

TECHNIK

Rohlinge für künftige Computerchips

Ingenieure arbeiten permanent daran, Computerchips weiter zu verkleinern. Doch diese Entwicklung wird bald an Grenzen stoßen, da sich siliziumbasierte Schaltungen nicht beliebig miniaturisieren lassen. Forscher suchen daher nach neuen Materialien. Als viel versprechend gelten »Übergangsmetall-Chalkogenide«: Verbindungen aus Übergangsmetallen wie Molybdän und Elementen der 6. Hauptgruppe wie Sauerstoff, Schwefel oder Selen. Sie sind Halbleiter wie Silizium, lassen sich aber im Gegensatz zu diesem in atomdünne und dennoch stabilen Schichten herstellen.

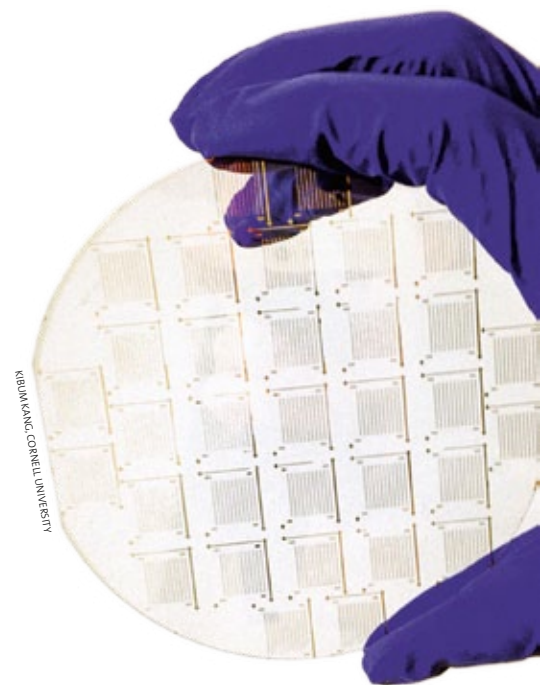
Forscher um Jiwoong Park von der Cornell University in Ithaca (USA) haben nun ein neues Verfahren entwickelt, um zehn Zentimeter große Scheiben aus Molybdändisulfid (MoS_2) oder Wolframdisulfid (WS_2) zu produzieren, die nur drei Atomdurchmesser dick sind. Aus diesen Rohlingen er-

zeugen sie entsprechend dünne Feldeffekttransistoren, die in 99 Prozent der Fälle wie gewünscht funktionieren.

Bei der neuen Herstellungsmethode handelt es sich um eine chemische Gasphasenabscheidung, bei der die atomdünnen Rohlinge auf Siliziumdioxid gezüchtet werden – 26 Stunden lang bei mehreren hundert Grad Celsius, mit den Ausgangsstoffen $\text{Mo}(\text{CO})_6$, $\text{W}(\text{CO})_6$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$ und H_2 . Frühere Verfahren lieferten nur kleine Fetzen vergleichbaren Materials und eigneten sich daher nicht für die industrielle Produktion.

Andere Forscher warnen allerdings vor überzogenen Erwartungen an die neue Methode. So leiteten die atomdünnen MoS_2 -Schichten den Strom langsamer als konventionelles Silizium oder gar Graphen, was die Arbeitsgeschwindigkeit darauf basierender Schaltungen begrenzt.

Nature 520, S. 656–660, 2015



Atomdünne Feldeffekttransistoren aus MoS_2 auf einer siliziumhaltigen Scheibe, die als Substrat dient.



Mehr Aktualität!

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

GEOPHYSIK

Zwei Tiefseegräben ließen Indien rasen

Zwei hintereinanderliegende Subduktionszonen sorgten für eine rekordschnelle Kontinentalplattenbewegung in dem Zeitraum zwischen rund 80 und 60 Millionen Jahren vor heute. Damals beschleunigten sie den indischen Subkontinent auf mehr als 14 Zentimeter pro Jahr, bevor er mit Eurasien kollidierte. Nach seiner Trennung vom Großkontinent Gondwana benötigte der Subkontinent nur etwa 50 Millionen Jahre, um den zu dieser Zeit noch existierenden Tethys-Ozean zu durchqueren. Das ist die schnellste bekannte Kontinentalplattenbewegung. Woher das hohe Tempo rührte, ließ sich bislang nicht zufrieden stellend beantworten.

Geowissenschaftler um Oliver Jagoutz vom MIT (Massachusetts, USA) stellen nun auf Grundlage neuer Simulationen der Plattendrift einen

möglichen Mechanismus vor. Demnach erstreckten sich zwischen der indischen und der eurasischen Platte einst zwei tausende Kilometer lange, aktive Tiefseegräben in Ost-West-Richtung. An beiden Gräben tauchte ozeanische Erdkruste in den Erdmantel ab, ein Subduktion genannter Vorgang. Infolgedessen verkürzte sich die Distanz zwischen dem indischen Subkontinent und Eurasien in Rekordgeschwindigkeit.

Einige Befunde stützen das Modell: Geophysikalische Verfahren zeigen heute die Reste zweier abgetauchter Platten unter Indien; zudem lassen sich in einem langen Gürtel von der Türkei bis nach Südostasien die Spuren beider Subduktionszonen finden.

Nature Geoscience 10.1038/NGEO2418, 2015

Ägyptische Tiermumien waren oft Mogelpackungen

Etwa jede dritte altägyptische Tiermumie enthält so gut wie keine tierischen Überreste. Das haben Wissenschaftler der University of Manchester sowie des Manchester Museum in England herausgefunden, als sie mehr als 800 solcher Mumien mit Röntengeräten und Computertomografen untersuchten. Dabei handelte es sich um Überbleibsel aus einer Zeit vom 8. vorchristlichen Jahrhundert bis in die römische Besatzungszeit, beispielsweise von Katzen, Vögeln oder Krokodilen.

Rund ein Drittel der Mumien enthielt vollständige Tierkörper, ein weiteres Drittel immerhin Skeletteile. Der Rest

barg allenfalls Eierschalen oder Federn, hauptsächlich aber Erdbrocken, Reisig oder Schilf. Die Menge der »Mogelpackungen« überraschte die Forscher – dass es sich jedoch um betrügerische Fälschungen handelte, glauben sie nicht. Vielmehr dienten Tiermumien als Votivgaben, und die Nachfrage nach ihnen war wohl so groß, dass die Ägypter sie selbst mit Zuchtprogrammen nicht decken konnten. Die Pilger, die solche Stücke erwarben, wussten womöglich, dass der Schein trog. Historiker schätzen die Zahl der mumifizierten Tiere im alten Ägypten auf 70 Millionen.

BBC News, 11.5.2015



SCIENCE MUSEUM, LONDON, JUEL.COM/IMAGES / CC BY 4.0
(CREATIVE COMMONS ORG/LICENSING BY 4.0/LEGALCODE)

Schein oder Sein? Katzenmumien wie diese wurden im alten Ägypten massenhaft hergestellt.

Gigantische Wellen unter Wasser

In der Luzonstraße zwischen Taiwan und den Philippinen entstehen hunderte Meter hohe und hunderte Kilometer breite Wellen unter der Meeresoberfläche. Dabei handelt es sich um »interne« Wellen, die sich entlang von inneren Dichtestufen in Gewässern fortpflanzen. In der Luzonstraße bilden

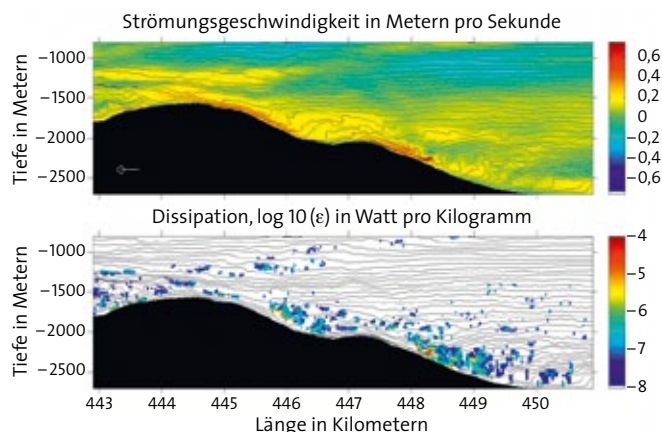
sie sich infolge der Gezeiten, die riesige Wassermassen über zwei unterseeische Berggrate bewegen. Kaltes, schweres Wasser aus der Tiefe wird über den ersten Grat gedrückt, sinkt dahinter zurück nach unten und steigt am zweiten Grat wieder auf, um hinter ihm erneut abzustürzen. Diese groß-

räumige Bewegung erzeugt gewaltige Schwerewellen unter der Oberfläche.

Die Riesenwellen wandern durch das Südchinesische Meer zum asiatischen Festland und brechen am Kontinentalschelf. Dabei entstehen Turbulenzen, die warmes und kaltes Wasser verwirbeln und Nährstoffe aus der Tiefe in lichtdurchflutete Zonen befördern, wo sie etwa Korallenriffe nähren.

Die Entstehung und Fortpflanzung dieser Schwerewellen haben Matthew Alford von der University of California San Diego (USA) und sein Team mit unterschiedlichen Messmethoden untersucht. Sie erfassten Dichten und Strömungsgeschwindigkeiten im Meerwasser mit Hilfe von Satellitendaten, autonomen Unterwasserfahrzeugen sowie mit verankerten und schiffsgestützten Messinstrumenten.

Nature 521, S. 65–71, 2015



Simulation der Wasserströmungen an einem unterseeischen Berggrat. Oben: Strömungsgeschwindigkeiten. Unten: Umwandlung von kinetischer in thermische Energie.

BIOLOGIE

Ein warmblütiger Fisch

Der auch als »Gotteslachs« bekannte Opah (*Lampris guttatus*) ist ein endothermer Fisch: Er erhöht seine Körpertemperatur aktiv von innen her. Durch schnelles Auf- und Abbewegen seiner Brustflossen erzeugt er Wärme und hebt die Temperatur seiner Brustmuskulatur um etwa fünf Grad Celsius über die des umgebenden Wassers. Das haben Nicholas Wegner von der National Oceanic and Atmospheric Administration (Kalifornien, USA) und seine Kollegen herausgefunden.

Zwei Mechanismen helfen dem Fisch, die Wärmeenergie im Körperinneren zu halten. Zum einen besitzt er eine isolierende Fettschicht um das Herz herum, zum anderen umspannt ein dichtes Netz von Blutgefäßen seine Brustmuskeln, Kiemenbögen sowie einen Bereich des Schädels. Dessen eng liegende Adern ermöglichen über das Gegenstromprinzip einen effizienten Wärmeaustausch. Das zu den Kiemen strömende temperierte Blut erwärmt das von dort zurückkehrende kalte.

Mit Hilfe von Messgeräten, die sie an den Fischen anbrachten, zeigten die Forscher zudem, dass Opahs mehr Zeit in Tiefen zwischen 50 und 400 Metern verbringen als beispielsweise Tunfische. Ihre aktive Temperaturregelung ermöglicht es den Gotteslachsen somit, relativ lange im kalten Tiefenwasser zu bleiben und dort kleine Tiere zu jagen, ohne zum Aufwärmen wieder auftauchen zu müssen.

Science 348, S. 786–789, 2015



NOAA FISHERIES, SOUTHWEST FISHERIES SCIENCE CENTER

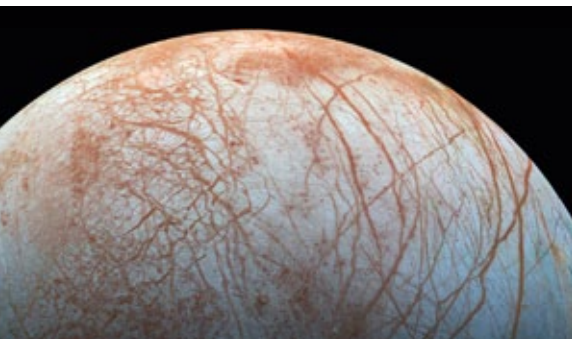
Gotteslachse sind stattliche Fische und können fast zwei Meter lang werden.

PLANETOLOGIE

Salz färbt Jupitermond Europa

Ein Laborexperiment von NASA-Forschern hat möglicherweise das Rätsel um die dunklen Oberflächenstrukturen auf dem Jupitermond Europa

Die dunklen Linien auf Europa könnten verfärbtes Salz sein, das in Brüchen der Eisdecke zur Oberfläche gelangt.



NASA / JPL/CATECH / SETI INSTITUTE

pa gelöst. Deren Färbung könnte von Salz verursacht werden, das aus dem Ozean unter der Eiskruste stammt und entlang von Brüchen in Europas Eisdecke zur Oberfläche aufsteigt, vermuten die Wissenschaftler um Kevin Hand vom Jet Propulsion Laboratory der NASA in Pasadena (Kalifornien, USA).

Die Forscher stellten im Labor die Bedingungen auf Europa nach, wo Temperaturen um minus 170 Grad Celsius herrschen. In einer entsprechend gekühlten Vakuumkammer schossen sie Elektronen auf Proben von Natriumchlorid (Kochsalz) in verschiedenen Mischungen mit Wasser. Damit simulierten sie das Partikelbombardement in Jupiters Magnetfeld. Nach einigen dutzend Stunden dieser Behandlung, was unter den Bedingun-

gen auf dem Jupitermond etwa einem Jahrhundert entspricht, nahm das ursprünglich weiße Salz eine gelbbraune Färbung an. Spektralanalysen ergaben, dass die Farbe jener des Materials auf Europa stark ähnelt.

Je länger die Kochsalzproben dem Elektronenstrahl ausgesetzt waren, desto dunkler wurden sie. Die Forscher halten es daher für möglich, die Oberflächenstrukturen auf dem Jupitermond anhand von deren Farbe zu datieren. Frühere Studien hatten die Verfärbungen auf dem Himmelskörper mit magnesium- und schwefelhaltigen Substanzen in Verbindung gebracht. Mittlerweile ist aber bekannt, dass sich nicht alle dortigen Oberflächenstrukturen darauf zurückführen lassen.

Pressemitteilung der NASA, 12. 5. 2015

MARINE HERUMTREIBER

Die multinationale Tara-Oceans-Expedition untersuchte vier Jahre lang das Plankton der Meere. Die Forscher nahmen zehntausende Proben an mehr als 200 Orten und in bis zu 2000 Meter Tiefe. So ermittelten sie erstmals weltweit systematisch und vergleichbar die Vielfalt der Kleinstorganismen am Anfang der Nahrungskette. Die Auswertungen werden noch Jahre dauern, erste genetische Analysen zeigen aber jetzt schon, dass die Biodiversität wesentlich größer ist als zuvor bekannt.

Science 348, S. 873, 2015

