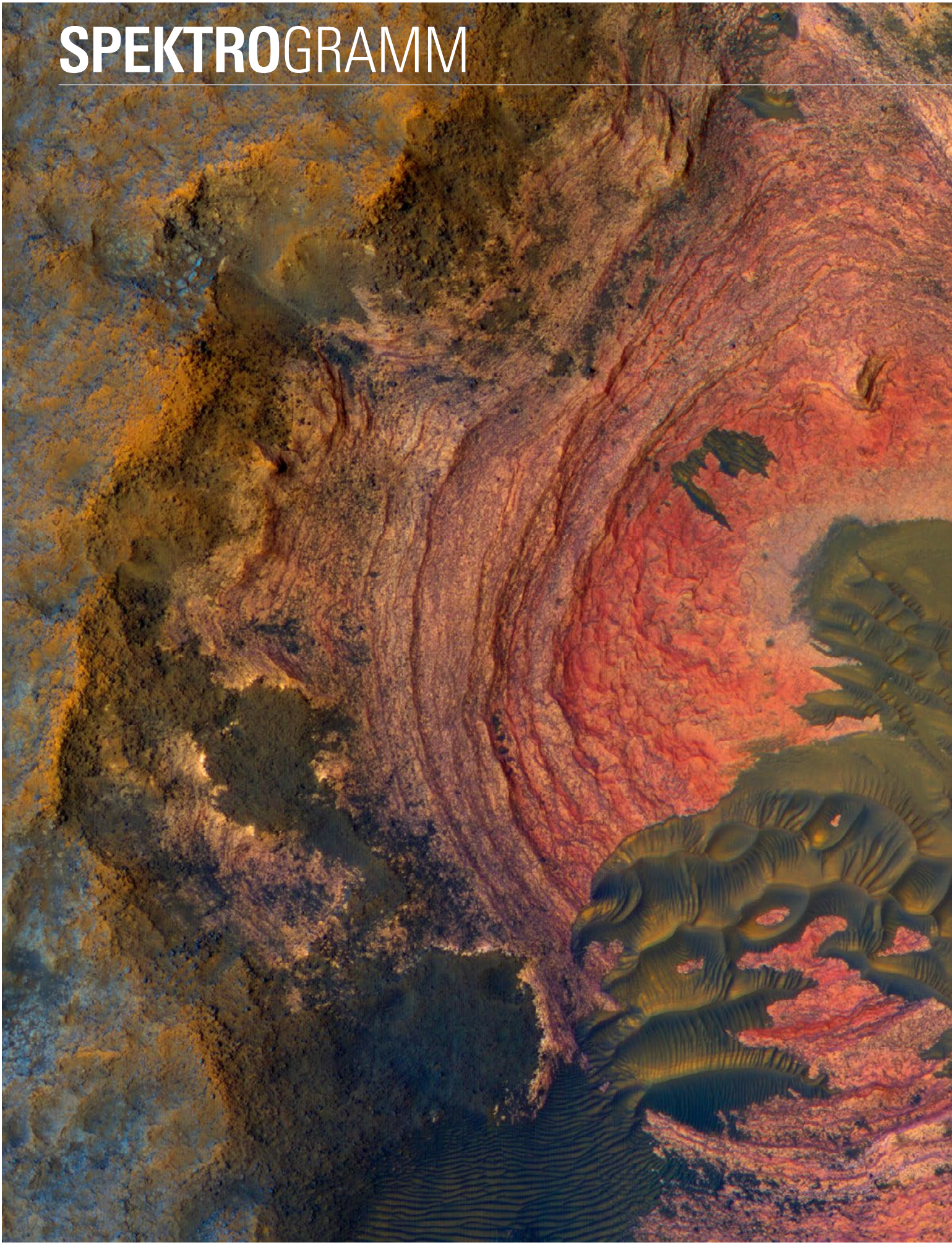
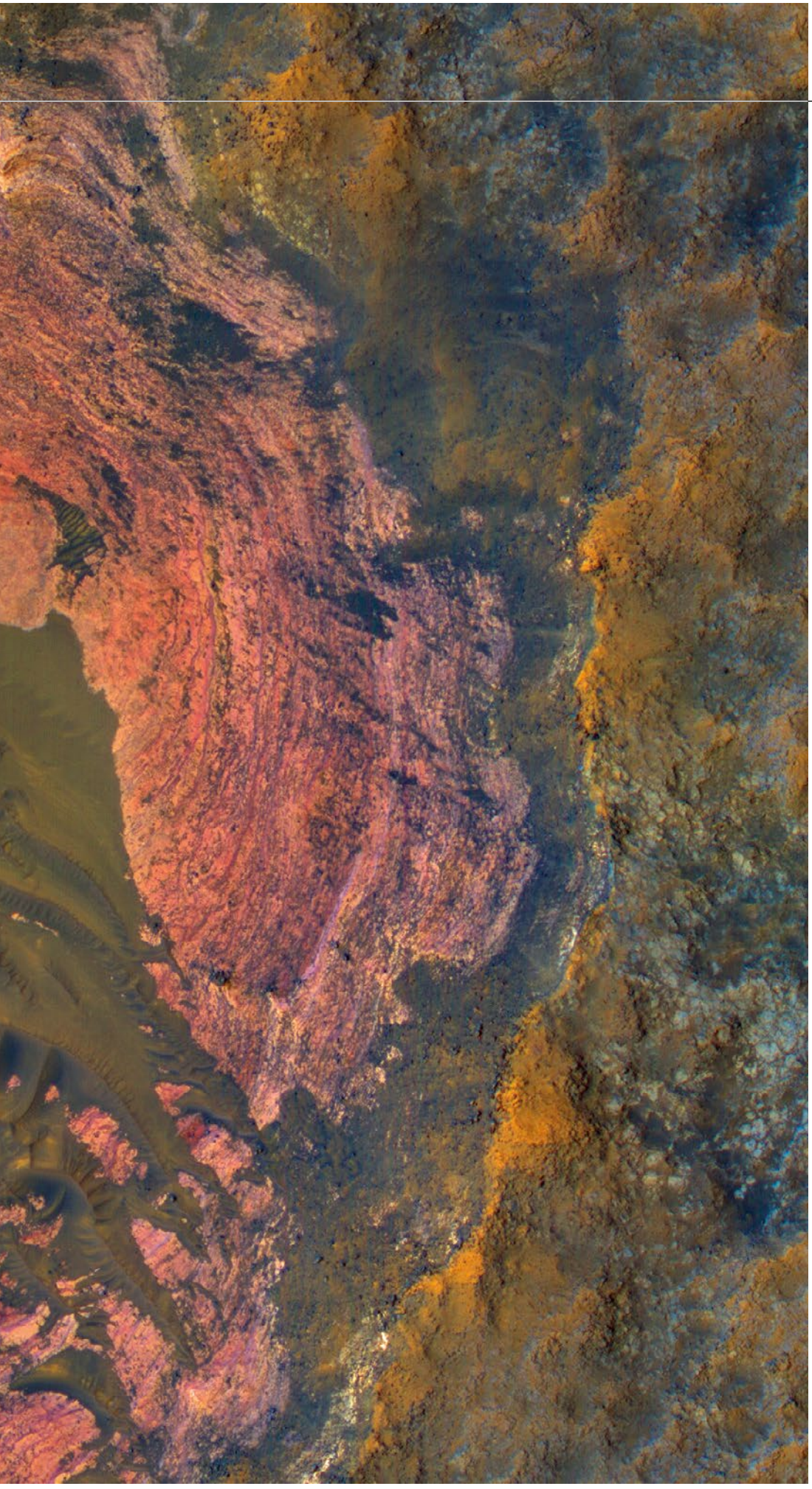
SPEKTROGRAMM



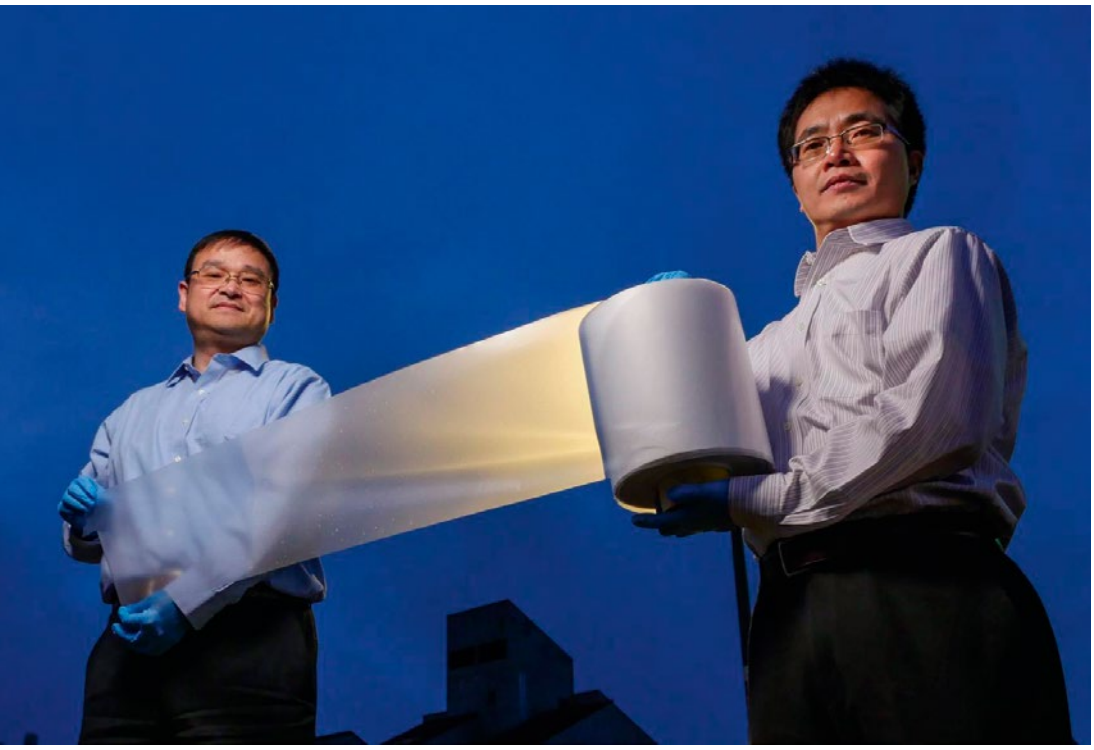
NASA / JPL-CALTECH / UNIVERSITY OF ARIZONA



NASA / JPL-CALTECH / UNIVERSITY OF ARIZONA

OFFENE WUNDE DES MARS

Sand und Felsbrocken bedecken große Teile der Oberfläche unseres roten Nachbarplaneten. Manchmal zeigt sich aber auch das blanke Grundgestein, wie in diesem etwa 500 Meter breiten Bereich am südlichen Rand eines Kraters. Das Foto hat die hochauflösende HiRISE-Kamera an Bord der NASA-Raumsonde Mars Reconnaissance Orbiter im Januar 2017 aufgenommen. Die Falschfarbendarstellung hebt den Fels rötlich hervor; teilweise haben sich darauf Dünen aus feinem Sand abgelagert. Solche Regionen sind für Wissenschaftler besonders interessant, da sie ihnen Einblicke in die geologische Vergangenheit des Mars ermöglichen.



GLENN ASAKAWA / UNIVERSITY OF COLORADO IN BOULDER

Die Materialforscher Xiaobo Yin und Ronggui Yang präsentieren ihre neu entwickelte Kunststofffolie, die erstaunliche Kühlleistungen verspricht.

MATERIAL-WISSENSCHAFT
FOLIE KÜHLT IM PRALLEN SONNENLICHT

Mit einer neu entwickelten Kunststofffolie lassen sich Oberflächen passiv kühlen – sogar im direkten Licht der Mittagssonne. Möglich machen das zwei Eigenschaften des Materials: Zum einen reflektiert es einfallendes Licht fast vollständig, zum anderen strahlt es sehr effizient Wärme ab.

Wissenschaftler um Xiaobo Yin und Ronggui Yang von der University of Colorado in Boulder verwenden dafür den schon länger benutzten Kunststoff Polymethylpenten, der eine sehr niedrige Dichte und eine sehr hohe optische Transparenz besitzt. Daraus stellen sie eine 0,05 Millimeter dicke Folie her, deren Rückseite sie mit einer hauchdünnen Silberschicht verspiegeln. Das Ergebnis wirft nahezu sämtliches einfallendes Sonnenlicht – rund 96 Prozent – wieder zurück und heizt sich deshalb auch in praller Mittagssonne kaum auf.

Für die Kühlung sorgt aber erst eine weitere Zutat: winzige Kügelchen aus Siliziumdioxid, nur wenige Mikrometer (tausendstel Millimeter) groß, die in den Kunststoff eingebettet werden. Bei diesem Durchmesser zeigen die Kügelchen im Infrarotbereich starke optische Resonanzen. Infolgedessen strahlt die Folie vor allem Infrarotstrahlung mit Wellenlängen um die zehn Mikrometer ab. In diesem Wellenlängenbereich absorbiert Luft kaum, weshalb die Strahlung praktisch ungehindert in die Umgebung entweicht. Da die Energie der Infrarot-Abstrahlung den Gegenständen unter der Folie entzogen wird, kühlen diese mit der Zeit ab.

Unter optimalen Bedingungen verringert die Folie den Berechnungen der Forscher zufolge die Temperatur eines Gegenstands um bis zu zehn Grad, verglichen mit der Umgebungstemperatur. Die Kühlleistung beträgt 92 Watt pro Quadratmeter in direktem Sonnenlicht und über die gesamte Tageslänge gemittelt mehr als 110 Watt pro Quadratmeter. Am effektivsten funktioniere das System kurz nach Sonnenauf- beziehungsweise vor Sonnenuntergang.

Mögliche Anwendungen sehen die Forscher in passiven Klimaanlagen, die Häuser im Sommer kühlen. Denkbar ist auch ein Einsatz in Solarzellen: Diese arbeiten oft besser, wenn sie sich weniger stark aufheizen. Den Preis der Folie geben die Forscher im zweistelligen Cent-Bereich pro Quadratmeter an, wobei die Langlebigkeit des Erzeugnisses noch unter Beweis zu stellen sei.

Science 10.1126/science.aai7899, 2017

MATHEMATIK
DAS GEHEIMNIS DER RORSCHACH-FORMEN

Mit zehn Farbkleksen versuchte der Schweizer Psychoanalytiker Hermann Rorschach im Jahr 1921, die seelische Gesundheit seiner Patienten zu ergründen. Der auf den Faltbildern basierende Test entwickelte sich im 20. Jahrhundert zu einem weltbekannten Diagnoseverfahren der Psychologie, dessen Aussagekraft aus heutiger Sicht allerdings umstritten ist. Menschen fühlen sich von den Tintenbildern an etliche verschiedene Objekte erinnert. Bei einigen der Formen sind bis zu 300 verschiedene Deutungen bekannt.

Nun meint eine Gruppe aus Physikern, Mathematikern und Psychologen um Richard P. Taylor von der University of Oregon in Eugene den Grund dafür gefunden zu haben, weshalb manche Klekse ein größeres Assoziationspotenzial bergen als andere. Offenbar ist die Deutung der Formen immer dann

GEOARCHÄOLOGIE

MAGNETFELD IM TONKRUG

Im Lauf des zurückliegenden Jahrhunderts hat die Stärke des Erdmagnetfelds vielerorts um etwa zehn Prozent abgenommen. Manche Forscher sehen darin Vorboten einer Umpolung des Felds, wie es sie in der Erdgeschichte immer wieder gegeben haben soll. Dabei könnte die Schutzwirkung des Magnetfelds gegenüber dem Sonnenwind vorübergehend verschwinden, wodurch Lebewesen an der Erdoberfläche der kosmischen Strahlung intensiver ausgesetzt wären.

Eine neue Untersuchung hilft, die aktuellen Magnetfeldmessungen besser einzuordnen. Israelisch-amerikanische Forscher um Erez Ben-Yosef von der Universität Tel Aviv haben anhand von 67 Tonkrügen aus dem antiken Jerusalem rekonstruiert, welche Stärke das Erdmagnetfeld in dieser Region zwischen 800 und 200 v. Chr. hatte. Schon damals habe der Wert beträchtlich geschwankt, schreiben die Geoarchäologen. Während des 8. Jahrhunderts v. Chr. habe das Magnetfeld binnen 30 Jahren sogar ganze 27 Prozent seiner Intensität eingebüßt, ohne dass es danach umpolte. Nach wie vor lassen sich solche abrupten Ausschläge aber nicht schlüssig mit geophysikalischen Modellen des Erdinneren erklären.

Ben-Yosef und seine Kollegen nutzten für ihre Studie die Griffe von gebrannten Tonkrügen, auf denen Herrschersiegel eingestempelt sind. Da sich die Siegel den historisch dokumentierten Machthabern zuordnen lassen, können Archäologen recht genau eingrenzen, wann die Krüge hergestellt wurden. Durch Untersuchungen an dem Material ermittelten die Forscher, welche Intensität das Erdmagnetfeld dabei jeweils hatte. Denn wenn der Ton nach dem Brennen auskühlt, prägt sich ihm das Feld ein, indem es ihn magnetisiert.

Proc. Natl. Acad. Sci. 10.1073/pnas.1615797114, 2017

Der abgebildete Henkel eines antiken Tonkrugs aus Ramad Rachel in Jerusalem hat ein eingestempeltes Siegel, dessen Inschrift »Zu Senden an den König Hebron« lautet. Das Siegel erlaubt das Alter des Krugs zu bestimmen und damit das frühere Erdmagnetfeld zu rekonstruieren.

ODED LIPSCHITS, TEL AVIV UNIVERSITY

besonders ergiebig, wenn ihr Rand einen eher geringen Grad an Komplexität aufweist.

Die Tintenklekse lassen sich mit so genannten Fraktalen beschreiben. Darunter verstehen Mathematiker unregelmäßige Muster, die sich wiederholen, wenn man die Oberfläche eines Objekts vergrößert. Fraktale Strukturen kommen auch in der Natur vor, zum Beispiel bei Schneeflocken und Wolken. Bereits 1990 stellten Wissenschaftler die Vermutung auf, dass Naturformen vor allem dann die Fantasie anregen, wenn ihre fraktalen Merkmale nur schwach ausgeprägt sind.

Das gilt laut der Forschungsarbeit von Taylor und seinen Kollegen auch für Rorschach-Bilder. Das Team entwickelte eine Kennzahl, die Werte zwischen 1,0 und 2,0 annehmen kann und als Maß für die fraktale Komplexität am Rand der zehn historischen Figuren diente. Liegt die Zahl bei 1,0, ist der Rand einer Form glatt wie eine Linie. Nähert sie sich 2,0, ist die Umrandung einer Figur stark zerklüftet.

Die Forscher verglichen die von einem Computeralgorithmus berechneten Kennzahlen mit Aufzeichnungen von Psychologen aus den 1930er und 1950er Jahren. Diese hatten festgehalten, mit wie vielen Objekten die jeweiligen Rorschach-Faltbilder von Patienten in Verbindung gebracht wurden. Dabei stieß Taylors Team auf eine deutliche Korrelation: Je niedriger die Kennzahl eines Kleckses, desto mehr Deutungen hatte er hervorgerufen. Das bestätigte sich bei einem Test in der Gegenwart. Die Wissenschaftler ließen einen Algorithmus verschiedene Rorschach-Formen erstellen und zeigten sie anschließend 23 amerikanischen Psychologiestudenten. Auch diese fühlten sich an umso mehr Objekte erinnert, je geringer die fraktale Komplexität des Randes einer Figur war. Dabei zeigte sich allerdings, dass ein geringes Maß an Zerklüftung nötig zu sein scheint, um die Fantasie anzuregen: Eine Figur mit komplett glattem Rand löst den Wissenschaftlern zufolge kaum Assoziationen aus.

PLoS One 10.1371/journal.pone.0171289, 2017

PHYSIK
STREUUNG VON LICHT AN LICHT

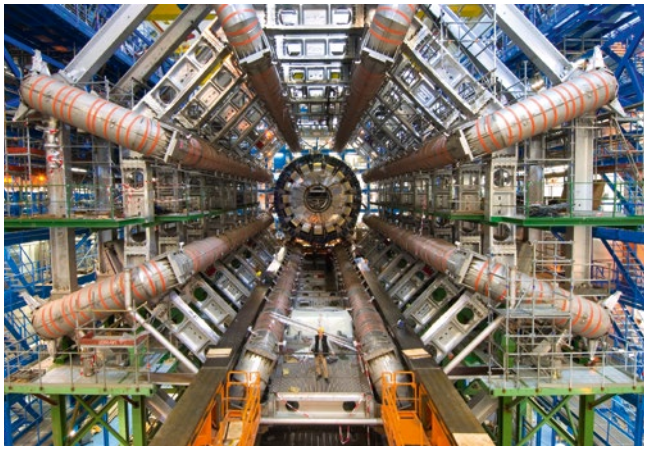
Wenn sich zwei Lichtstrahlen kreuzen, sollten sie eigentlich unbehelligt voneinander fortschreiten. Das besagen die berühmten Maxwell-Gleichungen aus dem 19. Jahrhundert, mit der die klassische Physik elektromagnetische Strahlung beschreibt. Sobald Forscher aber die Gesetze der Quantenphysik berücksichtigen, ändert sich die Situation. Dann können die Lichtteilchen, Photonen genannt, sehr wohl Einfluss aufeinander nehmen, wie die Physiker Werner Heisenberg und Hans Euler bereits 1935 in einem Aufsatz vermutet haben.

Physikern am Kernforschungszentrum CERN in Genf ist es nun gelungen, diese Vorhersage experimentell zu bestätigen. Mit dem Large Hadron Collider (LHC) schossen sie im Jahr 2015 annähernd lichtschnelle Bleiatomkerne aufeinander und beobachteten mit dem ATLAS-Detektor, wie deren Kollisionen abliefen. In seltenen Fällen kam es dabei vor, dass die Atomrümpfe nicht zerplatzten, sondern lediglich dicht aneinander vorbeirasten. War der Abstand zwischen beiden Partikeln größer als der Durchmesser eines Atomkerns, spielten die sonst dominanten Kernkräfte keine Rolle im Geschehen.

Stattdessen bildete sich dann zwischen den Bleikernen für kurze Zeit ein enorm starkes elektrisches Feld. Dieses kann man als Strahl von Photonen beschreiben, die manchmal miteinander wechselwirken. In solchen Fällen werden zwei der Lichtteilchen in unterschiedliche Richtungen abgelenkt und tauchen als klare Signatur im Detektor auf. In ihrem riesigen Datensatz entdeckten die Physiker insgesamt 13 dieser Ereignisse. Das ist ein starkes Indiz dafür, dass der von Heisenberg vorhergesagte quantenphysikalische Effekt tatsächlich existiert.

arXiv, 1702.01625, 2017

MAXIMILIEN BRICE, CERN (CDS.CERN.CH/RECORD/910381) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/LEGALCODE)



Der Nachweis der Licht-an-Licht-Streuung ist mit dem ATLAS-Detektor des LHC geglückt. Mit dem haushohen Gerät untersuchen Physiker, was bei der Kollision von Atomkernen passiert.

PALÄONTOLOGIE
SCHNELLE ERHOLUNG NACH MASSENSTERBEN

Vor knapp 252 Millionen Jahren vernichtete das größte Massenaussterben der Erdgeschichte rund 95 Prozent der damaligen Meereslebewesen. Viele Wissenschaftler nahmen bisher an, dass Flora und Fauna etwa zehn Millionen Jahre brauchten, um sich von dieser Katastrophe an der Perm-Trias-Grenze zu erholen. Neue Fossilienfunde aus der Umgebung des amerikanischen Bear Lake (Idaho, USA) belegen nun allerdings, dass das Leben viel schneller wieder aufblühte.

Die mehr als 750 Fossilien aus der Triaszeit datieren auf ein ungefähres Alter von 250,6 Millionen Jahren – nur knapp 1,3 Mil-

MEDIZIN

LEBENDE MALARIAPARASITEN ALS IMPFSTOFF

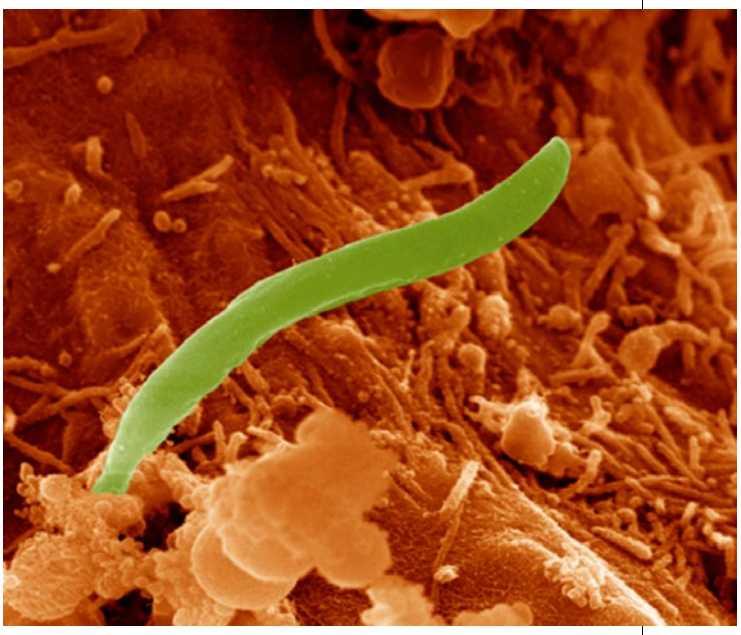
Eine experimentelle Malariaimpfung hat sich im ersten klinischen Test als zu 100 Prozent erfolgreich erwiesen. Entwickelt wurde sie von der Biotechfirma Sanaria, die ihr Konzept zusammen mit Forschern der Universität Tübingen prüfte. Bei dem Verfahren injizieren die Wissenschaftler infektiöse Malariaerreger (Plasmodien) direkt in den Blutkreislauf von Probanden. Gleichzeitig behandeln sie die Testpersonen mit einem Antimalariamittel. So verhindern sie eine Erkrankung und konditionieren das Immunsystem der Behandelten darauf, den Erreger zu erkennen und bei künftigen Infektionen zu bekämpfen.

Neun gesunden Freiwilligen, die noch nie zuvor an Malaria gelitten hatten, verabreichten die Wissenschaftler dreimal innerhalb von zwei Monaten hohe Dosen an lebenden Plasmodien. Im gleichen Zeitraum bekamen die Probanden wöchentlich das Medikament Chloroquin. Rund zwei Monate nach der letzten Chloroquingabe spritzten die Forscher ihnen erneut Malariaparasiten. Bei keinem der Geimpften brach die Krankheit aus, während sich alle 13 Teilnehmer in der ungeimpften Kontrollgruppe infizierten (sie wurden nach dem Nachweis der Parasiten im Blut mit Chloroquin behandelt). Die Impfung war laut den Forschern gut verträglich und löste keine ernsthaften Nebenwirkungen aus.

Malaria ist vor allem in Afrika ein enormes Gesundheitsproblem. Auf dem Kontinent leben schätzungsweise 200 Millionen Erkrankte, von denen jährlich mehr als 500 000 den Symptomen erliegen. Wirksame und vor allem günstige Impfungen sind daher dringend erforderlich.

Die neue Methode ist effektiver als eine andere experimentelle Malariaimpfung, die 2015 in einem groß angelegten Test nur etwa 50 Prozent der Behandelten schützte. Einer 2014 getesteten Impfstrategie von Sanaria mit lebenden, aber nicht infektiösen Parasiten ist sie ebenfalls überlegen, weil sie weniger Plasmodien zum Auslösen einer Immunreaktion benötigt. Doch bei dem neuen Verfahren muss man die Erreger zunächst aufwändig aus den Speicheldrüsen infizierter Moskitos isolieren. Das ist teuer, und daher steht die Frage im Raum, ob sich die Impfung überhaupt kostengünstig und flächendeckend in Malariagebieten einsetzen lässt. Auch ob der Impfschutz dauerhaft anhält, müssen die Mediziner noch zeigen.

Nature 10.1038/nature21060, 2017



MPI FÜR INFEKTIONSBIOLOGIE / MIT FRDL. GEN. VON VOLKER BRINKMANN

***Plasmodium*-Sporozoiten (Rasterelektronenmikroskopaufnahme, grün eingefärbt) werden von Mücken auf Menschen übertragen. Sie dringen in Leberzellen ein, reifen dort und befallen anschließend rote Blutkörperchen.**

lionen Jahre nach dem Perm-Trias-Aussterben. Das deutet auf eine wesentlich raschere Erholung des Ökosystems hin, als sie bisher postuliert worden war. Forscher um Arnaud Brayard von der Université Bourgogne Franche-Comté (Frankreich) zeigten sich überrascht von dem Artenreichtum, der sich in den versteinerten Lebewesen offenbart. Unter den Fundstücken sind Gliederfüßer wie urzeitliche Hummer und andere Krebstiere, ausgestorbene Schwammtiere und eine Gruppe von Tintenfischen, die man bislang nur aus späteren Abschnitten der Erdgeschichte kannte. Auch Überreste von räuberisch lebenden Belemniten (heute ausgestorbene Kopffüßer) sowie von Knochen- und Knorpelfischen aus jenem Zeitraum kamen zu Tage.

Wie es zu dem katastrophalen Massenaussterben am Ende des Perms kam, ist bis heute rätselhaft. Gut dokumentiert sind jedoch dessen unmittelbare Folgen. So erwärmten sich die Weltmeere um mindestens acht Grad Celsius und versauerten infolge einer dramatisch ansteigenden atmosphärischen Kohlenstoffdioxidkonzentration. Das Aussterbeereignis besiegelte das Ende der Erdfrühzeit und läutete den Aufstieg der Dinosaurier ein.

Sci. Adv. 3, e1602159, 2017