

MATERIALWISSENSCHAFT

Passiv kühlende Schichten

Systeme technisch zu kühlen, kostet viel Energie. Abhilfe könnte eine neue Beschichtung schaffen, die Forscher der Stanford University (USA) entwickelt haben: Mehrere Lagen aus Silizium- und Hafniumdioxid, die zusammen knapp zwei Mikrometer (millionstel Meter) dick sind, geben in der Summe mehr Wärme ab, als sie durch Absorption von Licht und Umgebungswärme aufnehmen.

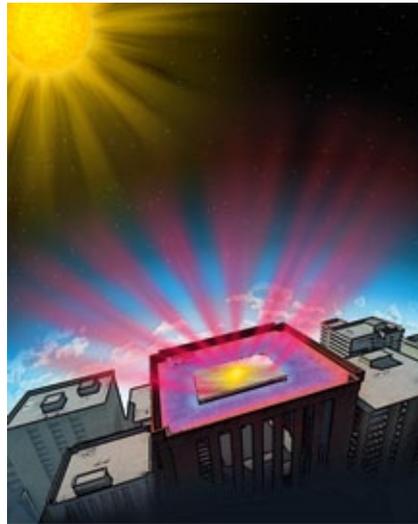
Das Material reflektiert fast das gesamte einfallende Sonnenlicht und erhitzt sich deshalb kaum. Zudem setzt es einen Teil seiner Wärmeenergie in Form von Infrarotstrahlung frei. Normalerweise würde diese Strahlung

die Umgebungsluft erwärmen und diese wiederum die Beschichtung, so dass sich die Temperaturen lediglich angleichen würden. Das Material emittiert die Wärmeenergie allerdings als besonders langwellige Infrarot-

strahlung, die nicht mit der Umgebungsluft wechselwirkt, sondern stattdessen ungehindert die Atmosphäre passiert und in den Weltraum entweicht. Auf diese Weise nimmt es eine Temperatur an, die tatsächlich um bis zu fünf Grad unterhalb jener der Umgebung liegt.

Noch ist das Verfahren nicht so weit ausgereift, dass man damit ganze Gebäude kühlen könnte: Der Prototyp besitzt bislang nur die Größe eines Tellers. Zudem müsste die Beschichtung die Wärme aus dem Inneren des Hauses effizient aufnehmen und nach außen abstrahlen. Gelänge dies allerdings großflächig, ließe sich damit der weltweite Energieverbrauch beträchtlich reduzieren, gehen doch beispielsweise fast 15 Prozent des Stromverbrauchs in den USA auf die Nutzung von Klimaanlagen zurück.

Nature 515, S. 540–544, 2014



PAN LAB, STANFORD ENGINEERING

Beschichtungen aus Silizium- und Hafniumdioxid wirken wie Spiegel und Wärmestrahler zugleich. Dadurch sind sie kühler als die Umgebung.



Mehr Aktualität!

Auf **Spektrum.de** berichten unsere Redakteure täglich aus der Wissenschaft: fundiert, aktuell, exklusiv.

GEOLOGIE

Ist der Erdkern stark kohlenstoffhaltig?

Zwei Drittel des Kohlenstoffs der Erde könnten im inneren Erdkern stecken. Zu diesem Schluss kommen Forscher um Bin Chen von der University of Michigan (USA), die ein neues Modell zum Erdaufbau entwickelt haben. Ihre Versuche und Berechnungen stützen die Annahme, das Zentrum unseres Planeten setze sich aus dem Eisenkarbid Fe_7C_3 zusammen.

Bislang gingen viele Geologen davon aus, der innere Erdkern bestehe hauptsächlich aus kristallinem Eisen mit Beimischungen aus Nickel und anderen Elementen. Bestimmte seismische Wellen bewegen sich jedoch nur halb so schnell durch den Erdkern, wie es dann zu erwarten wäre. Die Diskrepanz haben Wissenschaftler zu erklären versucht, indem sie höhere Anteile an Schwefel, Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff im Erdkern postulier-

ten – oder durch die Annahme, der Kern sei teilweise flüssig. Das wirft aber wieder neue Verständnisschwierigkeiten auf.

Postuliere man, dass der innere Kern aus dem Eisenkarbid Fe_7C_3 besteht, ließen sich die experimentellen Befunde sinnvoll zusammenführen, meinen die Forscher. In Versuchen mit Diamantstempelzellen haben sie die Geschwindigkeit seismischer Wellen in dieser Verbindung gemessen – bei Drücken, die denen im Erdkern einigermaßen nahekommen. Das Eisenkarbid verlangsamt die Wellen im erforderlichen Ausmaß, ohne dass man von einer teilweise flüssigen Konsistenz des Erdzentrums ausgehen müsse. Zudem liege seine Dichte in einem Bereich, der mit den experimentellen Befunden übereinstimmt.

PNAS 10.1073/pnas.1411154111, 2014

PHYSIK

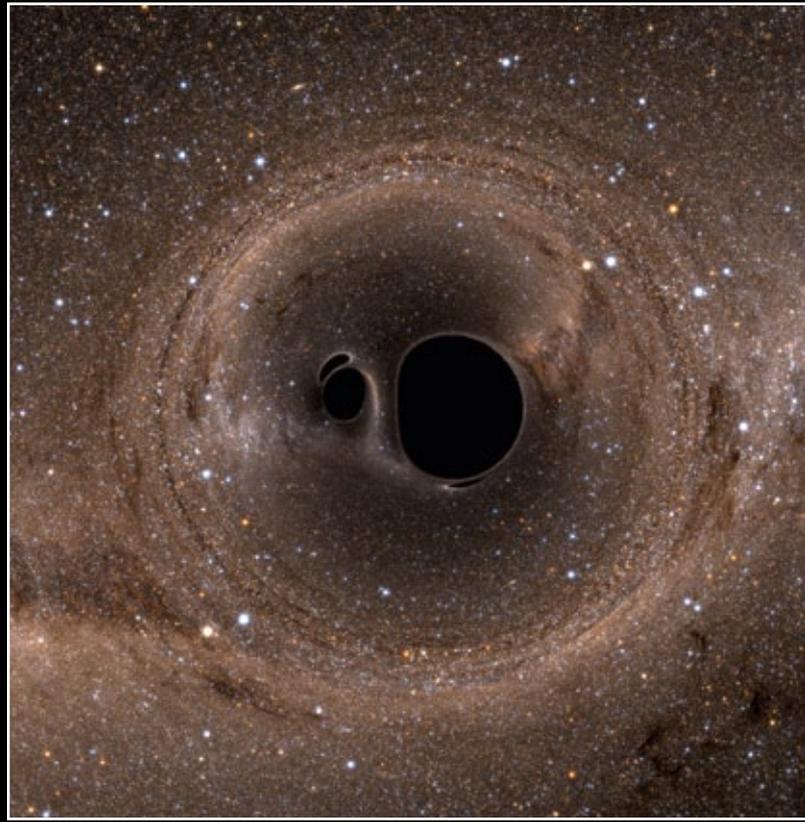
Blick auf einen Raumzeitstrudel

Physiker um Andy Bohn von der Cornell University haben mit Computern simuliert, wie ein Raumzeitstrudel aussehen könnte, den zwei sich umkreisende Schwarze Löcher erzeugen. Auf Grund ihrer extrem hohen Massendichte krümmen diese Objekte den Raum und die Zeit; ihre Bewegung umeinander bewirkt darüber hinaus eine Verwirbelung derselben. Der dabei entstehende Strudel ist für sich genommen unsichtbar. Wenn ihn jedoch Lichtstrahlen durchkreuzen, die etwa von Hintergrundsternen ausgehen, werden sie vielfach gekrümmt und auf verschlungene Bahnen gelenkt. Ein Betrachter, der auf das Gebilde schaut, sieht daher ein verzerrtes Abbild des Hintergrunds.

Um die verworrenen Pfade des Lichts nachzustellen, nutzten die Forscher bereits bestehende Modelle zum Simulieren verwirbelter Raumzeiten. Eine Technik namens »Raycasting«, mit der sich dreidimensionale Computergrafiken erstellen lassen, half ihnen, die Wege des Lichts von der Quelle zum Beobachter zu berechnen. Die so erzeugten Bilder zeigen eigentümliche Strukturen bis hin zu Fraktalen. Ob sie das Geschehen im Umfeld einander umkreisender Schwarzer Löcher allerdings tatsächlich realistisch abbilden, wird sich empirisch nur mit verbesserter Teleskoptechnik untersuchen lassen.

arXiv 1410.7775, 2014

SIMULATING EXTREME SPACETIMES, ANDY BOHN, FRANÇOIS HÉBERT, WILLIAM THROWE, DARIUS BUNANDAR, KATHERINE HENRIKSSON, MARK A. SCHEEL UND NICHOLAS W. TAYLOR



Zwei Schwarze Löcher verwirbeln in einer Simulation das vom Hintergrund stammende Licht.

HYGIENE

Warmluft-Händetrockner sind Bakterienschleudern

Moderne Express-Händetrockner, die mit intensiven Warmluftstrahlen (»Jets«) arbeiten, verteilen massenweise Bakterien in der Luft. In der Nähe der Geräte ist die Keimbelastung fast 30-mal so hoch wie im Umfeld eines Papierhandtuchspenders.

Mikrobiologen um Mark Wilcox vom Leeds Teaching Hospitals Trust (England) führten Versuche mit verschiedenen Trocknern durch. Sie trugen auf die Hände von Versuchsteilnehmern medizinisch unbedenkliche Milchsäure-

bakterien auf. Anschließend sollten die Probanden sich je 15 Sekunden lang die Hände trocknen – entweder mit Papierhandtüchern, einem normalen Warmluftgebläse oder einem Jet-Trockner. Rund um letzteres Gerät waren daraufhin fünfmal so viele Mikroben in der Luft nachweisbar wie in der Nähe von Warmluftgebläsen – und 27-mal so viele wie in der Nähe von Papiertuchspendern. In einem weiteren Versuch benetzten die Teilnehmer ihre Hände mit einer Farblösung und trockneten sie anschließend. Auch hier zeigte sich, dass beim Expressföhnen deutlich mehr Tröpfchen in die Luft gewirbelt werden als bei den anderen Methoden.

Laut den Forschern sollten Warmlufttrockner nicht in medizinischen Einrichtungen eingesetzt werden, weil sie potenziell krankheitserregende Mikroorganismen in der Umgebung verteilen. So könnte ein infizierter Patient, der sich die Hände schlecht gewaschen hat und den Lufttrockner benutzt, andere WC-Besucher mit seinen Keimen anstecken.

J. Hosp. Infect. 88, S. 199–206, 2014



Der starke Luftstrom, den Jet-Händetrockner erzeugen, reißt Mikroben von der Haut und verteilt sie in der Luft.

MICHAEL GOTT / GETTY IMAGES (REPRINTED WITH PERMISSIONS ONLY) / UENSA/SHUTTERSTOCK

ARCHÄOLOGIE

Urgeschichtliche Ritzmuster

Offenbar ritzten bereits Vorfahren des modernen Menschen geometrische Muster in Gegenstände, um sie zu kennzeichnen oder zu schmücken. Darauf deutet eine Muschelschale hin, die jetzt in einem Museumsarchiv gefunden wurde. Die Schale stammt aus einer Sedimentschicht am Ufer

des Flusses Solo in Ostjava, von der Fundstelle des berühmten Java-Menschen. Paläoanthropologen ordnen dessen Fossilien heute dem *Homo erectus* zu, einer ausgestorbenen Menschenart.

Wissenschaftler um Josephine Joordens von der Universität Leiden

hatten die fossilen Muschelschalen untersucht, um mehr über die Ernährungsgewohnheiten von *Homo erectus* herauszufinden. Dabei fiel ihnen ein Rillenmuster auf, das in eine Schale hineingekratzt worden war. Isotopen- und Lumineszenzmessungen ergaben, dass die Sedimentreste, die an der Schale haften, etwa 500 000 Jahre alt sind. Das Muster ritzte demnach wahrscheinlich ein *Homo erectus* ein, jedenfalls kein *Homo sapiens*.

Die Gravuren sind heute kaum noch zu erkennen. Das war vor einer halben Million Jahren vermutlich anders, als die Schale noch eine dunklere Färbung besaß. Über die Bedeutung der Kratzspuren kann nur spekuliert werden – möglicherweise waren es Verzierungen. In jedem Fall sind sie beträchtlich älter als die ältesten bisher bekannten Ritzmuster, schreiben die Forscher.

Nature 10.1038/nature13962, 2014



Eine Art Zickzacklinie zierte diese Muschelschale. Wer sie einritzte und warum, ist unbekannt. Wahrscheinlich wurde das Artefakt von einem Vertreter einer heute ausgestorbenen Menschenart angefertigt.

WIM LUSTENHOUWER, VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM

BIOLOGIE

Zitteraale zwingen Beutetiere, sich selbst zu verraten

Seine Fähigkeit, Stromstöße auszu-teilen, nutzt der Zitteraal (*Electrophorus electricus*) für die Jagd auf Beutetiere, vorwiegend Fische. Dabei lähmt er seine Opfer allerdings nicht nur, sondern bringt sie auch zum Zappeln, so dass er sie besser orten kann. Das berichtet der Biologe Kenneth Catania von der Vanderbilt University in Nashville (USA).

Dem Forscher zufolge setzen Zitteraale unterschiedliche Typen von elektrischen Entladungen ein. Mit schwachen Pulsen erkunden sie ihre Umgebung. Mit einer schnellen Abfolge aus mehreren dutzend starken Entladungen hingegen lähmen sie

ihre Beutetiere und schnappen sie dann; die Pulsfrequenz erreicht dabei mehrere hundert Hertz. Neben diesen beiden Methoden wenden die Raubfische noch eine dritte an: einen Doppel- oder Dreifachpuls hoher Intensität. Er zwingt die Opfer zu starken Zuckungen, die dem Zitteraal

verraten, wo sich die Beute befindet – woraufhin er den eigentlichen Angriff startet.

Zitteraale leben in schlammigen, trüben Gewässern mit schlechten Sichtverhältnissen. Statt ihrer Augen nutzen sie Elektrizitätsorgane (umgebildete Muskeln), um sich zu orientieren und zu jagen. Die abgegebenen Stromstöße werden von lebenden und toten Objekten unterschiedlich gut geleitet, was den Zitteraal dazu befähigt, Beutetiere wahrzunehmen. Die Räuber können Pulse mit einer Spannung von bis zu 500 Volt erzeugen, wobei die elektrische Leistung 400 Watt übersteigt. Es handelt sich bei den Tieren allerdings nicht wirklich um Aale, wie der Name suggeriert, sondern um Neuwelt-Messerfische.

Science 346, S. 1231 – 1234, 2014

Der Zitteraal jagt Fische mit Stromstößen.



KENNETH CATANIA, VANDERBILT UNIVERSITY



STAUBKORNGROSSE STATUE AUS DEM 3-D-DRUCKER

Der Londoner Künstler Jonty Hurwitz schuf diese winzige Skulptur. Die Figur mit rund 100 Mikrometer Höhe ist kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haars, wie das elektronenmikroskopische Bild demonstriert, und entstand mit Hilfe eines 3-D-Druckverfahrens. Bei der Multiphotonenlithografie härtet ein Laser in seinem wenige zehn Nanometer großen Fokuspunkt schrittweise einen Fotolack. So formt dieser innerhalb von Minuten komplexe, feste Strukturen – normalerweise für nanotechnologische Anwendungen.