

SPEKTROGRAMM

STERNENGEBURT IN DEN MAGELLANSCHEN WOLKEN

▶ Von der Südhalbkugel aus lassen sie sich mit bloßem Auge erkennen: Die Große und die Kleine Magellansche Wolke. Diese Aufnahme eines Astronomiefotografen zeigt die beiden Zwerggalaxien als helle Nebel während der Dämmerung nahe dem Las Campanas Observatory in Chile. Mit Hilfe des dort installierten du Pont Telescope haben Astrophysiker um David Nidever von der Montana State University nun 3800 rote Riesensterne in diesen Nachbargalaxien der Milchstraße beobachtet. Dank eines Spektro-



grafen namens APOGEE-2S konnten die Forscher die Häufigkeit von Eisen sowie von Elementen aus Helium-Fusionsprozessen ermitteln.

Damit lässt sich rekonstruieren, wie häufig neue Sterne in der Vergangenheit entstanden sind. In den Magellanschen Wolken war dies zunächst deutlich seltener der Fall als in unserer Milchstraße. Erst in den vergangenen zwei Milliarden Jahren schoss die Sternentstehungsrate in die Höhe. Eine mögliche Erklärung:

Die beiden benachbarten Satellitengalaxien könnten unabhängig voneinander in einer ruhigen Ecke des Alls entstanden sein. In diesem Fall hätten sie erst in jüngerer Vergangenheit zueinander gefunden, wobei das Gas im interstellaren Medium der Galaxien aufgewirbelt wurde und sich in manchen Regionen zu Sternentstehungsgebieten verdichtet hat.

arXiv 1901.03448, 2019



UNTERKIEFER: CHRISTINA WARINNER, MP, SHH; BLAUE PARTIKEL: MONICA TROMP, MP, SHH

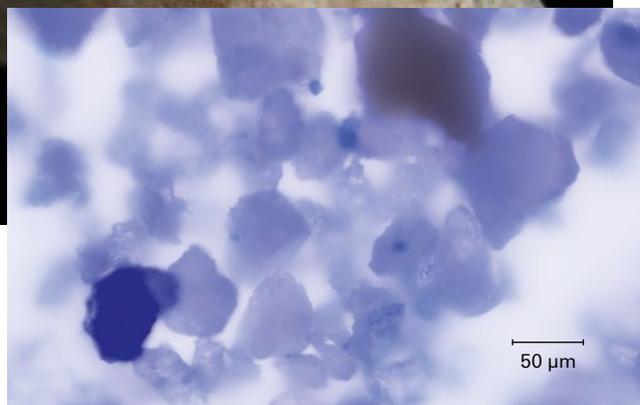
ARCHÄOLOGIE ZAHNSTEIN EINER KÜNSTLERIN

Die mittelalterliche Buchkunst ist bekannt für ihre farbenfrohen Illustrationen. Lange gingen die meisten Fachleute davon aus, dass die edelsten und teuersten Manuskripte vor allem von Männern dekoriert wurden. Mittlerweile verdichten sich aber Hinweise, wonach auch Frauen eine wichtige Rolle als Schreiberinnen und Illustratorinnen gespielt haben.

Archäologen um Christina Warinner vom Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte in Jena könnten nun eine der frühesten dieser Künstlerinnen identifiziert haben. Darauf deutet zumindest der Zahn-

stein einer Frau hin, die im 11. oder 12. Jahrhundert auf dem Friedhof eines Frauenklosters in Dalheim bei Paderborn beigesetzt wurde. Das internationale Team fand darin Reste von Lasurit, dem Hauptbestandteil von Lapislazuli.

Der kostbare Schmuckstein kommt nur im heutigen Afghanistan vor, im Mittelalter musste er über die Seidenstraße nach Europa gebracht werden. Damals stellte man aus ihm hauptsächlich das tiefblaue Pigment Ultramarin her, mit dem nur erfahrene und außergewöhnlich fähige Buchmaler religiöse Texte verzieren durften.



Im Unterkiefer einer Frau aus dem Mittelalter (großes Bild) stecken blaue Partikel des Minerals Lapislazuli (kleines Bild).

Zu dieser Gruppe zählte wohl auch die Dalheimer Klosterfrau. Die Farbpartikel gelangten wahrscheinlich in ihren Mund, als sie beim Illustrieren die Pinselspitze, so wie damals üblich, immer wieder mit Speichel befeuchtete. Schon seit einigen Jahren liefern Untersuchungen von Zahnstein überraschende Einblicke in vergangene Lebensbedingungen. In dem versteinerten Zahnbelag können Spuren von Krank-

heitsregern und kleinste Nahrungsreste Jahrhunderte überdauern. So zielten auch die Analysen der Bestatteten von Dalheim zunächst darauf ab, den Gesundheitszustand und die Ernährungsgewohnheiten der Klostersgemeinschaft zu erforschen. Auf die blauen Minerale stießen die Wissenschaftler dabei eher zufällig.

Science Advances 10.1126/sciadv.aau7126, 2019

MEDIZIN DAS HERZSTÜCK DER FIEBERABWEHR

► Auf Infektionen reagiert unser Körper mit Fieber – aber was bringt ihm das genau? Forscher um Jianfeng Chen vom Shanghai Institute of Biochemistry and Cell Biology haben nun in einer Mäusestudie neue Details zu dieser Frage zu Tage gefördert. Demnach bringt ein bei Fieber freigesetzter Regulator bestimmte Immunzellen dazu, effektiver Infektionsherde zu bekämpfen.

Die Forscher haben sich im Körper von fiebernden und gesunden Mäusen die Lymphozyten genauer angesehen. Die weißen Blutkörperchen wandern zu

Infektionsherden und gehen in infiziertem Gewebe und in Lymphknoten gezielt gegen Krankheitserreger vor. Man wusste bereits, dass dies den Lymphozyten bei Fieber besser gelingt als bei normaler Körpertemperatur – der Grund dafür war allerdings noch unklar.

Die Untersuchungen von Chen und Co zeigen nun, dass die erhöhte Temperatur in T-Lymphozyten die Produktion des Hitzeschockproteins Hsp90 aktiviert. Dieses bindet an ein anderes Protein namens α -4-Integrin, das in der Zellmembran der Lymphozyten sitzt. Letzteres sorgt wiederum

dafür, dass die weißen Blutkörperchen an Gefäßwände andocken und somit ihre Attacke auf fremde Bakterien starten können. Das an der Basis des Integrins gebundene Hsp90 scheint dabei Ersteres so zu verändern, dass es sein Ziel besser greifen kann. Zudem vernetzen die angehafteten Hitzeschockproteine benachbarte Integrine auf der Oberfläche der Immunzellen. So entstehen dichte Cluster von Zacken, die das Eindringen der Lymphozyten ins Gewebe beschleunigen können.

Insgesamt steigert die erhöhte Körpertemperatur

somit die Leistungsfähigkeit der Lymphozyten, argumentieren die Forscher. Dabei reagiert das Herzstück der Fieberabwehr, Hsp90, offenbar sehr exakt auf Temperaturschwankungen. Bei Mäusen bildet es sich fast ausschließlich oberhalb einer Körpertemperatur von 38,5 Grad. Vielleicht wird dadurch sogar erst eine wirklich effektive Abwehr möglich: In einem weiteren Versuch, in dem die Hsp90-Produktion künstlich unterbunden wurde, starben die Versuchstiere schnell an Infektionen.

Immunity 50, S. 137–151, 2019

TEILCHENPHYSIK WAS KOMMT NACH DEM LHC?

► Physiker haben Pläne für einen Nachfolger des Large Hadron Collider (LHC) am Genfer Kernforschungszentrum CERN präsentiert: Der Future Circular Collider (FCC) soll in einem 100 Kilometer langen Kreistunnel unter Genf Platz finden und subatomare Teilchen auf

Der Kreistunnel des FCC würde westlich des Genfer Sees graben werden.

noch höhere Energien beschleunigen als der 27 Kilometer lange LHC. Die neue Maschine könnte um das Jahr 2040 in Betrieb gehen, heißt es in der ausführlichen Konzeptstudie, an der 1300 Wissenschaftler mitgeschrieben haben.

Im Kreistunnel des FCC würden demnach zunächst Elektronen und Positronen mit Energien von bis zu 0,36 Teraelektronvolt (TeV) zusammenstoßen. Damit ließe sich insbesondere das 2012 entdeckte Higgs-Teilchen in größerem Detail als bisher untersuchen. Für Ende der 2050er Jahre

sehen die Pläne dann einen Umbau zu einem Protonen-Beschleuniger nach Vorbild des LHC vor. Die Maschine würde Atomkerne mit Energien von 100 TeV zur Kollision bringen, dem Siebenfachen der Maximalenergie des LHC.

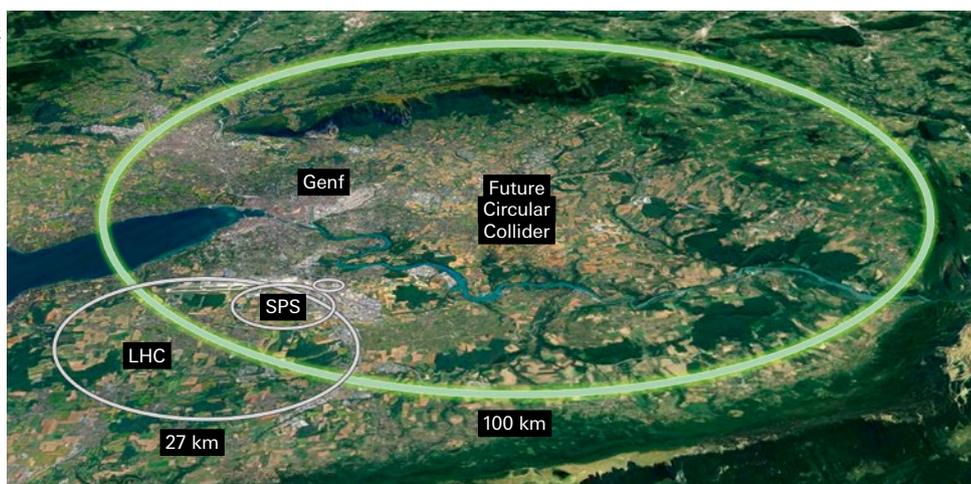
Ob die Physiker in diesem Energiebereich wirklich neue subatomare Phänomene entdecken können, ist offen. Die Pläne für den Bau des FCC dürften daher noch für Diskussionen sorgen, auch wegen des anvisierten Preises: So würde der Elektron-Positron-FCC rund neun Milliarden Euro kosten,

von denen fünf auf die Tunnelarbeiten entfallen sollen. Die Umrüstung zu einem Protonen-Beschleuniger würde den Schätzungen zufolge weitere 15 Milliarden erfordern.

Der riesige Ringbeschleuniger muss sich auch noch gegen konkurrierende Ideen durchsetzen: So wollen andere Wissenschaftler am CERN lieber ein Gerät namens CLIC bauen, das Elektronen und Positronen auf gerader Strecke beschleunigen würde. Auch eine aufwändige Aufrüstung des LHC zu höheren Energien ist im Gespräch, genauso wie viele Ideen für kleinere Experimente. 2020 will das CERN-Führungsgremium entscheiden, welche Projekte die europäische Teilchenphysik mit Nachdruck verfolgen soll.

CERN-Pressemitteilung, 15. Januar 2019

RAMAGIOTIS CHARITIS, CERN



ASTRONOMIE RENDEZVOUS MIT ULTIMA THULE

► Rund dreieinhalb Jahre nach ihrem Vorbeiflug am Zwergplaneten Pluto hat die NASA-Raumsonde New Horizons erneut einen Himmelskörper am Rand des Sonnensystems fotografiert. Der Asteroid Ultima Thule (so der vorläufige, noch nicht von der Internationalen Astronomischen Union abgesegnete Spitzname) ist derzeit rund 6,6 Milliarden Kilometer von uns entfernt, was dem 44-fachen Abstand Erde–Sonne entspricht.

Auf den Bildern der Sonde erinnert die 30 Kilometer große Welt an einen Schneemann: Sie besteht aus zwei kugelrunden Brocken, die wohl irgendwann einmal mit sehr geringer Geschwindigkeit zusammengestoßen sind und seitdem aneinander haften. New Horizons flog am Neujahrstag 2019 mit

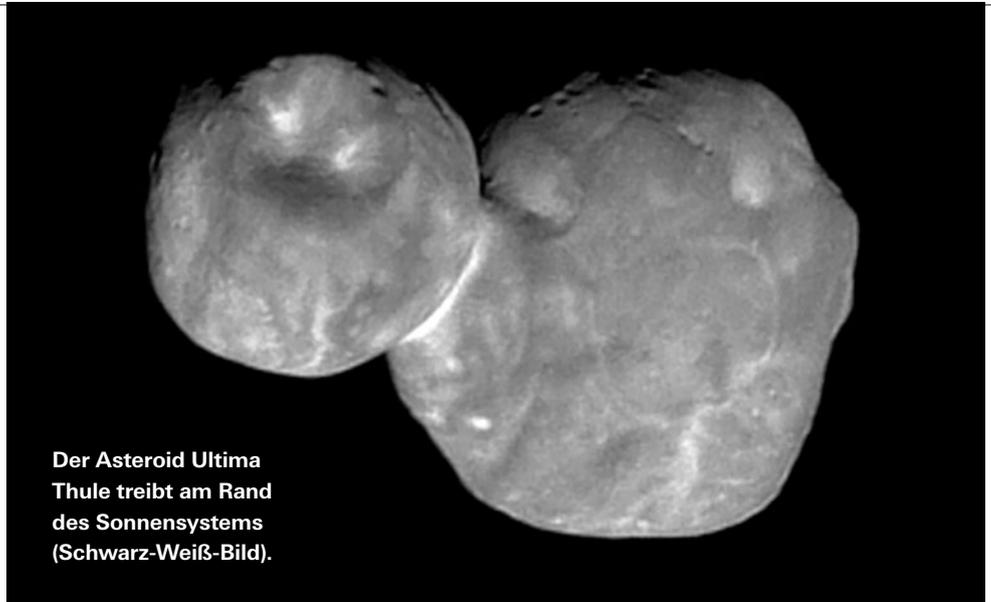
einer Relativgeschwindigkeit von 14 Kilometern pro Sekunde an dem Asteroiden vorbei und näherte sich bis auf 3500 Kilometer an. Die NASA-Mission scheint das historische Rendezvous – es ist der erste Vorbeiflug einer Raumsonde an einem derart weit von uns entfernten Himmelsobjekt – gut überstanden zu haben. Sie hat allerdings erst einen kleinen Teil der gesammelten Bilder und Messdaten

zur Erde gefunkt. Wegen der geringen Bandbreite von zwei Kilobit pro Sekunde (weniger als Internetmodems in den 1990er Jahren) soll die Übertragung bis zum Herbst 2020 andauern.

Die Messdaten könnten unter anderem die chemische Zusammensetzung der rötlichen Oberfläche von Ultima Thule verraten. Sie gleicht der Färbung von anderen Objekten am Rand des Sonnensystems geht

vermutlich auf den Beschuss mit kosmischer Strahlung zurück. Das Material, aus dem Ultima Thule besteht, hat sich ansonsten seit der Entstehung des Sonnensystems vor 4,6 Milliarden Jahren wohl nur wenig verändert, weshalb es Rückschlüsse auf die Kindertage unserer kosmischen Heimat zulassen könnte.

NASA-Pressemitteilungen, 2. und 24. Januar 2019



Der Asteroid Ultima Thule treibt am Rand des Sonnensystems (Schwarz-Weiß-Bild).

NASA / JOHNS HOPKINS UNIVERSITY APPLIED PHYSICS LABORATORY / SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE
HTTP://PHOTO.JHUAPL.EDU/NEWS-CENTERS/NEWS-ARTICLE/PAGE=2019/24

UMWELT FEINSTAUBBEKÄMPFUNG MIT NEBENWIRKUNGEN

► Drastische Maßnahmen gegen die Feinstaubbelastung in chinesischen Großstädten haben eine unvorhergesehene Nebenwirkung: Die Belastung mit Ozon ist in den Sommermonaten deutlich gestiegen, seit Chinas offizieller Aktionsplan gegen Luftverschmutzung 2013 in Kraft getreten ist.

Das berichtet eine Arbeitsgruppe um Ke Li von der Nanjing University of Information Science and Technology. Sie hat zwischen 2013 und 2017 Daten

von etwa 1000 Messstationen in den Ballungszentren rund um Peking, Schanghai, Chengdu und Guangzhou ausgewertet. Hier ging die Belastung mit Feinstaubpartikeln mit weniger als 2,5 Mikrometern Durchmesser um bis zu 40 Prozent zurück. Gleichzeitig stiegen die Ozonkonzentrationen jährlich um ein bis sechs Mikrogramm pro Kubikmeter Luft. Ursache könnte die veränderte Atmosphärenchemie sein, argumentieren die Forscher: Feinstaubpartikel fangen das Sauerstoff-

radikal HO₂ ab, das eine Zwischenstufe bei der Bildung von Ozon ist. Je weiter die Feinstaubkonzentration sinkt, desto mehr Radikale stehen dafür zur Verfügung.

Die Ozonbelastung ist in Ostchina ein erhebliches Problem. Die Konzentrationen liegen im Sommer teilweise deutlich über dem vorgegebenen Höchstwert von 160 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft.

Die Fachleute betonen, dass das Problem keineswegs die sinkenden Fein-

staubkonzentrationen sind. Der Ausstoß dieser Partikel müsste weiter gesenkt werden. Zusätzlich dazu fordern die Wissenschaftler einen stärkeren Fokus auf die eigentliche Ursache der Ozonbelastung: einerseits Stickoxide, andererseits flüchtige organische Verbindungen. Beide stammen überwiegend aus Verbrennungsmotoren und erzeugen unter UV-Licht über komplizierte Reaktionsketten Ozon.

PNAS 8, S. 422–427, 2019

BIOLOGIE AAS FRESSENDE HASEN

► Im harschen kanadischen Winter legen Schneeschuhhasen ein Verhalten an den Tag, das so gar nicht zu ihrem kuscheligem Image passt: Wenn Frost und Schnee den Zugang zu pflanzlicher Kost einschränken, fressen die Tiere, was sie bekommen können. Dazu zählen auch die Überreste anderer Tierarten, wie Michael Peers von der University of Alberta mit seinem Team nun dokumentiert hat.

Unter anderem mit Hilfe von Kamerafallen wiesen die Biologen nach, dass die Hasen in einem Teil des kanadischen Yukon-Territoriums regelmäßig Aas fressen. Die Bilder zeigten verschiedene Schneeschuhhasen (*Lepus americanus*), die im tiefen Winter an den Kadavern von Artgenossen,

Raufußhühnern, Tauchern (eine Vogelfamilie) und sogar an den Überresten eines Luchses nagten – Letzterer gehört zu den wichtigsten Fressfeinden der Hasen.

Vor diesen Aufnahmen existierten nur anekdotische Hinweise auf das ungewöhnliche Verhalten. Jetzt aber besteht aus Sicht der Forscher kein Zweifel mehr: Von rund 160 beobachteten Kadavern wurden mindestens 20 von den Hasen besucht und angeknabbert, wobei die Überreste von Raufußhühnern am beliebtesten waren. Besonders begehrt neben dem Fleisch waren die Federn der Tiere, die womöglich bei der Verdauung helfen.

Am häufigsten beobachteten die Wissenschaftler den Aaskonsum zwischen November und Februar; im

Schneeschuhhasen verändern im Winter ihre Diät.

Frühjahr wurde kein einziger Hase an totem Fleisch fotografiert. Im Winter herrscht in der Region Dauerfrost, und es liegt oft Schnee, was den Zugang zu Pflanzennahrung erschwert. Fleisch

weist zudem einen höheren Nährwert auf und liefert damit mehr Energie während der kräftezehrenden Wintermonate.

Northwest. Nat. 99, S. 232–236, 2018



SEVENTHDAYPHOTOGRAPHY / GETTY IMAGES / ISTOCK

KERNPHYSIK RADIOAKTIVER EXOT ALS NEUTRONENFÄNGER

► Ein seltenes radioaktives Isotop sorgt für eine Überraschung unter Kernphysikern: Zirkonium-88 absorbiert 80 000-mal bereitwilliger Neutronen als theoretische Vorhersage nahelegen, berichtet ein Team um Jennifer Shusterman vom US-amerikanischen Lawrence Livermore National Laboratory.

Insgesamt handele es sich um den zweitgrößten je gemessenen »Wirkungsquerschnitt« für thermische Neutronen, also solche mit eher mäßig hoher Bewegungsenergie. Nur das Isotop Xenon-135 absorbiert

die ungeladenen Teilchen noch bereitwilliger.

Normalerweise stecken Neutronen zusammen mit Protonen in Atomkernen. Bei radioaktiven Zerfällen können sie Letztere jedoch verlassen und anschließend beispielsweise Uranatomkerne spalten, was weitere Neutronen freigesetzt. Auf dieser nuklearen Kettenreaktion basieren Kernkraftwerke und Atomwaffen.

Shusterman und ihr Team setzten Döschchen mit pulverförmigem, unter großem Aufwand hergestellten Zirkonium-88 dem Neutronenstrahl aus einem Kernre-

aktor aus. Dabei wandelten sich viele der Atomkerne durch Neutroneneinfang in Zirkonium-89 um. Da dieses genauso wie Zirkonium-88 instabil ist, ließ sich aus der Stärke der jeweils charakteristischen Zerfallssignale der Wirkungsquerschnitt bestimmen.

Wie bei Xenon-135 ist bei Zirkonium-88 noch unklar, weshalb es so gerne Neutronen einfängt. Denkbar ist, dass beiden Isotopen gemäß dem Schalenmodell der Kernphysik nur noch ein beziehungsweise zwei Neutronen fehlen, um eine Schale zu vervollständigen.

Das könnte es für die Atomkerne besonders attraktiv machen, die Teilchen einzufangen. Dazu passt jedoch nicht das ebenfalls sehr neutronenaffine Gadolinium-157, das weit von einer geschlossenen Schalenkonfiguration entfernt ist. Die Autoren der aktuellen Studie halten jedenfalls weitere Überraschungen für denkbar: In den kommenden Jahren sollen mehrere Experimente Neutronen und ihre Wechselwirkung mit radioaktiven Atomkernen noch genauer erforschen.

Nature 565, S. 328–330, 2019