Kultur lenkt Sprache

Vorgeschichte bestimmt Evolution der Sprachen

Wir Menschen sprechen nicht nur gerne und viel, wir tun dies auch auf sehr unterschiedliche Weise. Die Struktur einer Sprache ist dabei offenbar vor allem durch ihre kulturelle Vorgeschichte geprägt und nicht durch die Prinzipien für die Sprachverarbeitung im Gehirn. Eine Forschergruppe am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik in Nijmegen, Niederlande, hat die Reihenfolge von Satzteilen in über 300 Sprachen aus vier großen Sprachfamilien analysiert. Die Forscher fanden dabei nie durchgehend dieselben Muster in allen Familien. Die neuen Ergebnisse der Sprachforscher widersprechen der Vorstellung einer Universalgrammatik Noam Chomskys oder einer universellen Wortordnung, die der Sprachforscher Joseph Greenberg postuliert. (Nature, online veröffentlicht, 13. April 2011)

Kultur und Sprache gehören zusammen: Die kulturelle Entwicklung beeinflusst sehr viel stärker, wie sich eine Sprache entwickelt, als universelle Regeln der Sprachverarbeitung im Gehirn.

Frauen auf Wanderschaft

Zähne verraten Lebensradius früher Menschenformen

Vor etwa drei Millionen Jahren verließen Frauen häufiger als ihre männlichen Artgenossen ihre Geburtsgruppe. Zu dieser Erkenntnis kommen Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie in Jena mithilfe einer neuen Methode zur Analyse von Strontiumisotopen im Zahnschmelz. Denn das für eine Gegend charakteristische Isotopenmuster wird über die Nahrung und das Trinkwasser aufgenommen und vor dem Eintritt ins Erwachsenenalter dauerhaft im Zahnschmelz gespeichert. Die Forscher untersuchten die Zähne 2,8 bis 2,0 Millionen Jahre alter *Australopithecus-africanus*- und 1,9 bis 1,4 Millionen Jahre alter *Paranthropus-robustus*-Überreste aus Höhlen in Südafrika. Das Isotopenmuster in den Zähnen der Frauen unterschied sich bei beiden Vormenschenarten von der Region, in der die Skelette gefunden wurden, das der Männer stimmte dagegen damit überein. Dies deutet darauf hin, dass die Frauen im Laufe ihres Lebens die Gruppe verließen, in der sie geboren wurden, und sich einer neuen Sippe anschlossen. Die Verbreitungsmuster der Weibchen beider Arten ähneln damit denen von Schimpansen, Bonobos und vielen Menschengruppen. (Nature, 2. Juni 2011)

Schädel eines *Paranthropus robustus* aus der Swartkrans-Höhle in Südafrika.

Hungrig auf Belohnung

Insulin im Mittelhirn und im Hypothalamus reguliert Essverhalten

Unser Gehirn steuert unser Essverhalten und drosselt den Hunger, wenn der Körper genügend Energie aufgenommen hat. Verschiedene Botenstoffe informieren unser Gehirn über den Sättigungsgrad, darunter das Hormon Insulin aus der Bauchspeicheldrüse. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für neurologische Forschung in Köln haben herausgefunden, dass Insulin bei Mäusen den Appetit über Nervenzellen im Hypothalamus und im Mittelhirn beeinflusst. Im Hypothalamus unterdrückt Insulin den Forschern zufolge bei fettreicher Ernährung das Sättigungsgefühl. Im Mittelhirn dagegen gibt Insulin das Sättigungssignal. Die Insulin-empfindlichen Zellen im Mittelhirn gehören zum Dopamin-Belohnungssystem des Gehirns. Ihre Signale können das Netzwerk im Hypothalamus überstimmen. Dies erklärt möglicherweise, warum wir bei entsprechender Belohnung weiteressen, obwohl unser Energiebedarf gedeckt ist, nach dem Motto: Wir sind längst satt und essen dennoch Schokolade. (Cell Metabolism, 7. Juni 2011; Nature Neuroscience, 5. Juni 2011)

Fotos: Daniel Etter (oben), Darryl de Ruiter (unten)

Saure Meere bedrohen Korallenriffe

Natürliche Kohlendioxidquellen im Meer demonstrieren mögliche Folgen steigender Treibhausgas-Konzentrationen

Kohlendioxid bedroht die Artenvielfalt der Korallenriffe, weil es zu einer Versauerung der Ozeane führt. Ein internationales Forscherteam, darunter Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für marine Mikrobiologie in Bremen, hat die Auswirkungen eines niedrigen pH-Wertes auf Korallenriffe an drei natürlichen Kohlendioxidquellen vor der Küste Papua-Neuguineas untersucht. Mit sinkendem pH-Wert verringert sich demzufolge die Anzahl der Korallenarten um 40 Prozent. Rund um die Quellen dominieren große massive Steinkorallen, verzweigte und flechtenförmige Korallen sowie Weichkorallen und Schwämme gehen dagegen zurück. Unterhalb eines pH-Wertes von 7,7 wächst das Riff schließlich nicht mehr weiter. Nicht nur die Korallen leiden unter dem hohen Kohlendioxidgehalt, auch andere Kalkbildner wie einzellige Foraminiferen und bestimmte Algen kommen seltener vor. (Nature Climate Change, online veröffentlicht, 29. Mai 2011)

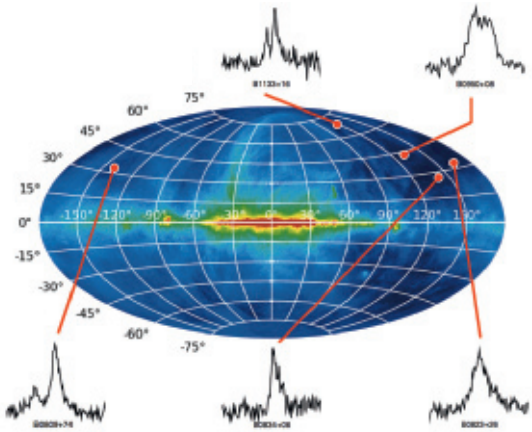
Vor der Küste Papua-Neuguineas entlässt vulkanische Aktivität Kohlendioxid ins Meer. Ein Teil des Gases löst sich im Wasser und säuert es an. Nur wenige Korallen, die erhöhten Kohlendioxidkonzentrationen ausgesetzt sind, überleben unter diesen Bedingungen.

Am Puls der Pulsare

Europäisches Teleskop Lofar liefert die bisher empfindlichsten Beobachtungen bei niedriger Frequenz

Einem internationalen Team unter Beteiligung deutscher Astronomen ist es gelungen, die bisher empfindlichsten Beobachtungen von Pulsaren bei niedriger Frequenz aufzunehmen. Die Messung glückte mit dem europäischen Radioteleskop-Netzwerk *Lofar*. Pulsare sind schnell rotierende Neutronensterne, die bei der Explosion sehr massereicher Sterne (Supernovae) entstehen. *Lofar* ist das erste einer ganzen Reihe neuartiger Radioteleskope zur Erforschung des Universums bei den niedrigsten Frequenzen, die überhaupt vom Erdboden aus zugänglich sind. Das Auffinden neuer Pulsare und deren Erforschung in diesem Radiofenster gelten als ein Schlüsselprojekt. Mit *Lofar* sind die Astronomen nun zum Frequenzbereich der ersten Pulsarmessungen Ende der 1960er-Jahre zurückgekehrt – jedoch mit moderner Computertechnik und der Verbindung der Einzelteleskope über Hochgeschwindigkeits-Glasfaserleitungen, welche die Leistungsfähigkeit der Teleskope um ein Vielfaches steigern. So wird es möglich, die Radiopulse im Detail zu untersuchen und darüber hinaus Effekte der Gravitationsphysik und Eigenschaften des interstellaren Mediums in unserer Milchstraße zu erforschen.

(Astronomy & Astrophysics, DOI: 10.1051/0004-6361/201116681 astro-ph)



Durch sein einzigartiges Design ermöglicht *Lofar* die gleichzeitige Erfassung der Radiostrahlung aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen. Für das vorliegende Bild wurden fünf über den ganzen Himmel verteilte Pulsare mit *Lofar* gleichzeitig beobachtet.

Foto: MPI für marine Mikrobiologie - Katharina Fabricius; Grafik: Tom Hassall / U.Man. / ASTRON

Trau keinem über 50

Max-Planck-Forscher untersuchen kriminelles Verhalten von Senioren

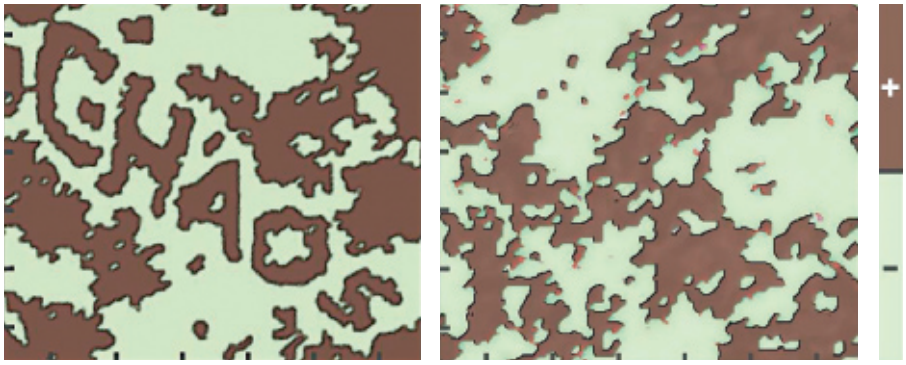
Kriminelles Verhalten ist auch unter älteren Menschen keine Seltenheit, wie eine Studie mit Frauen und Männern zwischen 49 und 81 Jahren von Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht in Freiburg zeigt. Demnach begehen ältere Menschen vorwiegend Betrugs- und Vermögensdelikte: Manche Senioren mogeln bei der Steuererklärung oder betrügen ihre Versicherung, sitzen alkoholisiert hinterm Steuer, fahren schwarz und stehlen. Die Delinquenten sind häufig finanziell abgesichert und sozial gut integriert. Den ersten Platz in der Rangfolge der Straftaten nimmt Trunkenheit am Steuer ein: Nahezu jeder ist nach eigenen Angaben mindestens einmal betrunken Auto gefahren. Entgegen der landläufigen Vorstellung von Alterskriminalität spielt Ladendiebstahl jedoch keine zentrale Rolle. Männer werden dabei häufiger straffällig als Frauen, das Mann-Frau-Verhältnis ist mit 60 zu 40 jedoch deutlich ausgeglichener als bei jüngeren Menschen. (Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, Februar 2011)

Alter schützt vor Torheit nicht: Aufgrund der demografischen Entwicklung wird die Kriminalität in Deutschland zunehmend vom Verhalten älterer Menschen geprägt sein.

Schwache Passwörter ganz stark

Einfache Codes ergeben mit chaotisch verschlüsselten Captchas, die zudem durch einen chaotischen Prozess verschlüsselt werden, einen wirksamen Passwortschutz

Passwörter könnten in Zukunft sicherer und gleichzeitig einfacher zu merken sein. Forscher um Sergej Flach am Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme in Dresden nutzen ein zweigeteiltes Passwort und die Physik chaotischer Systeme für einen neuartigen Schutz vor Maschinen, die alle möglichen Zeichenkombinationen ausprobieren. Als eigentliches Passwort für den geschützten Zugang etwa zu einer Datei erzeugen sie in einem simulierten physikalischen System ein Captcha: eine für Computer unlesbare Zeichenkombination mit unscharfen Konturen. Mit Captchas wird heute beim Datenaustausch von Fall zu Fall geprüft, ob ein Mensch eine Datenanfrage startet oder ein Computerprogramm. Die Captchas der Dresdner Physiker sind für solche zufallsgeleiteten Attacken zu lang und zu kompliziert. Solange das Captcha nicht gelesen werden soll, wird es durch eine umkehrbare chaotische Entwicklung des Systems unkenntlich gemacht und mit einem zweiten, leicht zu merkenden und daher schwachen Passwort verschlüsselt. Wird dieses Passwort falsch eingegeben, entsteht ein unsinniges Bild. Das schwache Passwort mit einem Computerprogramm zu knacken bringt nichts. Denn zwischen sinnvollem oder unsinnigem Bild kann nur ein Mensch oder eine mit unpraktikablem Zeitaufwand arbeitende Software unterscheiden. Einschlägige Online-Foren bewerten die passwortgeschützten Captchas als sehr sicher. (arXiv, 31. März 2011)

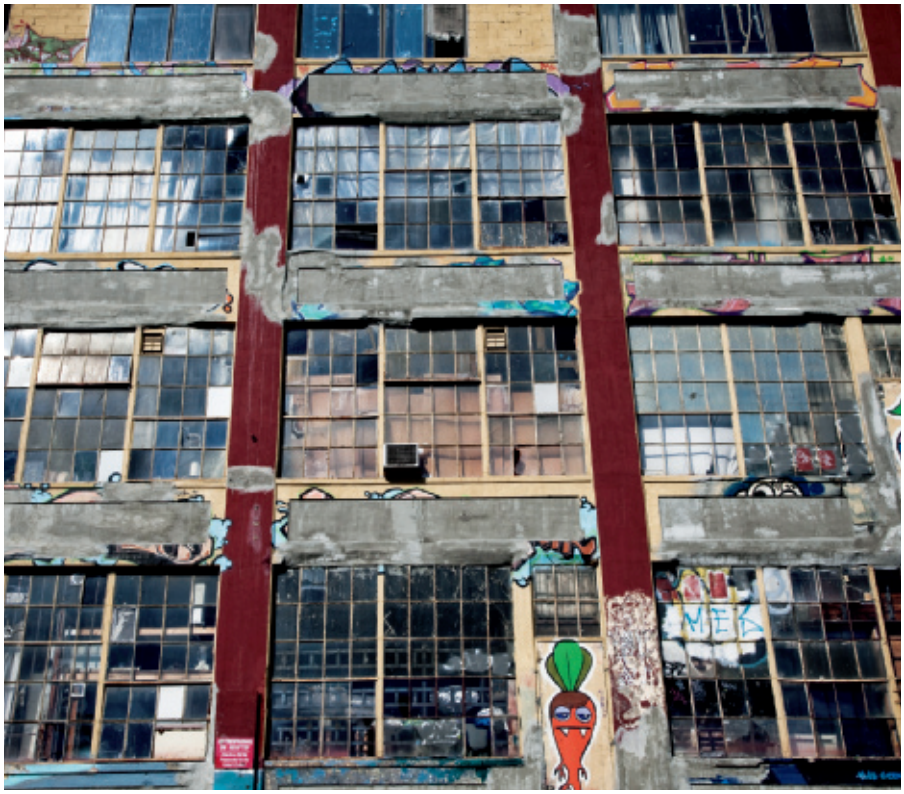


Für Maschinen nicht zu lesen: Das Captcha, hier mit einem einfachen Passwort, ist sehr grobkörnig, weil es in einem physikalischen System in der Nähe einer kritischen Zustandsänderung erzeugt wird (links). Ein umkehrbarer chaotischer Prozess macht es völlig unleserlich (rechts).

Foto: istockphoto (oben); Grafik: MPI für Physik komplexer Systeme - Sergej Flach

Negatives Menschenbild macht egoistisch

Von seiner Einschätzung der Mitmenschen hängt es ab, wie kooperativ sich jemand verhält



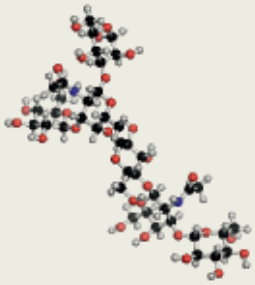
„Broken windows"-Theorie: Kaputte Scheiben in verlassenen Gebäuden oder Müll auf den Straßen können die komplette Verwahrlosung eines Quartiers nach sich ziehen. Denn solche Anzeichen des Verfalls vermitteln Menschen den Eindruck, dass dort die sozialen Normen außer Kraft sind. Gelder, die in den Substanzerhalt von Wohnvierteln fließen, sind also eine gute Investition gegen Kriminalität.

Die Erwartungshaltung zum Verhalten der Mitmenschen bestimmt maßgeblich, ob Menschen miteinander kooperieren. Die eigene Erwartung wird so zur selbsterfüllenden Prophezeiung: Wer von Egoismus bei seinen Mitmenschen ausgeht, trifft tatsächlich häufiger auf unkooperatives Verhalten. Dies zeigen Forscher des Max-Planck-Instituts für Gemeinschaftsgüter in Bonn anhand sogenannter Gemeinwohlspiele mit Teilnehmern aus Bonn und London. In diesen Spielen müssen sich die Teilnehmer zwischen Eigennutz und sozialem Verhalten entscheiden. Dabei ist es für die Gemeinschaft am besten, wenn alle in das Kollektiv investieren, doch individuell profitieren die Trittbrettfahrer am meisten. In der Studie verhielten sich die Mitspieler aus London deutlich egoistischer als ihre Bonner Kollegen. Vermutlich liegt das am offenbar pessimistischeren Menschenbild der Londoner. Erfuhren die Bonner Mitspieler vom egoistischeren Verhalten der Londoner, waren sie ebenfalls deutlich weniger bereit, sich kooperativ zu verhalten. (Max Planck Institute for Research on Collective Goods, 2011/05)

Zucker gegen gefährliche Bakterien

Ein möglicher Impfstoff gegen einen Antibiotika-resistenten Erreger von Krankenhausinfektionen lässt sich synthetisch herstellen

Gegen *Clostridium difficile*, den Erreger einer der häufigsten und gefährlichsten Krankenhausinfektionen, gibt es nun einen erfolgversprechenden Impfstoffkandidaten. Ein internationales Team um Peter Seeberger am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam hat einen Impfstoff hergestellt, dessen wesentlicher Bestandteil ein Sechsfachzucker aus der Zellwand des Bakteriums ist. Für den komplexen Zucker entwickelten die Chemiker des Teams zunächst eine effiziente Herstellungsmethode. Bei Mäusen rief der zuckerbasierte Impfstoff eine spezifische und umfassende Immunantwort hervor. Die Forscher fanden zudem Antikörper im Stuhl von Patienten, die mit *C. difficile* infiziert waren. Da die Antikörper zur natürlichen Immunantwort des Menschen auf die Infektion beitragen, erwarten die Forscher eine starke Reaktion auf den synthetischen Impfstoff.
(Chemistry & Biology, 26. Mai 2011)



Stimuliert das Immunsystem: Auf Basis eines Sechsfachzuckers entwickelten Potsdamer Chemiker einen Impfstoff gegen das Bakterium *Clostridium difficile*, das in Krankenhäusern schwere Darminfektion verursacht.

Foto: istockphoto (oben); Grafik: MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Anabolikum für Kieselalgen

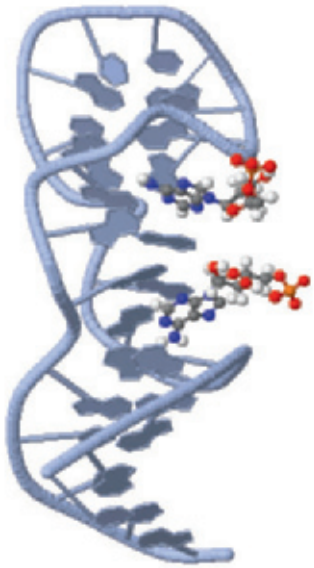
Stickstoff aus dem Harnstoffzyklus macht Kieselalgen anderen Einzellern überlegen

Ein effizienter Verwerter von Stickstoff: die im Meer lebende gefiederte Kieselalge *Phaeodactylum tricornutum*.

Der Harnstoffzyklus ist ein Stoffwechselweg, der bei Säugetieren dazu dient, überschüssigen Stickstoff in Harnstoff einzubauen und ihn aus dem Körper auszuscheiden. Bei Kieselalgen besitzt er dagegen eine Schlüsselfunktion für den Aufbau kohlenstoff- und stickstoffhaltiger Verbindungen, wie Wissenschaftler vom Potsdamer Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie entdeckt haben. Sie verglichen im Labor die Reaktion von Algenzellen mit funktionierendem Harnstoffzyklus und ohne auf ein Überangebot an Nährstoffen nach einer Hungerperiode. Die Zelllinien ohne funktionierenden Harnstoffzyklus wuchsen demnach um 15 bis 30 Prozent langsamer. Der Harnstoffzyklus trägt folglich maßgeblich dazu bei, dass Kieselalgen schnell auf ein gesteigertes Nährstoffangebot mit erhöhter Stoffwechselrate und Wachstum reagieren können. Offenbar hat sich der Harnstoffzyklus der Tiere aus einem evolutionär älteren Stoffwechselweg entwickelt. Kieselalgen könnten somit enger mit den Tieren verwandt sein als bislang vermutet. (Nature, 12. Mai 2011)

Riechen mit dem genetischen Code

So unterschiedliche Stoffe wie Antibiotika, Betäubungsmittel oder Sprengstoff könnten sich künftig mit einer Art Universaldetektor nachweisen lassen.



Forscher des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung in Mainz nutzen dafür Aptamere, die etwa aus den Bausteinen der Erbsubstanz DNA oder RNA aufgebaut sind. Aptamere gibt es in großer Vielfalt, und abhängig von ihrem chemischen Aufbau lagern sich daran Moleküle einer Sorte an, die der Detektor aufspüren soll. Das eine Ende des Aptamers platzieren die Forscher auf einer Unterlage, das andere heften sie an die Spitze eines Rasterkraftmikroskops. Die Spitze sitzt am Ende eines sehr empfindlichen Hebels, den die Wissenschaftler anheben. Dabei messen sie die Kraft, mit der sie das Aptamer auseinanderziehen können. Die verändert sich, wenn Moleküle der gesuchten Substanz an dem Aptamer gebunden sind. (J. Am. Chem. Soc., 2. Februar 2011)

Vielseitig und doch selektiv: Unter einer großen Vielfalt von Aptameren finden sich die richtigen Detektoren für zahllose Stoffe. Die Analytmoleküle, hier AMP, binden an dafür geeignete Stellen. Dadurch verändert sich die Kraft, mit der sich Bindungen zwischen den beiden Hälften des Aptamers lösen lassen.

Amygdala erkennt Spontanität

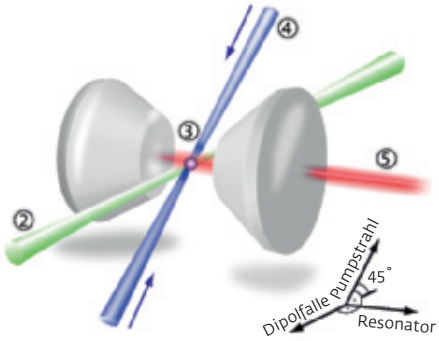
Jazzmusiker demonstrieren, wie das Gehirn Improvisationen verarbeitet

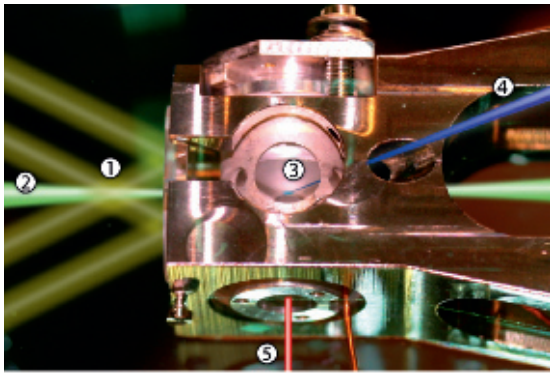
Die Amygdala und verschiedene weitere Gehirngebiete sind bekannt dafür, wahrgenommenes Verhalten anderer innerlich zu simulieren. Wissenschaftler des Leipziger Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften haben nun entdeckt, dass dieses Netzwerk auch auf improvisiertes Verhalten äußerst sensibel reagiert. Die Forscher untersuchten die Hirnaktivität von Jazzpianisten, die beurteilen sollten, ob eine Melodie improvisiert oder einstudiert war. Wurde eine Melodie für improvisiert gehalten, waren die Amygdala und mehrere andere Gehirnregionen besonders aktiv. Die Amygdala ist sehr empfindlich für Reize, die schwer vorhersagbar oder neu sind. Sie kann so auf fast unmerkliche Schwankungen in Lautstärke und Rhythmik reagieren, wie sie bei Improvisationen auftreten.
(Frontiers in Auditory Cognitive Neuroscience, online veröffentlicht, 3. Mai 2011)

Foto: Andrew Allen, Adrian Marchetti (oben); Grafik: MPI für Polymerforschung

Einzelnes Atom speichert Quanteninformation

Mit einem winzigen Speicher könnte sich ein leistungsfähiger Quantencomputer konstruieren lassen





Die Information steckt in der Polarisationsrichtung (links: Schema, rechts: Originalapparatur mit eingezeichneten Laserstrahlen): Verdampfte Rubidiumatome werden mit Lichtkräften in einer magneto-optischen Falle (1) gefangen und gekühlt. In einem weiteren Lichtstrahl, einer sogenannten Dipolfalle (2) werden einzelne Atome in den optischen Resonator (3) aus zwei konisch abgedrehten Spiegeln transportiert. Schwache Lichtpulse aus einzelnen Photonen (5) werden mithilfe eines Kontrolllasers (4) gespeichert und nach einer Speicherzeit wieder ausgelesen.

Kleiner kann ein Datenspeicher kaum sein: In ein einzelnes Rubidiumatom haben Forscher um Gerhard Rempe und Stephan Ritter am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching die Polarisation, also die Schwingungsrichtung, eines einzelnen Photons geschrieben. Nach einer gewissen Speicherdauer lasen sie den Zustand wieder aus. Quanteninformation zwischen einzelnen Photonen – das sind Lichtteilchen – und einzelnen Atomen auszutauschen gelang bisher nicht, weil die Wechselwirkung zwischen ihnen sehr schwach ist. Die Garchinger Forscher positionierten ein Rubidium-Atom daher zwischen den Spiegel eines optischen Resonators. Mithilfe sehr schwacher Laserpulse brachten sie einzelne Photonen in den Resonator, die darin mehrmals hin- und herreflektiert wurden, sodass sich die Wechselwirkung zwischen Photonen und Atom stark erhöhte. Dieses Verfahren lässt sich nutzen, um leistungsfähige Quantencomputer zu konstruieren und über große Distanzen miteinander zu vernetzen. Photonen eignen sich dabei besonders gut für den Austausch von Information zwischen einzelnen Komponenten. Für die Speicherung und Verarbeitung der Informationen könnte hingegen der Spin, der Eigendrehsinn, einzelner Atome zum Einsatz kommen. (Nature, 1. Mai 2011)

Foto und Grafik: MPI für Quantenoptik (oben), ESA/AOES Medialab (unten)

Gigantische Stürme fegen Galaxien leer

Das Infrarot-Observatorium Herschel entdeckt, wie Milchstraßensysteme Substanz verlieren

Gebläse im All: Die Illustration zeigt eine sehr leuchtstarke Infrarotgalaxie mit massereichen Winden aus molekularem Gas.

In den Zentren vieler Galaxien wirbeln riesige Wolken aus molekularem Gas herum. Dabei treten Windgeschwindigkeiten von teilweise mehr als 1000 Kilometern pro Sekunde auf – das Vieltausendfache von Stürmen auf der Erde. Das haben Astronomen des Max Planck-Instituts für extraterrestrische Physik in Garching mit dem Wissenschaftssatelliten Herschel herausgefunden. Und sind damit der Lösung eines kosmischen Rätsels ein gutes Stück näher gekommen: Im jungen Universum verschmolzen gasreiche Galaxien miteinander, was nicht nur zu erhöhter Sternentstehung führte, sondern auch das schwarze Loch im Zentrum anwachsen ließ. Plötzlich jedoch endete diese Phase der Fruchtbarkeit, in nur wenigen Millionen Jahren sank die Zahl der Sterngeburten rapide, und auch das schwarze Loch wuchs nicht mehr weiter. In dieser für kosmische Verhältnisse kurzen Zeitspanne haben möglicherweise die extrem starken, massereichen Winde gewaltige Mengen Rohmaterial (etwa eine Milliarde Sonnenmassen) aus der Galaxie katapultiert. Sie haben somit jene Aktivitäten zum Erliegen gebracht, durch die sie überhaupt erst entstanden sind. Denn angetrieben wurde das Gebläse von neu gebildeten Sternen, den Schockfronten von Sternexplosionen oder auch dem zentralen schwarzen Loch. (Astrophysical Journal Letters, Vol. 733, Seite L16)