Winter auf Balkonien

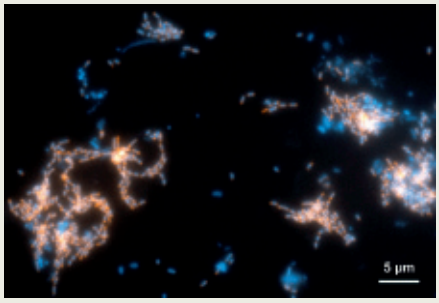
Manche Zugvögel können Zugverhalten rasch an Klimawandel anpassen

Zugvögel könnten Leidtragende des Klimawandels sein. Sie müssen nicht nur anstrengende und gefahrvolle Reisen zwischen ihren Sommer- und Wintergebieten unternehmen, sie geraten auch bei der Revier- und Nistplatzsuche gegenüber ihren nicht ziehenden Konkurrenten ins Hintertreffen. Möglicherweise kann sich jedoch zumindest ein Teil der Arten schneller an die Klimaerwärmung anpassen als angenommen, indem die Vögel ihr Zugverhalten ändern. Francisco Pulido und Peter Berthold vom Max-Planck-Institut für Ornithologie in Radolfzell haben nämlich festgestellt, dass aus Zugvögeln innerhalb kurzer Zeit Nichtzieher werden können. Sie verpaarten dabei im Labor gezielt Nestlinge von Mönchsgrasmücken mit der geringsten Zugaktivität – gemessen anhand der sogenannten Zugunruhe. Die Dauer der Zugunruhe, die sich in nächtlichem Flattern und Hüpfen auf der Sitzstange äußert, entspricht in etwa der Dauer des Fluges ins Überwinterungsgebiet. Da die Forscher gezielt Individuen mit geringer Zugaktivität bevorzugten, legten immer mehr Tiere der Folgegenerationen immer kürzere Strecken zurück, und der Anteil nicht ziehender Tiere nahm zu. Aus Teilzieherpopulationen wurden schließlich Populationen, die gar nicht mehr in die Überwinterungsgebiete flogen. Bereits nach zwei Generationen waren die ersten Standvögel in dieser Population aus ursprünglich reinen Zugvögeln zu finden. „Wir nehmen an, dass die Verkürzung der Zugstrecke der erste und wichtigste evolutionäre Mechanismus ist, mit dem sich Vögel an veränderte klimatische Bedingungen anpassen“, erläutert Francisco Pulido. Allerdings funktioniert dies nur bei Vögeln, die kurze bis mittlere Strecken von etwa 1000 Kilometern ziehen und bei denen das Zugverhalten genetisch bestimmt ist. Bei Langstreckenziehern, die unterwegs Wüsten oder Meere überqueren müssen, kann dieser Anpassungsmechanismus dagegen nicht funktionieren. Für sie würde eine verkürzte Zugstrecke und Überwinterung auf dem Meer oder in der Wüste den sicheren Tod bedeuten.

Aus Zug- werden Standvögel: innerhalb kürzester Zeit ändern Mönchsgrasmücken ihr Verhalten.

Sauerstoff vom wunderbaren Methan-Fresser

Pflanzen und Blaualgen besaßen bislang ein Monopol auf die Bildung von Sauerstoff. Nun haben sie Konkurrenz bekommen – von einem neu entdeckten Süßwasserbakterium mit Namen *Methylomirabilis oxyfera* („wunderbarer Methan-Fresser, der Sauerstoff produziert“). Ein internationales Wissenschaftlerteam hat nachgewiesen, dass dieses Bakterium Sauerstoff produziert und dafür nicht einmal Licht benötigt. Während Pflanzen und Blaualgen den Sauerstoff während der Fotosynthese von Wassermolekülen abspalten, nutzt *Methylomirabilis* Sauerstoff, der in Nitritmolekülen enthalten ist. Es setzt allerdings keine Sauerstoffmoleküle frei, sondern oxidiert damit das reaktionsträge Methan und gewinnt daraus Energie. Dabei profitiert *Methylomirabilis* davon, dass Nitrit durch intensive Düngung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen reichlich im Süßwasser vorkommt. „Möglicherweise ist dieser Reaktionsweg das Missing Link, das vor Milliarden Jahren die Evolution der Fotosynthese und der Sauerstoffproduktion ermöglichte“, sagt Marc Strous vom Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie in Bremen. (Nature, 25. März 2010)

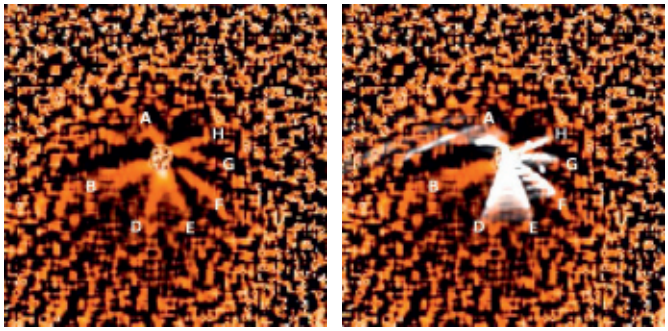


Der neu entdeckte Mikroorganismus *Methylomirabilis oxyfera* unter dem Fluoreszenz-Mikroskop

Fotos: Wildlife (oben), MPI für marine Mikrobiologie

Wo Kometen Staub spucken

Wissenschaftler bestimmen die aktiven Regionen auf der Oberfläche von Kometen

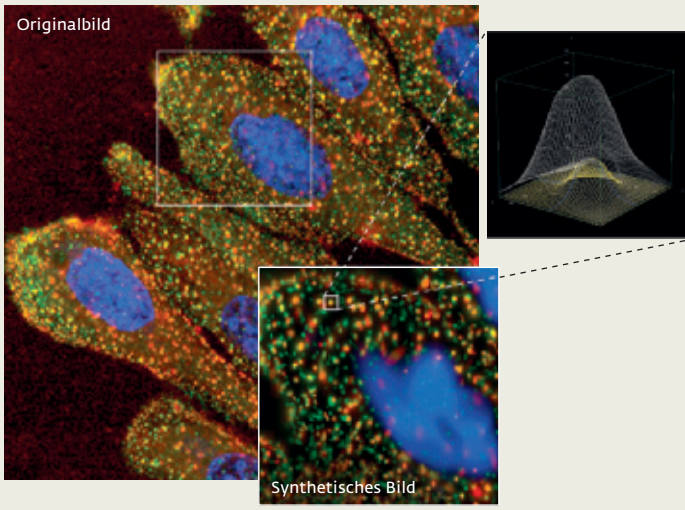


Ein Blick auf den Kometen Tempel 1 durchs Teleskop. Die aktiven Regionen machen sich als helle Strahlen bemerkbar (links). Mithilfe der Computersimulation der Max-Planck-Forscher gelingt es, das von der Erde aus aufgenommene Bild zu rekonstruieren (rechts).

Kometen sind gefährliche Forschungsobjekte – zumindest aus der Nähe. Denn die winzigen Staubteilchen, die von den aktiven Regionen auf der Oberfläche ins All strömen, können Raumsonden beschädigen. Wo genau diese Fontänen ihren Ursprung haben, lässt sich von der Erde aus nicht ohne Weiteres bestimmen. Wissenschaftler aus dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau haben jetzt ein Computermodell entwickelt, das diese Regionen anhand von bodengebundenen Aufnahmen lokalisiert. Dabei wählten sie einen indirekten Zugang, der erstmals auch die dreidimensionale Gestalt des Kometenkerns berücksichtigt, und griffen auf ein Standardverfahren zurück: Beobachtet man einen Kometen während seiner gesamten Umdrehungsperiode durchs Teleskop, lässt die Veränderung seiner Leuchtkraft Rückschlüsse auf die Form des Kerns zu. In einem nächsten Schritt fütterten die Forscher ihr Programm mit einer Anfangsvermutung darüber, wo sich die aktiven Regionen befinden. Zudem machten sie Annahmen über einige physikalische Parameter der Staubteilchen wie Größe und Startgeschwindigkeit beim Verlassen der Kernoberfläche. Als Ergebnis liefert die Computersimulation ein Bild, wie es ein Teleskop von der Erde aus aufnehmen würde. Durch Vergleich mit dem echten Blick durchs Fernrohr lassen sich dann die modellierten Bilder immer weiter verfeinern, bis Simulation und echte Aufnahme übereinstimmen. Das neue Verfahren könnte helfen, eine sichere Flugroute für die ESA-Raumsonde *Rosetta* zu berechnen, die 2014 am Kometen Churyumov-Gerasimenko ankommen soll. (Astronomy & Astrophysics, 512, A60, 2010)

Fingerabdruck für Gene

Zellen haben zwar keinen Mund, trotzdem können sie Stoffe aus der Außenwelt aufnehmen. Sie nehmen Fremdmaterial auf, indem sie Bläschen von ihrer Zellmembran abschnüren, die in ihrem Innern Substanzen von außen einschließen. Je nach Inhaltsstoff werden diese Vesikel – auch Endosomen genannt – an unterschiedliche Orte innerhalb der Zelle transportiert und dort weiter verarbeitet und abgebaut. Dresdner Wissenschaftler um Marino Zerial vom dortigen Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik haben mit einer neuen Strategie rund 4000 Gene identifiziert, die direkt oder indirekt an der Endozytose beteiligt sind. Wenn einzelne Gene ausfallen, bleiben Vesikel in der Peripherie der Zellen stecken und gelangen nicht ins Zentrum. Zudem werden unterschiedliche Stoffe offenbar jeweils von anderen Genen an ihr Ziel dirigiert. Die enorme Anzahl an beteiligten Genen spiegelt die Bedeutung der Endozytose im Organismus wider. So hängt nicht nur die Bildung wichtiger Stoffwechselprodukte wie Insulin von der Endozytose ab, sondern auch Viren nutzen Endosomen, um Zellen zu infizieren. Ermöglicht hat diese Erkenntnisse eine Kombination mehrerer Techniken. Die Dresdner Wissenschaftler blockierten nacheinander jedes der rund 24.000 menschlichen Gene mithilfe von RNA-Molekülen (siRNAs), die sich an bestimmte Abschnitte im Erbgut anlagern und das zugehörige Gen stumm schalten. Mithilfe von Fluoreszenzfarbstoffen und automatischer Bildauswertung konnten sie jedem Gen eine bestimmte Funktion bei der Endozytose zuordnen und von jedem Gen ein quantitatives Profil erstellen – jedes Gen erhält also einen individuellen Fingerabdruck. (Nature, 28. Februar 2010)

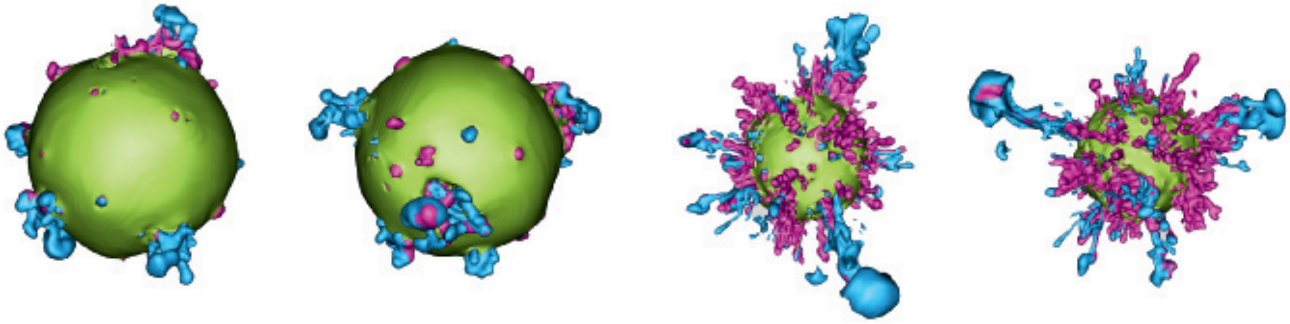


Zellen mit rot und grün eingefärbten Endosomen sowie markierten Zellkernen (blau). Aus der Leuchtintensität der markierten Zellorganellen wird ein synthetisches Abbild geformt (kleines Bild unten). Das kleine Bild rechts oben zeigt das berechnete 3-D-Modell eines einzelnen Endosoms.

Fotos und Grafik: Instituto de Astrofísica de Andalucía (Luisa Maria Lara)-MPS (2, oben), MPG

Sternentod in drei Dimensionen

Neue Computermodelle zeigen im Detail, wie Supernovae in Form kommen



Der Stern stirbt in 3-D – aber nicht im Weltall, sondern am Computerbildschirm: Zum ersten Mal ist es gelungen, mit komplexen Berechnungen den Tod einer massereichen Sonne in allen drei Raumdimensionen nachzustellen. Die Simulationen umfassen lückenlos die Zeit vom Beginn der Explosion bis zum Ausbruch der Explosionswelle aus der Sternoberfläche mehrere Stunden später. Dabei zeigen die Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in ihren Modellen unter anderem, wie bei „echten" Supernovae Asymmetrien entstehen. Bisherige Simulationen in zwei Dimensionen offenbarten zwar, dass die kugelförmige Schalenstruktur des Vorgängersterns bei der Supernova-Explosion zerstört wird und dass eine Vermischung auf großen Skalen stattfindet. Aber Details blieben verborgen. Als Prüfstein diente die Supernova 1987 A – wohl die am besten untersuchte Sternkatastrophe. In zukünftigen Simulationen werden die Forscher eine größere Bandbreite an Vorläufersternen und Anfangsbedingungen untersuchen. Zudem wollen sie ein Modell formulieren, dass alle beobachteten Charakteristika von SN 1987A erklärt, und herausfinden, wie die Sternexplosion beginnt und was sie auslöst. (Astrophysical Journal, 10. Mai 2010)

Der Stern stirbt in 3-D: Diese Standbilder zeigen jeweils aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln, wie weit bestimmte Elemente in der Explosion nach außen transportiert werden. Die beiden Bilder links stellen die Situation nach 350 Sekunden dar, die beiden Bilder rechts nach etwa 9000 Sekunden, kurz nachdem die Stoßwelle die Sternoberfläche durchbrochen hat. Die farbigen Oberflächen entsprechen dabei den am weitesten außen liegenden Orten, an denen Kohlenstoff (grün), Sauerstoff (rot) und Nickel (blau) mit einer bestimmten Häufigkeit vorliegen.

Stickstoff bindet Treibhausgas

Stickstoff im Boden reduziert den Treibhauseffekt. Und das nicht nur als Dünger, mit dessen Hilfe Pflanzen Kohlendioxid aus der Atmosphäre binden. Zumindest in Wäldern der gemäßigten Breiten bremst der Nährstoff auch den Abbau von organischem Material im Boden, sodass aus der Erde weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre entweicht. Zu diesem Ergebnis kommt ein internationales Forscherteam, an dem auch Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie in Jena beteiligt sind. Die Forscher haben Daten von verschiedenen Feldstudien und Laborexperimenten zusammengetragen. Demnach setzen die Mikroorganismen in den meisten Böden bei mäßigem Eintrag von Stickstoff weniger Kohlendioxid frei, nicht zuletzt weil das reichliche Angebot an Stickstoff die Mikroben-Gesellschaft verändert und den Mikroorganismen die Mühe erspart, sich aus schwer verdaulichen holzigen Pflanzenabfällen mit dem Nährstoff zu versorgen. Im Schnitt sinkt der Kohlendioxid-Ausstoß aus dem Boden so um zehn Prozent. Damit ist dieser Effekt etwa so groß wie die Wirkung des verstärkten Pflanzenwachstums. Dennoch, so monieren die Forscher, werde er in derzeitigen Modellen des Kohlenstoffkreislaufs vernachlässigt. (Nature Geoscience, Mai 2010)

Bodenproben auf dem Tablett: Die Ergebnisse ihrer Analysen sammeln die Jenaer Forscher in der FluxNet-Datenbank. Die Proben geben Aufschluss über den Kohlenstoffhaushalt des Bodens.

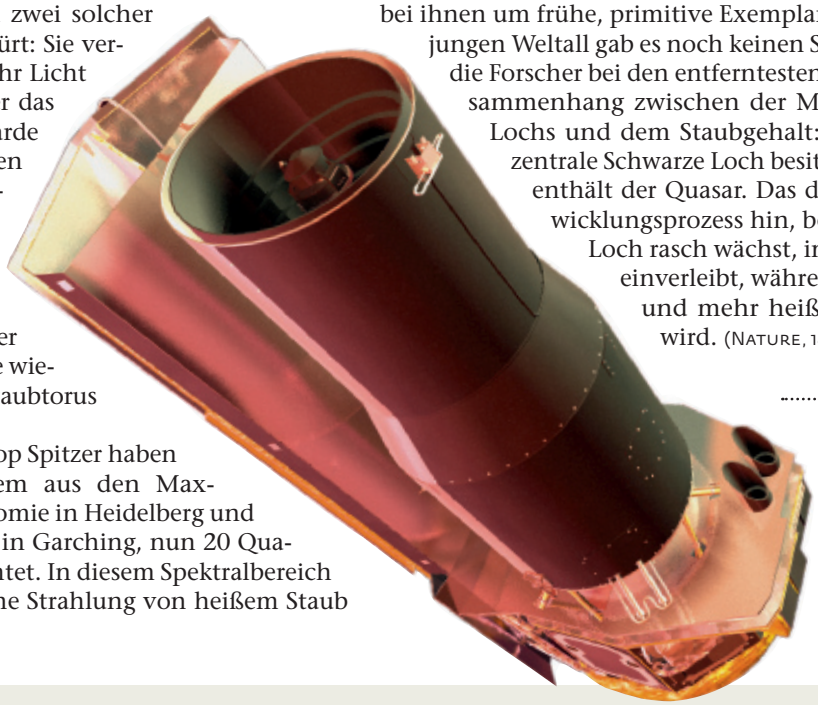
Illustration: MPI für Astrophysik (oben, 4). Foto: Sven Döring

Kosmische Kraftwerke der ersten Generation

Mit dem Weltraumteleskop Spitzer spüren Astronomen urtümliche Quasare auf

Bisher gab es sie nur in den Modellen der Astronomen: Urtümliche Schwarze Löcher, welche die Kerne aktiver Galaxien besiedeln und bereits im jungen Universum existierten. Jetzt haben Forscher gleich zwei solcher Schwerkraftmonster aufgespürt: Sie verraten sich als Quasare, und ihr Licht stammt aus einer Zeit, in der das All gerade einmal eine Milliarde Jahre alt war; wir beobachten sie so, wie sie vor 12,7 Milliarden Jahren ausgesehen haben. Ein Quasar ist die Zentralregion einer Galaxie, in der ein aktives Schwarzes Loch sitzt. Dieses liegt in einer hell leuchtenden Scheibe, die wiederum von einem riesigen Staubtorus umgeben ist.

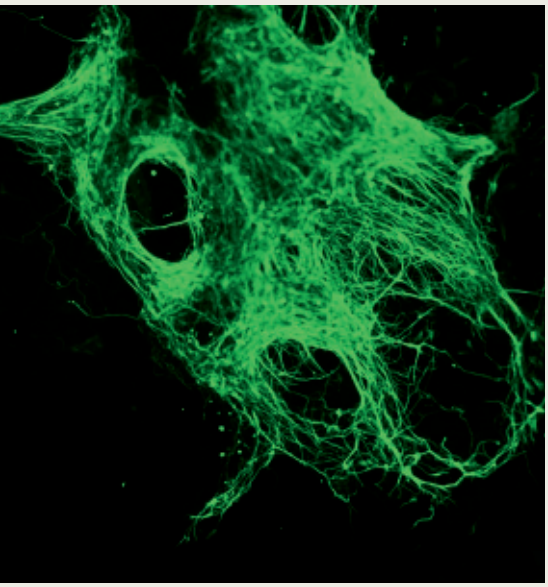
Mit dem Weltraumteleskop Spitzer haben Astronomen, unter anderem aus den Max-Planck-Instituten für Astronomie in Heidelberg und für extraterrestrische Physik in Garching, nun 20 Quasare im Infrarotlicht beobachtet. In diesem Spektralbereich lässt sich die charakteristische Strahlung von heißem Staub identifizieren – und solcher Staub ist typischer Bestandteil moderner Quasare. Bei zwei der untersuchten Quasare gab es jedoch keinerlei Anzeichen für heißen Staub. Es muss sich bei ihnen um frühe, primitive Exemplare handeln, denn im jungen Weltall gab es noch keinen Staub. Zudem fanden die Forscher bei den entferntesten Quasaren einen Zusammenhang zwischen der Masse des Schwarzen Lochs und dem Staubgehalt: Je mehr Masse das zentrale Schwarze Loch besitzt, umso mehr Staub enthält der Quasar. Das deutet auf einen Entwicklungsprozess hin, bei dem das Schwarze Loch rasch wächst, indem es sich Materie einverleibt, während gleichzeitig mehr und mehr heißer Staub produziert wird. (Nature, 18. März 2010)



Infrarotauge: Mit dem Weltraumteleskop Spitzer haben Astronomen jetzt die primitivsten Schwarzen Löcher im Universum entdeckt.

Fotos: NASA-JPL-Caltech (oben), MPI für molekulare Biomedizin – Boris Greber

Menschliche Stammzellen bleiben unverzichtbar



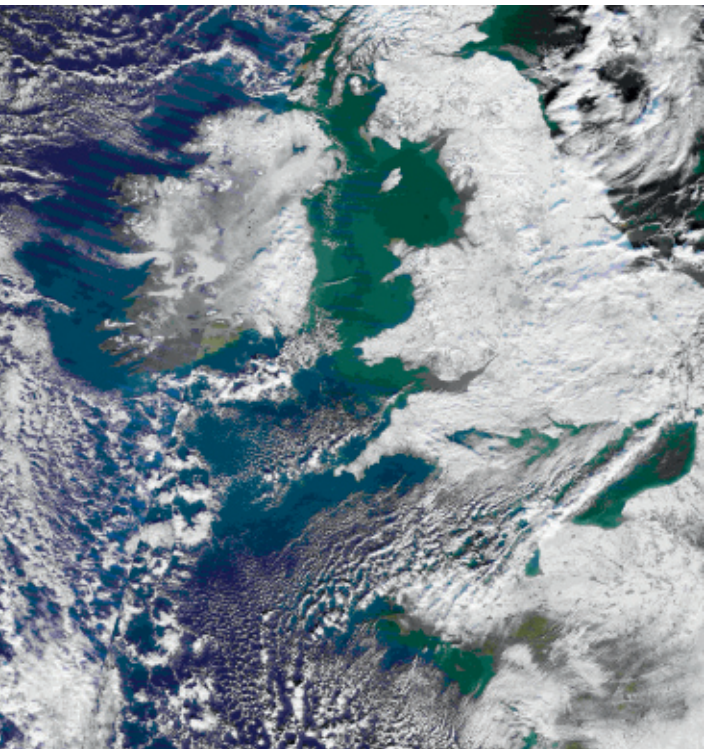
Die Maus ist einer der wichtigsten Modellorganismen der Stammzellforschung. So dürfen Wissenschaftler in Deutschland nur dann an menschlichen embryonalen Stammzellen forschen, wenn sie zuvor tierische Zellen untersucht haben. Doch solche Tests sind häufig nutzlos, denn Erkenntnisse aus Untersuchungen an embryonalen Stammzellen von Mäusen lassen sich trotz aller Gemeinsamkeiten nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen. Eine aktuelle Untersuchung von Forschern um Hans Schöler vom Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin in Münster zeigt, dass sogenannte Epiblast-Stammzellen aus der Maus anders auf den Wachstumsfaktor FGF reagieren als menschliche embryonale Stammzellen: Während FGF die Selbsterneuerung der menschlichen Zellen aktiv unterstützt, ist dies bei Epiblast-Zellen der Maus nicht der Fall. „Das heißt letztlich, dass viele Voruntersuchungen an tierischen Zellen gerade bei medizinisch relevanten Projekten unter Umständen nicht nur nichts nützen. Die Ergebnisse aus solchen Vorab-Tests können sogar irreführend sein", warnt Hans Schöler. Menschliche Zellen sind deshalb auch künftig für die Stammzellforschung unverzichtbar. (Cell Stem Cell, 5. März 2010)

Die Abbildung zeigt Nervenzellen (grün), die aus Epiblast-Stammzellen der Maus entstanden sind. Sie entstehen bereits vier Tage, nachdem FGF sowie andere Wachstumsfaktoren blockiert wurden. Auch aus menschlichen Stammzellen lassen sich so Nervenzellen gewinnen.

Werden Europas Winter kälter?

Die niedrige Aktivität der Sonne könnte das regionale Klima in Großbritannien und Mitteleuropa beeinflussen

Trotz des Trends der globalen Erwärmung werden die Menschen in Großbritannien und Mitteleuropa in den nächsten Jahren möglicherweise häufiger kalte Winter erleben. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Wissenschaftlern der Universität von Reading, des Rutherford Appleton Laboratory im britischen Oxfordshire und des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau. Dazu untersuchten sie britische Wetteraufzeichnungen, die bis 1659 zurückreichen, und verglichen sie mit der Sonnenaktivität im selben Zeitraum. Als Maß für die Sonnenaktivität diente die Stärke des solaren Magnetfeldes. Da ausreichend verlässliche Messdaten erst seit etwa 1900 vorliegen, rekonstruierten die Forscher ältere Werte mithilfe von Computersimulationen.



Der statistische Vergleich der magnetischen „Fieberkurve" der Sonne mit der Wetterdatenbank spricht eine deutliche Sprache: Nach Jahrzehnten hoher Sonnenaktivität und vergleichsweise milden Wintern sind harte Winter in Europa wieder häufiger geworden. Bei geringer Sonnenaktivität liegt die durchschnittliche Wintertemperatur in Großbritannien etwa ein halbes Grad niedriger als sonst. Grund für diese sehr regionale Auswirkung der niedrigen Sonnenaktivität könnten Veränderungen der Winde in der Troposphäre, der untersten Atmosphärenschicht, sein. Heizt sich die darüber gelegene Stratosphäre nur schwach auf, reißen die milden Starkwinde vom Atlantik in der Troposphäre ab. Stattdessen sind Großbritannien und Mitteleuropa dann dem Einfluss kalter Winde aus dem Nordosten ausgesetzt. Der genaue Wirkmechanismus ist allerdings noch unklar. (Environmental Research Letters, 15. April 2010)

Ein Anblick, an den wir uns möglicherweise gewöhnen müssen: Große Teile Großbritanniens und Mitteleuropas waren im vergangenen Winter von Schnee bedeckt, wie diese Satellitenaufnahme vom 7. Januar 2010 zeigt.

Standfester Muschelfuß

Eisern halten sich Muscheln an Steinen und Felsen fest – und das ist durchaus wörtlich zu verstehen. Die Muschelseide, mit der die Schalentiere am Boden haften, verschleißt kaum, obwohl an ihr ständig die Brandung zerrt und sie immer wieder über Stein scheuert. Diese Widerstandskraft verdanken die Fasern Eisenatomen in ihrer Hülle, über die sich die Proteine des Muschelfußes vernetzen, wie Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam-Golm festgestellt haben. Dabei bilden sich an den Eisenatomen Bindungen, die unter großer Belastung zwar teilweise brechen, damit sich das Material stärker dehnen lässt. Anschließend schließen sich die Brüche aber wieder. So schafft die Natur, was Materialwissenschaftlern kaum gelingt: einen Stoff gleichzeitig dehnbar und hart zu machen. Möglicherweise, so hoffen die Forscher, lassen sich nach dem Prinzip der Natur auch technische Materialien mit ähnlichen Eigenschaften herstellen.

Halt für ein Leben in starker Strömung: Mit Muschelseide (Byssus) heften sich die Schalentiere am Meeresgrund fest. Eine eisenverstärkte Hülle macht die Fasern abriebfest.

Fotos: NASA (oben), MPG

Die Rufe der Hufeisennasen

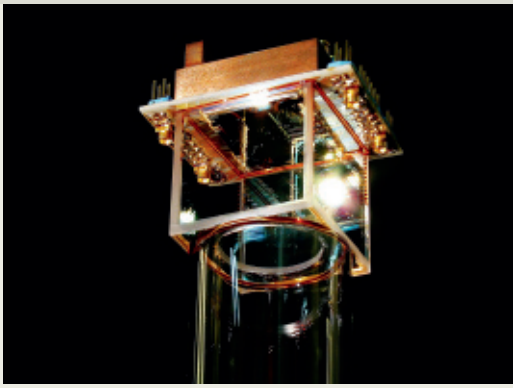
Fledermäuse erkennen die Laute artfremder Genossen

In den Echoortungsrufen von Fledermäusen steckt mehr Information als bisher angenommen. Fledermäuse können nicht nur ihre Rufe von den Rufen anderer Arten unterscheiden, sondern auch zwischen artfremden Echoortungsrufen differenzieren – ähnlich wie wir Menschen verschiedene Sprachen auseinanderhalten können. Maike Schuchmann und Björn Siemers vom Max-Planck-Institut für Ornithologie in Seewiesen haben zwei Arten von Hufeisennasenfledermäusen Echoortungsrufe ihrer eigenen und dreier fremder Arten über einen Lautsprecher vorgespielt und die Reaktionen der Tiere analysiert. Beide Fledermausarten machten nahezu keine Fehler in der Unterscheidung zwischen „eigen und fremd“ oder zwischen „fremd und fremd“. Als Nächstes wollen die Wissenschaftler untersuchen, wie Fledermäuse diese Fähigkeit nutzen. So könnten die Tiere davon profitieren, wenn sie überlegenen Konkurrenten im Jagdgebiet ausweichen. Zudem wäre es vorteilhaft, anderen Arten mit ähnlichen Quartieransprüchen auf der Suche nach neuen Hangplätzen zu folgen. (The American Naturalist, 11. Mai 2010)

Die Meheley-Hufeisennase (*Rhinolophus mehelyi*) kann sogar nahe verwandte Arten an ihren Rufen erkennen.

Turbulenzen im Griff

Ein Mittel gegen turbulente Strömungen hilft Energie zu sparen. Denn ob Öl durch eine Pipeline oder Wasser durch ein Rohr gepumpt wird – turbulente Verwirbelungen verschlingen oft mehr als zehnmal so viel Energie wie eine ruhige Strömung derselben Geschwindigkeit. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation in Göttingen und der Harvard University in den USA haben einen Weg gefunden, eine relativ langsame turbulente Strömung in einem Glasrohr zu beruhigen. Wie sie in Simulationen herausfanden, können sie einen Wirbel auflösen, wenn sie hinter ihm kurzzeitig das Geschwindigkeitsprofil der Strömung ändern: In der Mitte des Rohres müssen sie den Fluss bremsen und am Rand etwas beschleunigen. Das erreichen sie, indem sie in der Mitte der Strömung gezielt Wirbel erzeugen. Anders als bei anderen Beruhigungsversuchen sparen sie so auch Energie, nämlich fünfmal so viel, wie sie brauchen, um die Wirbel hervorzurufen. (Science, 19. März 2010)



Messen jenseits des Quantenlimits: Mit dem Atomchip an der Oberseite der würfelförmigen Vakuumkammer verschränken Münchner Physiker Atome, um etwa die Genauigkeit von Atomuhren zu erhöhen.

Gequetschtes Quantenrauschen

Kompakt und scheinbar präziser, als die Quantenphysik erlaubt – so könnte die Atomuhr der Zukunft ticken. Ein Team um Physiker des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik und der Ludwig-Maximilians-Universität München hat einen Kniff gefunden, die Genauigkeit von Messinstrumenten, die mit Quantenteilchen auf einem Mikrochip arbeiten, zu erhöhen – und zwar über das Quantenlimit hinaus. Diese Grenze existiert, weil das Verhalten von Quantenteilchen der Wahrscheinlichkeit unterworfen ist. Das sich daraus ergebende Quantenrauschen äußert sich etwa darin, dass ein Messpunkt zu einem Fleck zerfließt. Solch einen runden Messfleck haben die Forscher nun zu einem zigarrenförmigen Gebilde gequetscht. Damit haben sie die Messgenauigkeit in einer Richtung erhöht – um den Preis, dass sie in der anderen Richtung sinkt. Das ist den Forscher gelungen, indem sie Rubidiumatome auf einem Mikrochip verschränkten. Dann bestimmt das Verhalten eines Atoms, was mit seinen verschränkten Partnern geschieht. Diesen Effekt nutzen die Forscher in einem raffinierten Prozedere aus. Auf diese Weise lässt sich nicht nur die Präzision von chipbasierten Atomuhren, sondern auch von Atominterferometern erheblich steigern. Letztere können extrem schwache Kraftfelder aufspüren und so Drehbewegungen messen oder bei der Suche von Rohstoffen helfen, deren Lagerstätten das Schwerefeld der Erde lokal verändern. (Nature, 31. März 2010)

Fotos: Philipp Treutlein – MPI für Quantenphysik (oben), MPI für Ornithologie - Stefan Greif (Mitte)