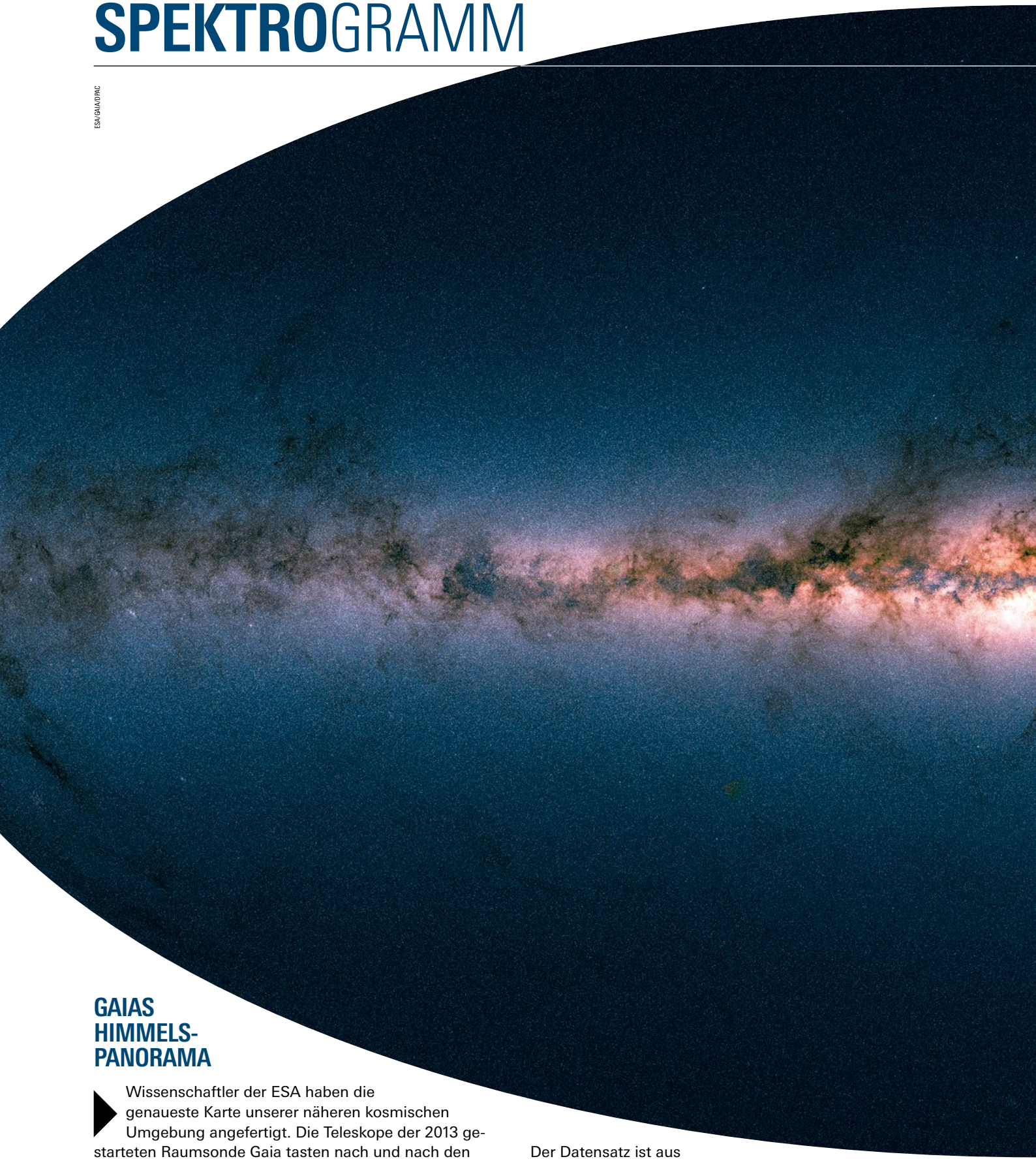
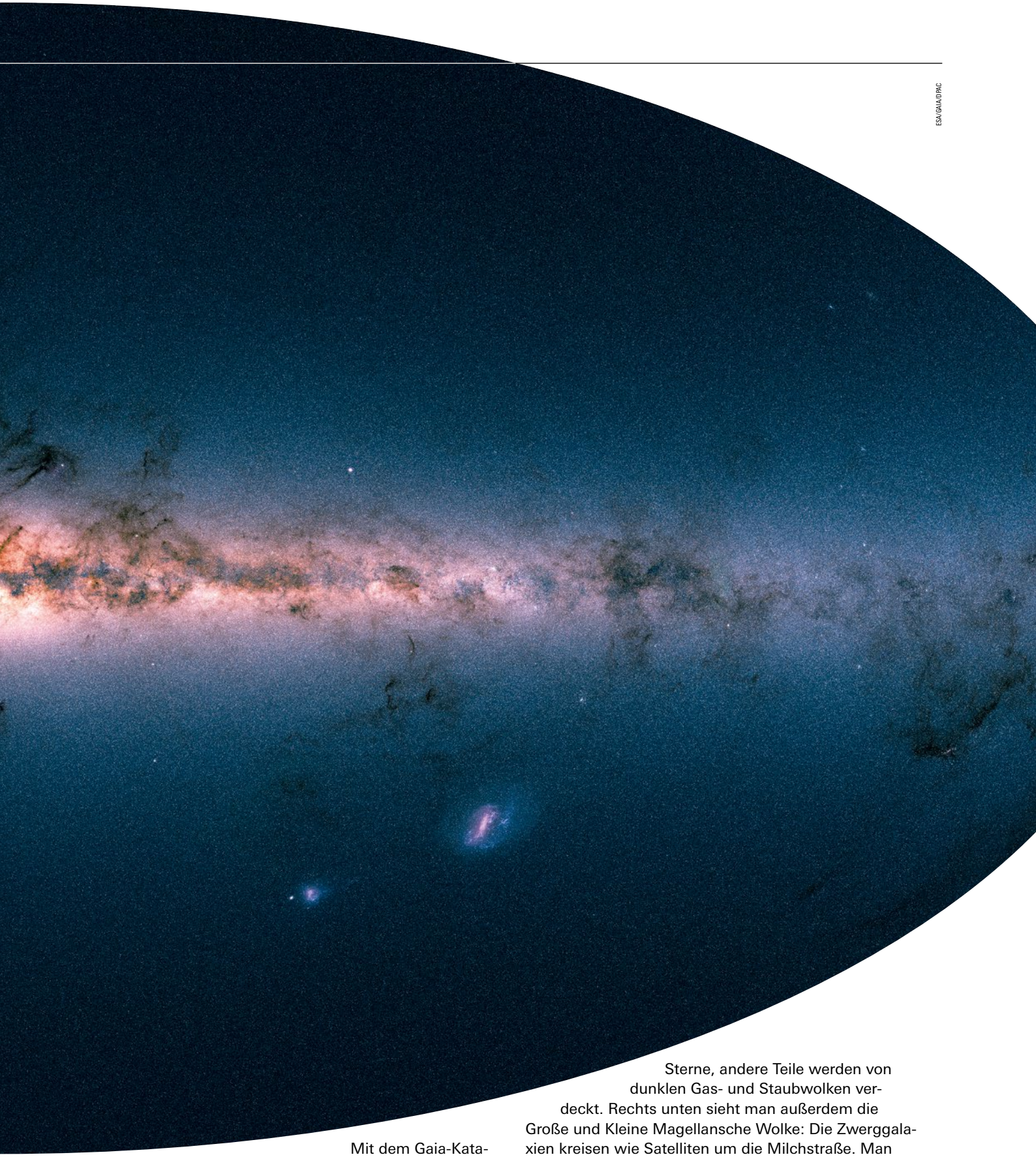


ESA/GAIA/DPAC

GAIAS HIMMELS-PANORAMA

Wissenschaftler der ESA haben die genaueste Karte unserer näheren kosmischen Umgebung angefertigt. Die Teleskope der 2013 gestarteten Raumsonde Gaia tasten nach und nach den gesamten Himmel ab und haben so die Position, Helligkeit und Farbe von 1,7 Milliarden Sternen erfasst. Damit sind zwar nicht einmal zwei Prozent der Milchstraße kartiert. Der Datensatz ist aus Sicht vieler Astronomen dennoch ein enormer Fortschritt, der viele neue Erkenntnisse bringen soll.



ESA/GAIA/DPAC

Mit dem Gaia-Katalog lässt sich auch das hier abgebildete detailreiche Panorama unserer Galaxie erstellen. Rund um ihr Zentrum tummeln sich besonders viele Sterne, andere Teile werden von dunklen Gas- und Staubwolken verdeckt. Rechts unten sieht man außerdem die Große und Kleine Magellansche Wolke: Die Zwerggalaxien kreisen wie Satelliten um die Milchstraße. Man kann allenfalls erahnen, dass jede von ihnen viele weitere Milliarden von Sternen enthält.

ESA-Mitteilung, April 2018

MATERIALWISSENSCHAFT
SCHNEIDBARES QUARZGLAS

Quarzglas ist in der Optik und Medizintechnik sehr begehrt, da es auch bei hohen Temperaturen stabil bleibt und chemisch äußerst resistent ist. Es ist allerdings schwierig, das spröde Material mechanisch zu bearbeiten, meist sind dafür Diamantwerkzeuge nötig. Wissenschaftler um Bastian Rapp vom Karlsruher Institut für Technologie haben nun eine Methode entwickelt, mit der sich Quarzglas einfacher formen lässt. Die Gruppe vermengte feinstes Glaspulver mit einem flüssigen Polymermix, der die gerade mal 100 Nanometer großen Glaspartikel wie ein Kleber zusammenhielt. Das Gemisch ließ sich anschließend wie ein Kunststoff verarbeiten, berichten die Forscher.

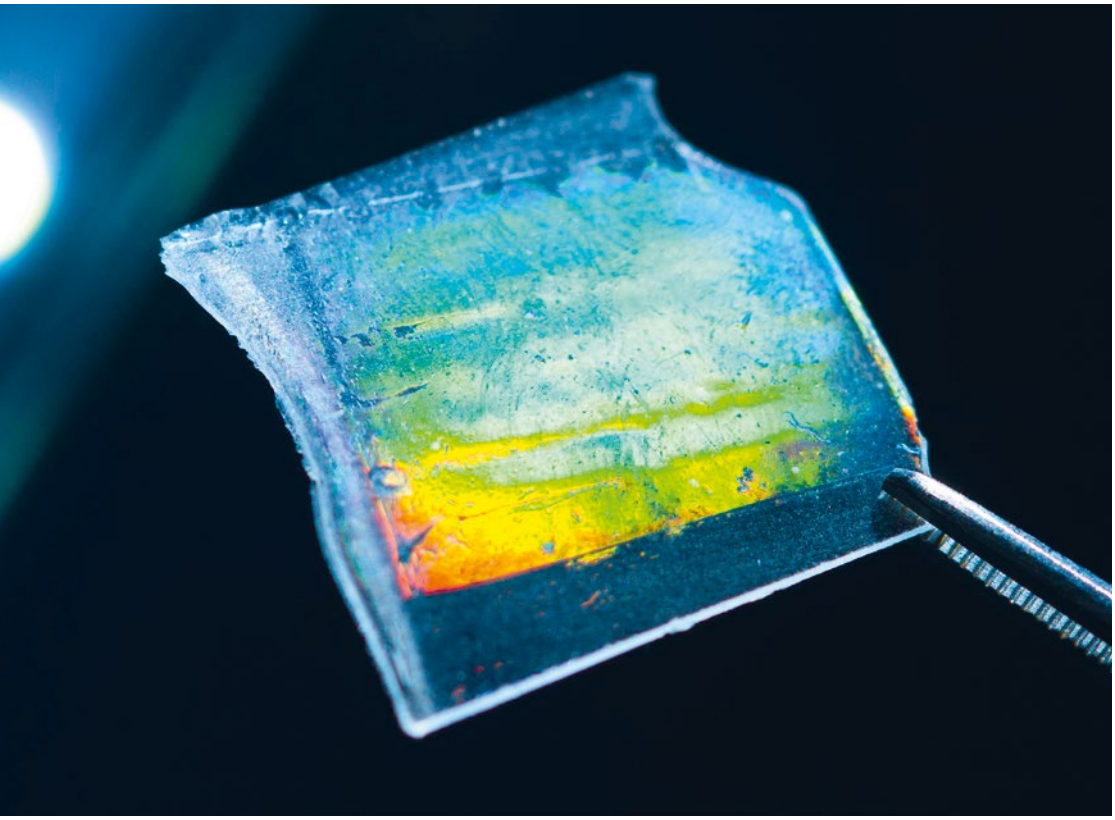
So konnten sie selbst mikroskopisch kleine Nanostrukturen dauerhaft in die Oberfläche der Masse prägen. Nach dem Aushärten unter UV-Licht ließ sich das Verbundmaterial sogar fräsen und schneiden, was mit Glas normalerweise nicht ohne Weiteres möglich ist. Um nach der Formgebung hochreines, festes Quarzglas zu erhalten, mussten die Materialwissenschaftler aber noch das Plastik entfernen. Dazu erhitzten sie das Material zunächst auf 600 Grad Celsius. Dabei verbrannte der Kunststoff, der 40 Prozent der Masse ausmacht, restlos zu Kohlendioxid. Die zurückbleibenden Hohlräume verschwanden, sobald die Forscher die Temperatur auf 1300 Grad erhöhten. Gleichzeitig schrumpfte das Volumen bei diesem Backvorgang um etwa ein Sechstel.

Um zu illustrieren, wie gut sich Glas mit dem Verfahren formen lässt, hat das Karlsruher Team Schrauben mit passgenauer Mutter gefertigt (siehe Bild oben). Auch Linsen für Smartphones haben die Wissenschaftler mit der Technik bereits hergestellt. Mit der Methode könnte Quarzglas stärker als bisher in der Massenproduktion zum Einsatz kommen, hoffen die Forscher.

Adv. Mater. 10.1002/adma.201707100, 2018

MARKUS BREIG, KIT

Auch komplexe Formen sind möglich, hier etwa Schrauben und Gewinde.



MARKUS BREIG, KIT

Das Glas-Kunststoff-Gemisch härtet durch Erwärmung oder Belichtung zu einem Feststoff aus, der sich leicht bearbeiten lässt.

PALÄOGENETIK

LEPRA: URSPRUNG DER SEUCHE

Lepra ist eine der ältesten historisch überlieferten Infektionskrankheiten. Bis ins 16. Jahrhundert kam sie in Europa vor, und noch heute infizieren sich jährlich mehr als 200 000 Menschen damit, vor allem in tropischen und subtropischen Ländern. Bisher vermuteten Forscher, dass der Ursprung der Seuche außerhalb von Europa liegt und sie im Mittelalter aus anderen Erdteilen hierher gelangte.

Paläogenetiker um Verena Schünemann vom Institut für Naturwissenschaftliche Archäologie in Tübingen haben nun jedoch gezeigt, dass Europa bei der Ausbreitung der Krankheit vermutlich eine größere Rolle spielte als bisher angenommen. Möglicherweise könnte es sogar die Ursprungsregion sein.

Die Wissenschaftler stützen ihre These auf zehn neu sequenzierte Genome des Krankheitserregers *Mycobacterium leprae*. Sie gewannen die Bakterien-DNA aus den Knochen von zirka 90 Lepraopfern, die zwischen dem 5. und 15. Jahrhundert in Dänemark, Großbritannien, Italien, Ungarn und Tschechien begraben wurden.

Schünemann und ihre Kollegen stießen dabei auf eine überraschende genetische Vielfalt. So identifizierten sie neben den zwei bereits bekannten mittelalterlichen Bakterienstämmen noch zwei weitere, die damals wohl gleichzeitig in Europa grassierten. Überträger könnten unter anderem Eichhörnchen gewesen sein, deren Felle beliebt waren und die vermutlich sogar gegessen wurden.

Bei den mittelalterlichen Keimen handelt es sich außerdem zum Großteil um Vorfahren moderner Erreger, berichten die Paläogenetiker. Insgesamt deute der nun vorliegende Stammbaum der Leprabakterien darauf hin, dass die Krankheit bereits im frühen Mittelalter in Europa verbreitet war. Damit ist allerdings immer noch denkbar, dass die Lepra ursprünglich aus anderen Regionen stammte, schließlich standen Menschen verschiedener Erdteile bereits länger miteinander in Kontakt. Klarheit werden wohl erst weitere Gendaten bringen.

PLoS Pathog. 5, 2018

UMWELT

FCKW KEHRT ZURÜCK

Die erste globale Umweltkrise der Menschheit galt eigentlich schon als überwunden. Spätestens im Jahr 2050, verkündete die Weltorganisation für Meteorologie im Jahr 2014, werden sich die Ozonlöcher über den Polargebieten weitgehend geschlossen haben. Doch möglicherweise war das zu optimistisch: Einige der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), die seit Beschluss des Montreal-Protokolls vor gut 30 Jahren verboten sind, werden anscheinend seit einigen Jahren nachproduziert. Darauf deuten jedenfalls Analysen einer Arbeitsgruppe um Stephen A. Montzka von der Nationalen Ozean- und Atmosphärenbehörde (NOAA) in den USA hin, die auf den Daten von zwölf um den Globus verteilten Messstationen basieren.

Demnach nimmt die Konzentration der Substanz Trichlorfluormethan, kurz CFC-11, seit 2012 deutlich weniger schnell ab als zuvor. Bis heute ist CFC-11 die Quelle für etwa ein Viertel des Chlors in der Stratosphäre, und es verschwindet nur sehr langsam aus der Umwelt. Seit Mitte der 1990er Jahre, als die Maßnahmen der Montreal-Vereinbarung zu greifen begannen, ist seine Konzentration um lediglich etwa elf Prozent gesunken. Grund dafür sind die fast anderthalb Millionen Tonnen CFC-11, die noch in Schäumen und anderen technischen Produkten stecken und langsam ausgasen.

Bis zum Jahr 2002 beschleunigte sich immerhin die Rate, mit der das Gas aus der Luft verschwand. Wie die Daten der NOAA zeigen, stagnierte sie in den darauf folgenden zehn Jahren, und von 2012 an nahm die Konzentration Jahr für Jahr um bis 50 Prozent langsamer ab als zuvor. Diese Kehrtwende zeigt sich vor allem in Daten von der Nordhalbkugel, die zum Beispiel auf dem Mauna Loa auf Hawaii gesammelt werden. Dort beobachteten die Forscher auch eine Korrelation der CFC-11-Konzentration mit der von Industrieabgasen, die für Ostasien typisch sind. Die Forscher gehen deshalb davon aus, dass es dort eine bisher unbekannte Quelle der verbotenen Stoffe geben muss, die jährlich etwa 13 000 Tonnen CFC-11 freisetzt.

Nature 557, S. 413–417, 2018

Forscher überwachen weltweit das Ozon in der Atmosphäre, wie hier mit einem Wetterballon am Südpol.

NOAA

GENETIK
MIGRÄNE DURCH HÖHERE KÄLTE-TOLERANZ

Migräne tritt nicht überall auf der Welt gleich oft auf. In Europa ist die Kopfschmerzerkrankung besonders häufig, in Afrika hingegen eher selten. Als Ursache dieser geografischen Verteilung verdächtigen Wissenschaftler jetzt eine Genvariante, die Menschen des Nordens hilft, besser mit kalter Witterung umzugehen.

Die Forscher um Felix M. Key vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig hatten in menschlichen DNA-Datenbanken weltweit einen Erbgutabschnitt verglichen, der das Gen *TRPM8* reguliert. Dieser Erbfaktor wiederum kodiert für den Ionenkanal TRPM8 (Transient Receptor Potential Ion Channel Member 8), der an der Wahrnehmung von Kälte beteiligt ist. Dabei erwies sich eine Genvariante als extrem ungleich verteilt. Sie fand sich bei fast 90 Prozent aller heutigen Finnen, in Nigeria hingegen bei gerade einmal fünf Prozent aller Menschen.

Dieses Phänomen ist nach Ansicht der Forscher wahrscheinlich durch positiven Selektionsdruck bedingt: Die nördliche Variante helfe ihren Trägern, mit dem kalten Klima besser zurechtzukommen. Doch für diese Anpassung zahlten viele Europäer und Asiaten den Preis einer höheren Anfälligkeit für Migräne. Denn aus früheren Studien war die fragliche *TRPM8*-Variante bereits als einer der bedeutendsten genetischen Risikofaktoren der Erkrankung bekannt.

Ein Zusammenhang zwischen Migräne und Temperaturempfinden zeige sich auch darin, dass Betroffene empfindlicher auf Kältereize reagieren und Migräneanfälle durch das Trinken von kaltem Wasser ausgelöst werden können, bemerken die Wissenschaftler.

Wie die nördliche Genvariante wirkt und warum sie besser vor Kälte schützt, ist allerdings noch unklar – Gleiches gilt für ihre Rolle bei Migräne. Offenbar erwies sich in der Evolution des Menschen eine bessere Kälteanpassung als vorteilhaft. Eine ähnliche Kosten-Nutzen-Bilanz steckt hinter der Entwicklung von heller Haut. Sie erlaubt es den Bewohnern hoher Breitengrade, auch bei wenig Sonnenlicht ausreichend Vitamin D zu produzieren – zum Preis eines Sonnenbrands.

PLoS Genet. 14, e1007298, 2018

ASTRONOMIE
DAS ENDE DER SONNE

In rund fünf Milliarden Jahren geht unserer Sonne der Brennstoff aus. Dann bläht sie sich zu einem Roten Riesen auf, der Helium- statt Wasserstoffkerne miteinander fusioniert. Erst schluckt der immer weiter anschwellende Feuerball Merkur und Venus – und schließlich wohl auch die Erde. Sobald der Riesenstern sämtliche Heliumvorräte in Kohlenstoff umgewandelt hat, fällt er in sich zusammen. Übrig bleibt eine kleine, milchig schimmernde Sternleiche, ein so genannter Weißer Zwerg.

Weniger klar ist, wie das Umfeld dieses Materiefriedhofs aussehen wird. Sterne mit der zwei- bis achtfachen Sonnenmasse hinterlassen einen Planetarischen Nebel. Er besteht aus den äußeren Schichten des Roten Riesen, die kurz vor dem Kollaps ins All geblasen und von der Strahlung des sterbenden Sterns zum Leuchten angeregt wurden. Sie dehnen sich Tausende von Jahren aus und erscheinen auf Teleskopaufnahmen als bunt leuchtende Nebel (siehe Bild links).

Bisher gingen Astrophysiker davon aus, dass allenfalls Sterne solch ein Kunstwerk hinterlassen, die mindestens 1,2-mal so viel Masse wie die Sonne haben. Nun argumentieren Astrophysiker um Krzysztof Gęsicki von der Nicolaus Copernicus University in Toruń, Polen, dass auch unser Zentralgestirn dazu im Stande sein könnte. Das Relikt werde jedoch deutlich schwächer leuchten als die Planetarischen Nebel schwererer Sterne.

Die Wissenschaftler stützen ihre Prognose auf Computersimulationen, mit denen sie die Entwicklung unterschiedlich massereicher Sterne mit verschieden voluminösen Hüllen durchgespielt haben. Dabei zeigte sich, dass sich die Kerne Roter Riesen nach dem Abwurf ihrer Hülle schneller erhitzen als bisher gedacht. Somit hätten selbst kleinere Sterne eine Chance, das kurz vor dem Kollaps ins All gepustete Material zum Leuchten anzuregen.

Nat. Astron. 10.1038/s41550-018-0453-9, 2018

Der etwa 700 Lichtjahre von der Erde entfernte Helixnebel entstand am Lebensende eines Sterns, als dieser zum Weißen Zwerg wurde.

NASA, NOAO, ESA, THE HUBBLE HELIX NEBULA TEAM, M. MEIXNER (STSCI), AND T.A. RECTOR (NRAO)

ERIK FRANK, UNIVERSITÄT LAUSANNE / UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Nach erfolgreicher Termitenjagd tragen die Ameisen ihre Beute in den Bau.

ZOOLOGIE

AMEISEN MIT NAVIGATIONSTALENT

Ameisen sind bekannt für ihren erstaunlichen Orientierungssinn. Offenbar finden sie sogar dann die schnellste Route zum Ziel, wenn sie dabei vom direkten Weg abweichen müssen, berichtet ein Team um Erik T. Frank von der Universität Würzburg.

Die Biologen hatten bei Freilandversuchen in der Elfenbeinküste sowie im Labor um ein Nest von Matabele-Ameisen *(Megaponera analis)* glatte und grasbestandene Flächen angelegt. Den Vorteil ersterer wussten ausgesendete Späher zu nutzen: Die von ihnen markierten Straßen führten in rund 60 Prozent der Fälle zumindest teilweise über das einfachere Geläuf und brachten der Kolonie im Schnitt eine Zeitersparnis von über einem Drittel gegenüber dem direkten Weg ein. Das Verhalten der einzelnen Späherameisen lasse sich nach Ansicht der Forscher am besten mit der Suche nach dem schnellsten – und nicht dem kürzesten – Weg erklären. Am Ende der von den Scouts angelegten Straßen liegen typischerweise Futterstellen von Termiten, die bevorzugte Nahrung von *Megaponera analis*. Um daran zu gelangen, organisieren die Ameisen mehrmals täglich regelrechte Raubzüge: In Kolonnen von bis zu 600 Tieren marschieren sie los, greifen die Termiten an und schleppen sie zurück in den Bau, um sie hier zu verspeisen. Auch für Koloniemitglieder, die beim Kampf mit den Termiten das Nachsehen haben, ist gesorgt: Ein Sanitätskorps trägt die Verwundeten wieder heim ins schützende Nest (siehe **Spektrum** Juni 2017, S. 9).

J. Exp. Biol. 10.1242/jeb.174854, 2018

Unsere Neuerscheinungen!

Ausgewählte Sonderhefte auch im PDF-Format

Volksglaube: Leben in einer Welt voller Magie • Philosophiegeschichte: Sorge um das Selbst • Hexenjagd: Der Terror der Verzweifelten • Humor: Hat Jesus gelacht? • Wahrnehmung: Eine kurze Kulturgeschichte des Riechens • € 8,90

Gewohnheit: Warum ich esse, was mir nicht guttut • Fasten: Mehr Köpfchen dank Verzicht • Adipositas: Wenn Übergewicht auf der Seele lastet • Demenz: Ein Training gegen Alzheimer • Macht Schlafmangel dick? • € 8,90;

Teilchenphysik: Die Tür ins dunkle Universum • Die Schwarzen Löcher des Urknalls • Dunkle Galaxien: Aufgebaut aus Dunkler Materie • Auf der Jagd nach Mr. Axion • Milchstraße: Eine Spur verschwindet • € 5,90;

Hier bestellen:
service@spektrum.de | Tel.: 06221 9126-743
www.spektrum.de/shop