

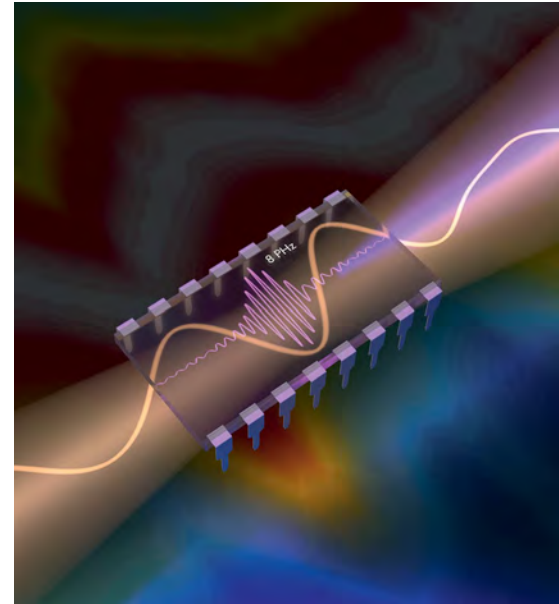
Elektronik mit Quantenturbo

Ultrakurze Laserblitze erzeugen Strom, der eine Million Mal schneller ist als in gängigen Mikroprozessoren

Elektronische Bauteile könnten deutlich schneller arbeiten, wenn ihre Elektronen mit Licht beschleunigt würden. Forscher des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching haben Elektronen jetzt mit extrem kurzen Laserpulsen in Schwingungen mit Petahertz-Frequenz versetzt. Das ist etwa 1000-mal schneller als die Taktfrequenz moderner Mikroprozessoren. Der Strom, den die Physiker erzeugt haben, passt nicht mehr ins klassische Bild des Ladungstransports. Es handelt sich vielmehr um einen Quantenstrom, der nicht einfach vom Minus zum Pluspol einer Batterie fließt. Vielmehr schwingen die Elektronen im Quantenregime sehr schnell hin und her. Mit gewöhnlichen Spannungsquellen lässt sich dieser Zustand nicht erreichen, weil die ebenfalls schwin-

genden Atome die Elektronen aus dem Takt bringen. Die ultrakurzen Laserblitze regen die Elektronen dagegen so schnell an, dass die langsamen Atome ihnen nicht mehr in die Quere kommen können. Auf diese Weise wird der Strom eine Million Mal schneller, und die Leitfähigkeit des Materials steigt um das Zehntrillionenfache – das entspricht einer Eins mit 19 Nullen. Auch einen Nachweis für den Strom mit Quantenturbo entdeckten die Forscher: Die schwingenden Elektronen geben Licht mit ihrer Schwingungsfrequenz ab. (www.mpg.de/10805322)

Laserpulse (große Sinuswelle) erzeugen elektrischen Strom, der mit Petahertz-Frequenz schwingt (kleine Sinuswelle in dem angezeigten elektronischen Bauteil). Dies lässt sich über die ausgestrahlte UV-Strahlung nachweisen.



Unser Beitrag zur arktischen Eisschmelze

Messungen decken den Zusammenhang zwischen individuellem CO₂-Ausstoß und dem Rückgang des Sommerseises auf

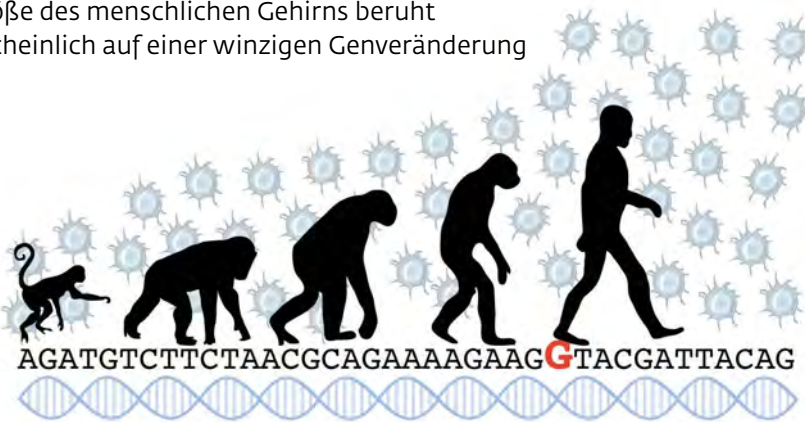


Jede Tonne Kohlendioxid, die ein Mensch auf unserer Erde freisetzt, lässt das sommerliche Meereis in der Arktis um drei Quadratmeter schwinden. Zu diesem Ergebnis gelangten Dirk Notz, Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Meteorologie, und Julienne Stroeve, Forscherin am US-amerikanischen National Snow and Ice Data Center, durch eine Analyse von Messdaten. In ihrer Studie fanden die Wissenschaftler außerdem heraus, dass viele Klimamodelle ein langsames Abschmelzen des Eises simulieren, als in Beobachtungen festzustellen ist, weil sie die Zunahme der Wärmestrahlung in der Arktis unterschätzen. Aus den Daten ergibt sich zudem, dass es nicht ausreicht, die Erderwärmung – wie von den jüngsten UN-Klimakonferenzen beschlossen – auf zwei Grad Celsius zu begrenzen, um das arktische Meereis auch im Sommer zu erhalten. (www.mpg.de/10815762)

Teilnehmer einer Messkampagne unter anderem des Max-Planck-Instituts für Meteorologie nehmen Proben des arktischen Meerseises bei Spitzbergen.

Buchstabendreher mit Folgen

Die Größe des menschlichen Gehirns beruht wahrscheinlich auf einer winzigen Genveränderung



Der Austausch eines einzigen Buchstabens (rot) im Code des ARHGAP11B-Gens hat zur Folge, dass sich beim modernen Menschen mehr Stammzellen im Gehirn bilden als bei Menschenaffen.

Vor rund anderthalb Millionen Jahren kam es im drei Milliarden Buchstaben langen Text des menschlichen Erbguts zu einem winzigen, aber folgenreichen Schreibfehler: Im sogenannten ARHGAP11B-Gen wurde ein C durch ein G ersetzt. Das Gen bringt Stammzellen dazu, sich zu vermehren und mehr Nervenzellen zu bilden. ARHGAP11B ist durch teilweise Verdopplung eines Vorgängergens entstanden, nachdem sich die Entwicklungslinien des Menschen und der Menschenaffen getrennt hatten. Es kommt daher nur beim Menschen vor und bei unseren nächsten, inzwischen ausgestorbenen

Verwandten, dem Denisova-Menschen und Neandertaler, nicht aber beim Schimpansen. Nach der Mutation konnte das ARHGAP11B dann sein Potenzial voll entfalten: Forschern am Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden zufolge ist der Buchstabentausch die Ursache dafür, dass beim modernen Menschen im Großhirn mehr Stammzellen entstehen. Auf diese Weise konnte das Gehirn wesentlich größer werden und seine Träger fortan zu den typisch menschlichen geistigen Leistungen wie Sprache und Denken befähigen. (www.mpg.de/10849060)

Ein Näschen für Sauerstoff

Dass Mäuse gut riechen können, erkennt man schon am Erbgut: Mehr als tausend Gene sind nur dazu da, unterschiedliche Rezeptormoleküle für die Wahrnehmung von Duftstoffen zu produzieren. Zu Letzteren zählt ein Gas, das wir Menschen eher nicht als Duft einstufen würden: Sauerstoff. Wissenschaftler der Max-Planck-Forschungsstelle für Neurogenetik in Frankfurt zufolge erschnüffeln Mäuse mit sogenannten Typ-B-Nervenzellen in der Nasenschleimhaut den Sauerstoffgehalt der Luft. Diese Zellen werden bereits aktiv, wenn die Sauerstoffkonzentration

der Luft nur leicht sinkt. Die Nager können also die Abnahme eines Dufts riechen – eine Fähigkeit, die bisher von keinem anderen Tier bekannt ist. Notwendig sind dafür die Gene *Gucy1b2* und *Trpc2*. Diese beinhalten die Information für Moleküle, die zu Signalwegen in den Typ-B-Zellen gehören. Welcher Rezeptor den Sauerstoffgehalt registriert, ist jedoch noch unbekannt. Ob die Typ-B-Zellen aber auch beim Menschen vorkommen und auf eine Sauerstoffunterversorgung reagieren, wissen die Forscher noch nicht.

(www.mpg.de/10842129)

So gut entspiegelt wie noch nie

Oberflächen lassen sich künftig deutlich wirkungsvoller entspiegeln. Forscher des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme in Stuttgart haben einen Weg gefunden, um auf Glasoberflächen Nanostrukturen zu erzeugen, die Licht fast gar nicht reflektieren und beinahe vollständig durchlassen. Sie haben eine Methode so weiterentwickelt, dass sie auf der Oberfläche kegelförmige Säulen mit einer Höhe von zwei Mikrometern erzeugen können. An einer Oberfläche, die mit solchen Säulen überzogen ist, ändert sich der Brechungsindex kontinuierlich. Daher kann der größte Teil des sichtbaren und des kurzwelligen infraroten Lichts die Oberfläche durchdringen, und zwar über eine relativ große Spanne möglicher Einfallswinkel. Herkömmliche Antireflexschichten oder kürzere Nanostrukturen entspiegeln eine Oberfläche nur in einem schmalen Bereich des optischen Spektrums und wirken auch nur bei stark eingegrenzten Einfallswinkeln. Die neue Entspiegelung könnte in Hochleistungslasern, Kameras und Mikroskopen, aber auch in Touchscreens oder Solarmodulen eingesetzt werden. (www.mpg.de/10789612)

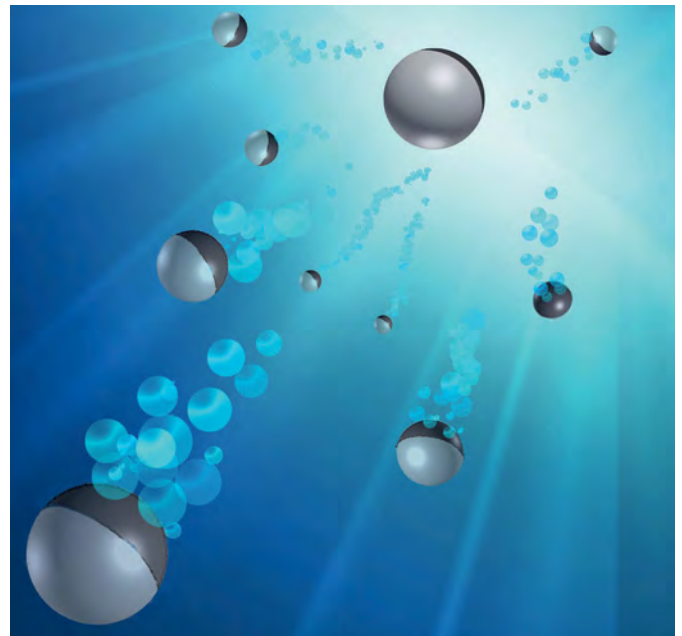


Ein Glasplättchen, auf dessen Oberfläche Nanosäulen freigeätzt wurden (linke Abbildungen), reflektiert bei einem Einfallswinkel von 30 Grad nur 0,2 Prozent des Lichts und ist für 99,8 Prozent durchlässig. Ein Plättchen ohne diese Nanostruktur (rechte Abbildungen) erreicht bei diesem Einfallswinkel lediglich eine Transmission von 92,8 Prozent und reflektiert 7,2 Prozent.

Vom Licht geleitet

Mikroschwimmer lassen sich gezielt bewegen

Winzige Schwimmkörper ahmen jetzt eine Fähigkeit vieler Mikroorganismen nach. Je nach Bedarf können sie sich nämlich in Wasser mit einer gelösten organischen Substanz zu einer Lichtquelle hin oder von ihr weg bewegen. Um Mikroschwimmern zu dieser Phototaxis zu verhelfen, haben Forscher des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme und der Universität Stuttgart Mikrokügelchen aus Glas halbseitig mit Kohlenstoff beschichtet. Im Licht wärmen sich die Kohlenstoffschicht und die sie umgebende Flüssigkeit auf, sodass sich das Wasser und die organische Substanz teilweise entmischen. Auf diese Weise entsteht zwischen der unbeschichteten und der kohlenstoffbeschichteten Seite des Kügelchens ein Gefälle in der Konzentration des gelösten Stoffs. Um den Konzentrationsunterschied auszugleichen, strömt Wasser von der einen auf die andere Seite des Mikroschwimmers und treibt diesen von der Lichtquelle weg. Der Orientierungsmechanismus ermöglicht es, Mikroschwimmer mit einer Lichtquelle gezielt durch Flüssigkeiten zu steuern. (www.mpg.de/10757305)



Zur dunklen Seite: Halbseitig mit Kohlenstoff beschichtete Glaskügelchen navigieren selbstständig von einer Lichtquelle weg.

Affen mit Sprachgefühl

Die Tiere verarbeiten komplexe Silbensequenzen ähnlich wie Babys

Schon Babys besitzen einen Sinn für Grammatik: Säuglinge erkennen bereits im Alter von drei Monaten, nach

welchen Regeln Silben kombiniert werden, und merken, wenn eine Regel verletzt wird. Wissenschaftler des Leipzi-

ger Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften haben nun herausgefunden, dass auch Affen zumindest Vorläufer dieser Fähigkeit besitzen. Die Forscher haben die elektrische Hirnaktivität auf der Kopfoberfläche von Makaken gemessen, während die Tiere bedeutungslose, aber Regeln folgende Silbensequenzen hörten. Dabei stellten sie fest, dass das Gehirn der Tiere in ähnlicher Weise elektrisch aktiv ist wie das von drei Monate alten Babys. Zudem konnten sie an den Gehirnreaktionen der Makaken ablesen, dass die Tiere eine falsche Silbenfolge bemerkten. Diese Fähigkeit muss folglich entstanden sein, ehe sich die zum Menschen führende Entwicklungslinie von den übrigen Primaten getrennt hat. Erwachsene Menschen büßen die Fähigkeit allerdings wieder ein: Sie erkennen sprachliche Muster nicht wie Säuglinge oder Makaken durch bloßes Zuhören, sie müssen vielmehr aktiv nach den Regeln suchen.

(www.mpg.de/10821435)

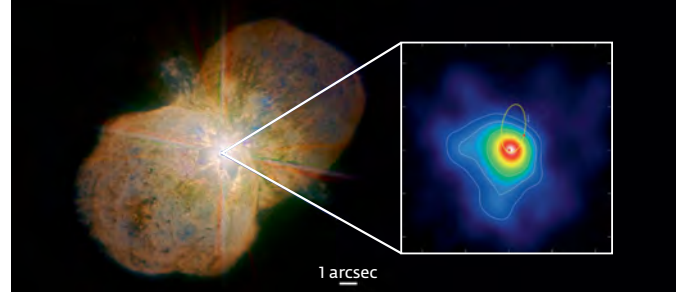
In vielen Sprachen folgen die Silben bestimmten Regeln. Im Deutschen beispielsweise folgt auf die Anfangsilben „er“ und „sie“ mit mehr oder weniger Abstand oftmals ein „t“ am Ende. Die Silbe „ich“ wird dagegen von einem „e“ am Ende, „du“ von einem „st“ begleitet. Auch Makaken und drei Monate alte Säuglinge erkennen diese Regeln, die Affen lernen sie jedoch langsamer als Menschen.

Er lacht.
Ich lache.
Sie singt.
Du singst.

Das turbulente Herz von Eta Carinae

Detailreiche Bilder des Doppelsystems zeigen die Kollisionszone des Sternwinds

Eta Carinae ist ein sehr massereiches und hell leuchtendes Doppelsternsystem. Der schwerere Partner zählt mit rund 100 Sonnenmassen zu den größten und leuchtkräftigsten Sternen überhaupt. Ein Team unter der Leitung von Gerd Weigelt vom Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie hat nun zum ersten Mal Eta Carinae mittels der Nahinfrarot-Interferometrie untersucht. Dabei gewannen die Forscher Bilder des Bereichs zwischen beiden Sternen, in dem die jeweiligen Sternwinde mit Geschwindigkeiten von mehr als zehn Millionen Kilometern pro Stunde kollidieren. Im Kollisionsgebiet steigt die Temperatur auf viele zehn Millionen Grad – heiß genug, um Röntgenstrahlung zu erzeugen. Bis jetzt war es nicht möglich, diese winzig erscheinende zentrale Region räumlich aufzulösen. Die Astronomen nutzten eine neue Bildverarbeitungstechnik, die sie am Instrument AMBER des Very Large Telescope Interferometer (VLT) der Europäischen Südsternwarte einsetzten. (www.mpg.de/10792651)



Sturm im All: Das linke Bild zeigt den Homunculus-Nebel um das massereiche Doppelsternsystem Eta Carinae. Rechts eine hochaufgelöste Aufnahme der Windkollisionszone im Zentralbereich des Systems. Dieses Gebiet ist rund 100-fach größer als der Durchmesser eines jeden der beiden Sterne. Die gelbe Ellipse zeigt die Umlaufbahn des Doppelsternsystems, die zwei roten Punkte deuten auf die Positionen der beiden Sterne zum Zeitpunkt der Beobachtung hin.

Hautstammzellen in Kultur

Neue Methode könnte die Anzahl an Tierversuchen reduzieren

Wunden müssen verheilen, ausgefallene Haare ersetzt werden. Dafür nutzt die Haut Stammzellen in den Haarfollikeln. Gelänge es, solche Stammzellen im Labor zu züchten, würde dies unter anderem manche Tierversuche über-

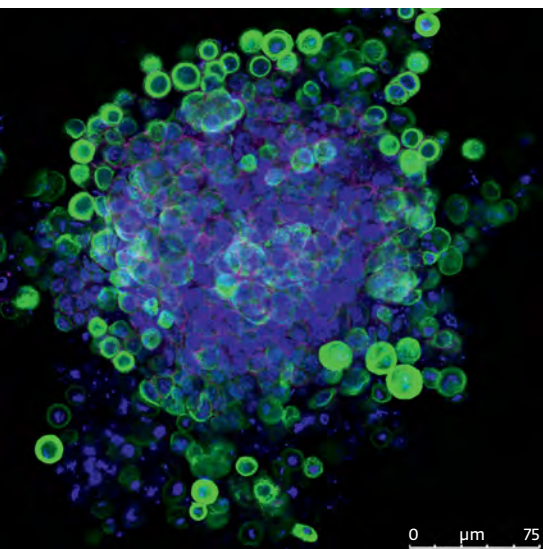
flüssig machen. Denn wollen Forscher die Ursachen von Hautkrebs aufklären, müssen sie bisher Untersuchungen an Mäusen vornehmen. Nun ist es Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Biologie des Alterns in Köln gelungen, im Labor Hautstammzellen von Mäusen zu züchten. Versorgt mit wachstumsfördernden Botenstoffen, bleiben Hautstammzellen in einem Gel aus natürlichen Hautproteinen lange Zeit am Leben. Die Forscher haben zudem herausgefunden, dass sich mit dieser Methode die bereits ausgereiften Zellen zu Stammzellen umprogrammieren lassen. Anstelle von lebender Haut könnten Forscher künftig solche Stammzellen untersuchen und an ihnen auch die Wirkung neuer Krebsmedikamente testen. Als Nächstes wollen die Kölner Wissenschaftler ihre Technik nun an menschliche Zellen anpassen.

(www.mpg.de/10865430)

Haarfollikel-Stammzellen in Zellkultur unter dem Mikroskop (blau: Zellkerne; grün: Keratin; rot: Aktin).

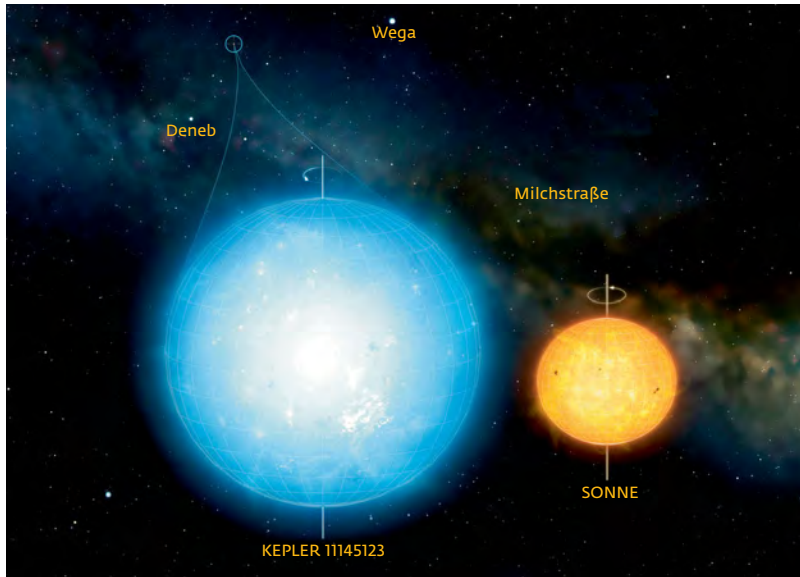
An den Grenzen der Mikroskopie

Einzelne Proteine bei Ihrer Arbeit in der Zelle zu verfolgen, wird jetzt möglich. Zu diesem Zweck haben Forscher um Stefan Hell, Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen, das MINFLUX-Fluoreszenzmikroskop entwickelt, mit dem sich zwei fluoreszierende Proteine selbst dann noch unterscheiden lassen, wenn sie nur ein paar Nanometer voneinander entfernt sind – das ist die Grenze dessen, was in einer lebenden Zelle möglich ist. Die Wissenschaftler erreichen dies, indem sie zwei Nobelpreisgekrönte Methoden raffiniert kombinieren: Sie identifizieren die einzelnen fluoreszierenden Moleküle, indem sie die Moleküle zufällig an- und ausschalten. Dann bestimmen sie die exakte Position durch die Anregung mit einem donutförmigen Laserstrahl. Die Forscher nutzen dabei aus, dass sie das Intensitätsprofil dieses Laserstrahls genau kennen. Der ganze Prozess geht so schnell, dass sie auf diese Weise sogar den Weg eines Proteins durch die Zelle verfolgen können. Und die Auflösung wird dabei nur noch durch die Größe des fluoreszierenden Moleküls bestimmt. (www.mpg.de/10874310)



Ferner Stern ist eine runde Sache

Forscher messen die Form von Kepler 11145123 mit bisher unerreichter Genauigkeit



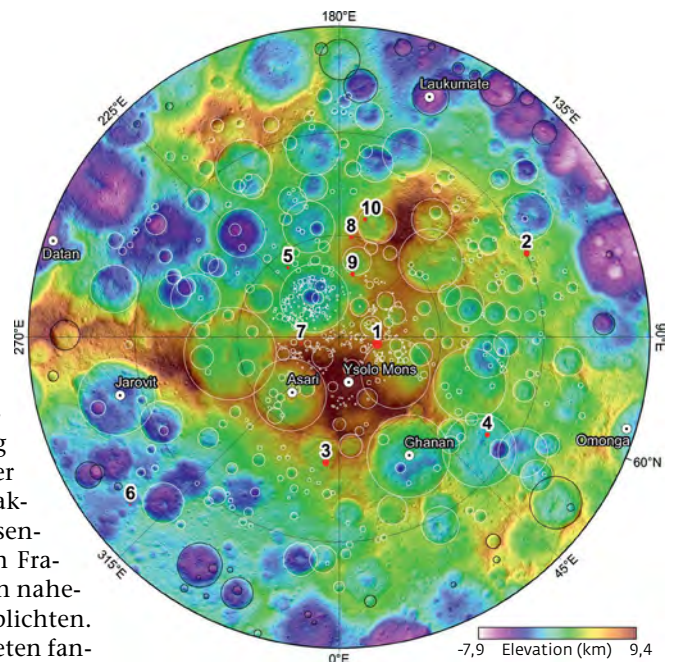
Der Stern Kepler 11145123 ist das rundeste natürliche Objekt im Universum, das je vermessen wurde. Die Schwingungen des Sterns zeigen, dass der Unterschied zwischen äquatorialem und polarem Radius nur drei Kilometer beträgt. Der Stern ist somit deutlich runder als etwa die Sonne.

Sterne sind keine perfekten Kugeln. Während sie sich um ihre Achse drehen, wirkt die Zentrifugalkraft und flacht sie mehr oder weniger stark ab. Ein Team um Laurent Gizon vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung und der Universität Göttingen hat nun diese Abflachung eines langsam rotierenden Sterns mit bisher unerreichter Genauigkeit gemessen. Bei dem mehr als 5000 Lichtjahre entfernten Objekt namens Kepler 11145123 fanden die Wissenschaftler einen Unterschied zwischen dem äquatorialen und dem polaren Radius von nur drei Kilometern. Im Vergleich zum mittleren Radius des Sterns von 1,5 Millionen Kilometern ist diese Abweichung erstaunlich klein – das heißt, der Gasball ist extrem rund. Für ihre Messungen nutzten die Astronomen die Tatsache, dass der Stern schwingt. Sie verglichen die Frequenzen der Schwingungen, die am Äquator stärker auftreten, mit denen, die in höheren Breiten dominieren. Daraus ermittelten sie den Unterschied der beiden Strecken vom Mittelpunkt des Sterns bis zum Pol und vom Mittelpunkt bis zum Äquator. (www.mpg.de/10826254)

Wassereis in ewiger Polarnacht

Die Kameras der Raumsonde Dawn untersuchen das nördliche Polargebiet des Zwergplaneten Ceres

Zwischen Mars und Jupiter umkreist seit März 2015 die US-Raumsonde Dawn den Zwergplaneten Ceres. Mit ihren Bordkameras aus dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen hat die Sonde den Himmelskörper dabei ins Visier genommen – und ihn praktisch vollständig kartiert. In einer aktuellen Studie berichtet ein Team, geleitet von Göttinger Wissenschaftlern, über Ceres' hohen Norden. Dort haben die beiden Framing Cameras ein besonderes Kunststück vollbracht: An Stellen nahezu ewiger Dunkelheit konnten sie Ablagerungen aus Wassereis ablichten. Unter 634 identifizierten Kratern mit permanenten Dunkelgebieten fanden die Forscher auf den Bildern zehn Krater, die auffällig helle Stellen in ihrem Innern zeigen. Bei einem verhältnismäßig jungen, etwa 3,8 Kilometer durchmessenden Krater reichen die hellen Ablagerungen sogar über das permanente Dunkel hinaus – bis in die Region, in die manchmal auch direktes Sonnenlicht fällt. (www.mpg.de/10859682)



Blick auf den Nordpol: Die Farben zeigen die Höhenverhältnisse in der Landschaft auf Ceres. Zehn Krater sind beziffert, dort haben die Framing Cameras aus dem Göttinger Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung Wassereis entdeckt.

Der Feind meines Feindes ist mein Freund

Ein Einzeller schützt sich mit Viren vor Viren

Beim Menschen bedeutet eine Virusinfektion für gewöhnlich nichts Gutes. Für einen Einzeller im Meer kann sie dagegen die Rettung sein. Aus Parasitismus wird dann eine Symbiose. Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für medizinische Forschung in Heidelberg zufolge nützt die Partnerschaft allerdings nicht den zuerst infizierten Zellen. Sie müssen sterben, damit die anschließend befallenen leben können. Für den Ein-

zeller *Cafeteria roenbergensis* ist ein Riesenvirus namens CroV eine tödliche Bedrohung. Dockt dieser auf der Zelloberfläche an, veranlasst er seinen Wirt, so lange Riesenviren zu produzieren, bis die Wirtszelle platzt. Wenn eine Zelle zuvor allerdings auch mit sogenannten Maviren infiziert worden ist, setzt sie Partikel beider Virentypen frei. Diese Maviren sind die Rettung für andere Einzeller, denn treffen sie zeitgleich mit den Riesenviren auf neue Wirtszellen, können die Maviren jetzt die Vermehrung der Riesenviren blockieren. Ein simultan von beiden Viren befallener Einzeller setzt deshalb ausschließlich Mavirus-, aber keine neuen CroV-Partikel frei. Noch nicht befallene Einzeller sind also vor einer Infektion mit den Riesenviren geschützt. Als Nächstes wollen die Forscher untersuchen, ob auch andere Einzeller einen solch ungewöhnlichen Verteidigungsmechanismus einsetzen.

(www.mpg.de/10848836)



Enge Verbindung: Partikel des Riesenvirus CroV (dunkelblau) und des Mavirus (rosa).

Wer sich um andere kümmert, lebt länger

Ältere Menschen, die andere unterstützen, leben länger. Das ist das Ergebnis einer Studie unter Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung in Berlin. Ein internationales Team verglich Überlebensanalysen von mehr als 500 Menschen zwischen 70 und 103 Jahren. Danach lebte die Hälfte der Großeltern, die ihre Enkelkinder umsorgten oder ihren Kindern aktiv zur Seite standen, noch etwa zehn Jahre nach einer ersten Befragung. Von denjenigen, die sich nicht engagierten, starb dagegen etwa die Hälfte innerhalb von fünf Jahren. Die Forschenden konnten darüber hinaus belegen, dass sich der positive Effekt auch bei kinderlosen älteren Menschen zeigt, die sich etwa um Freunde oder Nachbarn kümmern. Ralph Hertwig, Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, hält das Sorgen für andere allerdings nicht für ein Patentrezept, um länger zu leben: „Nur bei einem moderaten Maß von Engagement sind positive Effekte zu erwarten. Wenn es darüber hinausgeht, könnte das zu Stress führen und sich negativ auswirken.“

(www.mpg.de/10874182)

Die schnellste Fliegerin im Tierreich

Brasilianische Freischwanz-Fledermaus ist nicht nur gewandt, sondern hält auch den aktuellen Geschwindigkeitsrekord in der Luft

Die Flugeigenschaften von Vögeln sind bis heute unerreicht und immer noch Vorbild für Flugzeugingenieure. Den Geschwindigkeitsrekord im Horizontalflug hielten folgerichtig auch Vögel aus der Familie der Segler. Mit mehr als 110 Stundenkilometern rasen sie über den Himmel. Fledermäuse dagegen galten wegen ihrer Flügelstruktur und des dadurch größeren Luftwiderstands als langsamer. Ein Irrtum, wie Forscher am Max-Planck-Institut für Ornithologie in Radolfzell nun festgestellt haben. Die Wissenschaftler haben einen neuen Spitzenreiter unter den Akrobaten der

Lüfte entdeckt: Die Brasilianische Freischwanz-Fledermaus schießt mit mehr als 160 Kilometern pro Stunde durch die Nacht – und dies ganz ohne Rückenwind. Diese hohen Geschwindigkeiten erreichen die nur zwölf Gramm schweren Tiere wegen ihres aerodynamischen Körperbaus und der für Fledermäuse überdurchschnittlich langen Flügel.

(www.mpg.de/10820289)

Tiere mit langen, schmalen Flügeln fliegen üblicherweise schneller als solche mit kürzeren, breiteren. Mit ihren 160 Stundenkilometern Spitzengeschwindigkeit bestätigt die Brasilianische Freischwanz-Fledermaus diese Regel.

