Pașca & Co. pflanzten menschliche Hirnorganoide in die Gehirne neugeborener Ratten ein, genauer in deren somatosensorische Kortizes, die körperliche Empfindungen verarbeiten. Die transplantierten Zellen waren gentechnisch so verändert, dass sie feuerten, sobald sie mit Licht stimu-

liert wurden, das sich über Glasfasern in die Rattenhirne einstrahlen ließ.

Anschließend trainierte das Team die Nager: Leckten die Tiere immer dann an einem Trinkröhrchen, wenn blaues Licht ihr Gehirn flutete, so erhielten sie Wasser. Taten sie das hingegen bei rotem Licht, gab es keine Erfrischung. Nur Ratten mit eingepflanzten menschlichen Hirnorganoiden labten sich nach einigen Tagen bevorzugt während der Blau-Stimulation an der Tränke. Demzufolge war das implantierte Gewebe offenbar so weit ins Gehirn integriert, dass es das Verhalten der Nager steuerte. Zupften die Experimentatoren an den Tasthaaren der Ratten, feuerten die menschlichen Neurone ebenfalls; offenbar konnten sie die entsprechenden sensorischen Informationen empfangen.

Nature 10.1038/s41586-022-05277-w, 2022

ASTRONOMIE

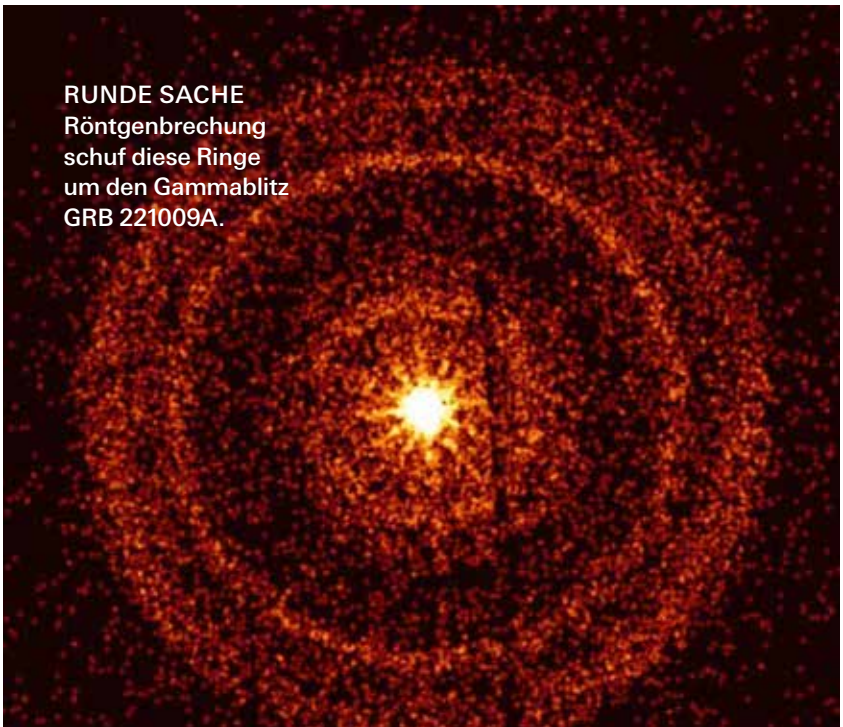
Rekordverdächtiger Gammablitz

Vor rund zwei Milliarden Jahren starb in den Tiefen des Alls ein Stern. Das geschah, wie bei sehr massereichen Sternen üblich, in einer enorm energiereichen, gleißend hellen Explosion. Deren elektromagnetische Strahlung hat nun endlich die Erde erreicht und ist am 9. Oktober 2022 von etlichen Messgeräten aufgezeichnet worden, darunter vom NASA-Forschungssatelliten Swift. Die Strahlung kommt aus Richtung des Sternbilds Pfeil und kennzeichnet einen der hellsten und intensivsten Gammastrahlenblitze, die bisher detektiert worden sind.

Gammastrahlenblitze setzen binnen einer Sekunde so viel Energie frei wie unsere Sonne während ihrer gesamten, rund zehn Milliarden Jahre währenden Existenz. Ihre Strahlung hat eine viel kürzere Wellenlänge als sichtbares Licht und zeichnet sich somit durch eine wesentlich höhere Photonenenergie aus. Der am 9. Oktober empfangene Blitz, katalogisiert unter der Bezeichnung GRB 221009A, wies rekordverdächtige Photonenenergien von mehr als 100 Millionen Elektronenvolt auf. Er ließ sich mehr als zehn Stunden lang beobachten.

Bilder des Swift-Satelliten zeigen leuchtende Ringe um den Herkunftsort des Blitzes. Sie stellen »Lichtechos« dar, die entstehen, wenn die von der Explosion ausgehende Röntgenstrahlung von mikroskopisch kleinen kosmischen Staubpartikeln zur Erde gestreut wird. Nach Ansicht verschiedener Experten haben die Instrumente diese Strukturen bei GRB 221009A außergewöhnlich gut eingefangen. Der Gammastrahlenblitz gehört zu den intensivsten derartigen Ereignissen, die bisher registriert wurden – unter anderem deshalb, weil er von einem offensichtlich sehr massereichen Stern ausging. Die Strahlungsintensität der Explosion war so hoch, dass viele Messdetektoren davon übersättigt waren, was eine Auswertung des Signals erheblich erschwert.

Pressemitteilung der NASA vom 13. Oktober 2022



NASA/SWIFT/A. BEARDMORE (UNIVERSITY OF LEICESTER)

RUNDE SACHE Röntgenbrechung schuf diese Ringe um den Gammablitz GRB 221009A.

NASA, ESA, JIAN-YANG LI (PSI), JOE DEPASQUALE (STSCI)

DOPPELT HÄLT BESSER Das System Didymos-Dimorphos hat jetzt einen Zweifach-Schweif (rechts).

RAUMFAHRT

Himmelskörper abgelenkt

Planmäßig ist die DART-Sonde der NASA am 27. September 2022 auf dem Asteroidenmond Dimorphos zerschellt. Dies sollte unter anderem die Möglichkeit testen, einen Himmelskörper abzulenken, der auf die Erde zu treffen droht. Der Aufprall war so stark, dass der Mond jetzt eine halbe Stunde weniger braucht, um den Asteroiden Didymos zu umrunden. Ein hervorragendes Ergebnis der Mission, denn schon rund eine Minute Differenz in der Umlaufzeit hätte als Erfolg gegolten. Weitere Folgen des Einschlags zeigen

sich inzwischen auf Bildern des Weltraumteleskops Hubble: Wie die Europäische Weltraumorganisation ESA mitteilte, zieht das Didymos-Dimorphos-System mittlerweile einen Doppelschweif hinter sich her.

Seit dem Treffer hat Hubble den Asteroiden und seinen Begleiter mehrfach abgelichtet, um zu dokumentieren, wie sich die durch den Zusammenstoß entstandene Staub- und Schuttwolke weiterentwickelt. Das Material breitete sich demnach wie erwartet aus, während zugleich seine Helligkeit abnahm: Weit verteilter Schutt reflektiert Licht schwächer als eine dichtere Wolke. Überraschend sei allerdings, dass sich daraus ein Doppelschweif bildete, schreiben die beteiligten Forscher und Forscherinnen – auch wenn man dieses Phänomen bereits bei Kometen und aktiven Asteroiden beobachtet habe.

Laut den vorliegenden Daten entstand der Doppelschweif zwischen dem 2. und dem 8. Oktober, also nicht unmittelbar nach dem Einschlag der Sonde. Der von der Erde aus gesehen nördliche Schweif ist demnach neu. Wie die verschiedenen beobachtbaren Eigenschaften des Auswurfmaterials miteinander zusammenhängen, ist noch unklar. Ein tieferer Blick in die Messdaten soll hier genauere Aufschlüsse bringen.

Die DART-Sonde war mit knapp 22000 Kilometer pro Stunde auf Dimorphos geprallt. Bereits kurz nach der Kollision zeigten Aufnahmen der Weltraumteleskope JWST und Hubble sowie zahlreicher irdischer Observatorien einen beeindruckenden Schweif aus Trümmern und Staub, den der Einschlag erzeugt hat. Wegen der Gravitationskräfte, die zwischen Dimorphos und Didymos wirken, wird sich überdies die Bewegungsrichtung des Asteroidenpaars als Ganzes verändern. Wie genau, möchten die Wissenschaftler in den kommenden Wochen und Monaten untersuchen.

Pressemitteilung der ESA vom 20. Oktober 2022

KEIN ZWERG Dieser Mondfisch wog fast drei Tonnen.

ATLANTIC NATURALIST.ORG

BIOLOGIE

Riesiger Mondfisch

Vor der Küste der Azoreninsel Faial ist ein Mondfisch gefunden worden, der einen neuen Rekord aufstellt: Es handelt sich um den schwersten bisher bekannten Knochenfisch. Das berichten der Meeresforscher José Nuno Gomes-Pereira von der Atlantic Naturalist Association Portugals und sein Team.

Mondfische (Molidae) gehören zu den Knochenfischen und sind unförmige Meeresbewohner, die mit ihren hochovalen und seitlich abgeflachten Körpern wie paddelnde Köpfe wirken. Sie sind eher schlechte Schwimmer, die sich mit der Strömung treiben lassen. Vor deutschen Küsten erscheinen sie selten; manchmal gelangen sie in die Ostsee, wo sie wegen Nahrungsmangels und brackigen Wassers aber nur schlecht überleben können.

Ein besonders großes und schweres Exemplar trieb im Dezember 2021 tot in den Gewässern vor Faial. Nach der Entdeckung des Kadavers wurde ein Schiff herbeigerufen, das ihn an Bord hievte. An Land folgte die Vermessung: Das über 3,5 Meter lange Tier, das der seltenen Spezies *Mola alexandrini* angehörte, wog 2744 Kilogramm. Ein neuer Weltrekord, den im Fischreich bislang nur Knorpelfische wie der Walhai übertreffen. Dieser erreicht mehr als die doppelte Körperlänge und bringt bis zu 20 Tonnen auf die Waage.

Woran der Mondfisch starb, ist unbekannt. An seinem Kopf hatte er eine Wunde mit Farbresten, die auf eine Kollision mit einem Schiff hindeuten könnte. Es ließ sich jedoch nicht ermitteln, ob die Verletzung vor oder nach dem Tod eintrat.

Journal of Fish Biology 10.1111/jfb.15244, 2022

GEOWISSENSCHAFTEN

Höchste bisher beobachtete Vulkaneruption

Die Eruption des pazifischen Untersee-Vulkans Hunga Tonga-Hunga Ha'apai am 15. Januar 2022 war eine der gewaltigsten, die Menschen jemals aufgezeichnet haben. Nun zeigt sich: Sie verursachte die höchste bislang gemessene Aschewolke. Messungen von Simon Proud von der University of Oxford und seinem Team zeigen, dass der Explosionspilz bis in die Mesosphäre vordrang – die mittlere der fünf

SIMON PROUD / UNI OXFORD, RALSPACE NCEO / JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY

BLICK VON OBEN Die Eruptionswolke des Hunga Tonga.

Schichten der Erdatmosphäre. Mit Hilfe der Daten dreier geostationärer Wettersatelliten konnten Proud und seine Arbeitsgruppe den Weg der Eruptionswolke verfolgen.

Während des Ausbruchs zeichneten die Satelliten alle zehn Minuten Bilder auf, die es erlauben, die Ausbreitung der Wolke sehr genau nachzuvollziehen. Laut diesen Aufnahmen erreichte sie an ihrem höchsten Punkt etwa 57 Kilometer. Das ist deutlich mehr als bei vergleichbaren Vulkanausbrüchen zumindest der vergangenen 50 Jahre: Am Pinatubo auf den Philippinen 1991 waren es 40 Kilometer, beim Ausbruch des El Chichón in Mexiko 1982 »nur« 31 Kilometer. Damit hat der Hunga Tonga-Hunga Ha'apai den ersten Nachweis geliefert, dass vulkanisches Eruptionsmaterial durch die Stratosphäre hindurch direkt bis in die Mesosphäre gelangen kann.

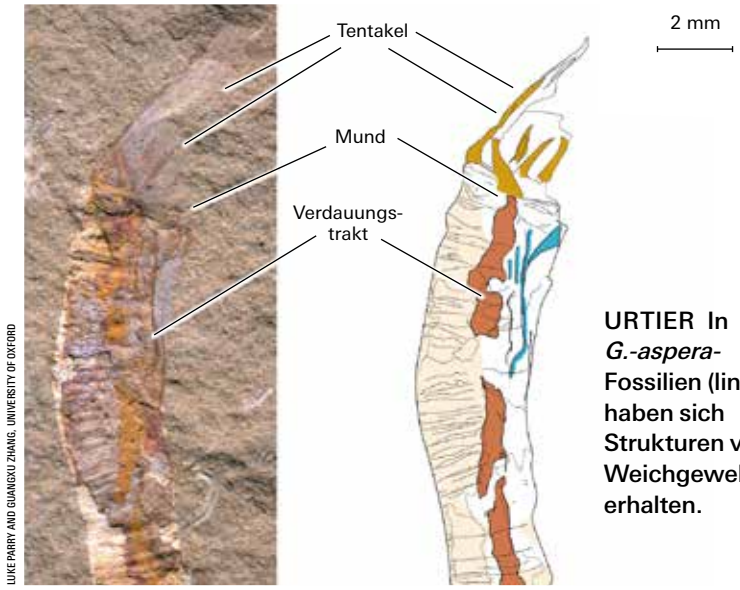
Als Nächstes wollen die Wissenschaftler klären, welche Faktoren dazu beigetragen haben, dass die Wolke so hoch aufsteigen konnte. Dass der Ausbruch einen größeren Einfluss auf das Wetter oder gar das Klima hatte, ließ sich nicht nachweisen. Die geschätzten 400 000 Tonnen Schwefeldioxid, die dabei in die Atmosphäre gelangten, reichten hierfür offenbar nicht aus. Der Pinatubo setzte seinerzeit zirka 50-mal mehr Schwefeldioxid frei und sorgte für eine leichte Absenkung der globalen Durchschnittstemperatur.

Science 10.1126/science.abo407, 2022

PALÄOBIOLOGIE

Röhre mit Fangarmen

Im südwestlichen China hat ein Forschungsteam um Guangxu Zhang von der chinesischen Yunnan University außergewöhnlich gut erhaltene Fossilien aus dem Zeitalter des Kambriums entdeckt. In den versteinerten Überresten sind harte Schalen und Weichgewebe von damaligen Tieren konserviert. Die Überbleibsel erlauben es, zu rekonstruieren, wie die Wesen zu Lebzeiten ausgesehen haben – was bei einer derart lange zurückliegenden Zeit bemerkenswert ist.



LUKE PARRY AND GUANGXU ZHANG, UNIVERSITY OF OXFORD

URTIER In *G.-aspera*-Fossilien (links) haben sich Strukturen von Weichgeweben erhalten.

Die Fossilien aus der chinesischen Provinz Yunnan datieren auf ein Alter von etwa 514 Millionen Jahren. Sie stammen somit aus dem Kambrium. Von Tieren jener Zeit haben sich in der Regel nur die harten Teile erhalten, sprich kalziumhaltige Schalen und Skelettelemente oder Körperhüllen aus Chitin beziehungsweise Knorpel. Denn wenn überhaupt, versteinern vor allem diese, während die Weichgewebe normalerweise rasch zerfallen und anschließend nicht mehr erkennbar sind. In den meisten Fällen lässt sich daher kaum sagen, wie kambrische Tiere zu Lebzeiten ausgesehen haben.

Bei den neu entdeckten fossilen Überresten ist das anders. Sie entstanden in einer sauerstoffarmen Umgebung, in der es offensichtlich kaum Bakterien gab, die üblicherweise das Weichgewebe zersetzen. Deshalb sind in ihnen nicht bloß Skelettteile, sondern auch fleischige Strukturen konserviert. Es handelt sich um die Überbleibsel von vier Meerestieren der Spezies *Gangtoucunia aspera*.

Wie die Versteinerungen zeigen, besaßen diese Wesen eine röhrenförmige Schale, die am Grund festsaß und aus deren oberem Ende ein Mund herausragte. Letzterer war von einem Kranz aus glatten, unverzweigten Tentakeln umgeben. Wahrscheinlich fingen die Tiere damit Beute – zum Beispiel kleine Gliederfüßer. Ihr Darm endete blind, hatte also keine separate Austrittsöffnung: Der Mund war zugleich After. Erkennen lässt sich zudem, dass der Verdauungstrakt in Längsrichtung unterteilt war.

Gangtoucunia aspera verfügte damit über Merkmale, wie man sie von heutigen Nesseltieren kennt, zu denen Quallen, Seeanemonen und Korallen zählen. Besonders auffällig ist die Ähnlichkeit zu Schirmquallen, die im Larvenstadium einen »Scyphopolypen« ausbilden – einen am Grund festhaftenden Polypen mit Rumpf, Mund, Tentakelkranz und untergliedertem Verdauungsraum. Bei den kambrischen Tieren stülpten sich Mund und Tentakel aus der röhrenförmigen Körperschale, ließen sich bei Gefahr aber wahrscheinlich einziehen. Die Schale selbst bestand aus Kalziumphosphat, einem Mineral, das auch in heutigen Zähnen und Knochen zu finden ist.

Proceedings of the Royal Society B 10.1098/rspb.2022.1623, 2022