

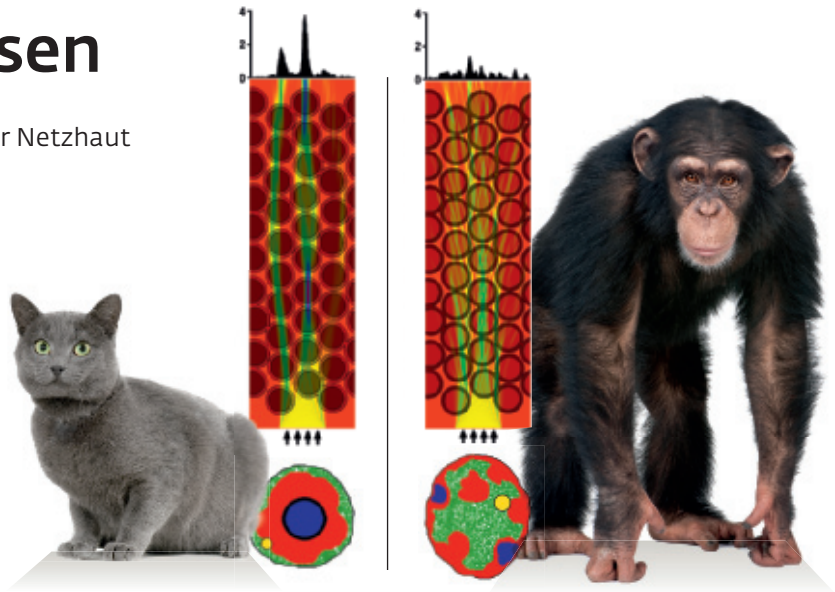
Zellkerne als Linsen

Ungewöhnlich angeordnetes Erbgut in der Netzhaut nachtaktiver Säugetiere bündelt Licht

Wenn jedes Lichtquant zählt, greift die Natur zu unkonventionellen Methoden. In der Netzhaut nachtaktiver Säugetiere, genauer gesagt in ihren Stäbchen, sind die Zellkerne so aufgebaut, dass sie als Sammellinse wirken. Das hat ein Forscherteam herausgefunden, an dem auch Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Hirnforschung beteiligt waren.

Demnach liegt im Inneren dieser Kerne dicht gepackte Erbinformation, die das Licht stark bricht. Dieses Erbmaterial, Heterochromatin genannt, erfüllt gerade keine Aufgabe und muss daher nicht für Enzyme zugänglich sein.

Eingehüllt wird das Heterochromatin vom lose zusammengeballten und daher schwächer lichtbrechenden Euchromatin. Darin liegt die gerade benötigte Erbinformation. In diesem Aufbau



Nachaktive Säugetiere, etwa Katzen, können nicht nur die Pupillen besonders weit öffnen – die Zellkerne in den Stäbchen ihrer Netzhaut sind auch so gebaut, dass sie Licht bündeln.

bündeln die Zellkerne das Licht. In allen anderen Zellen von Säugetieren und auch in den Stäbchen tagaktiver Tiere sind die Kerne genau umgekehrt geordnet: Verwendete DNA-Regionen

innen, nicht verwendete außen. Dieser Aufbau streut das Licht, das somit verloren geht; er muss aber auch einen bislang nicht bekannten Vorteil haben. (CELL, 17. April 2009)

Fotos: iStockphoto (2); Grafik: Montage aus Abbildungen im Cell-Artikel

Wasserbad als Ordnungshilfe

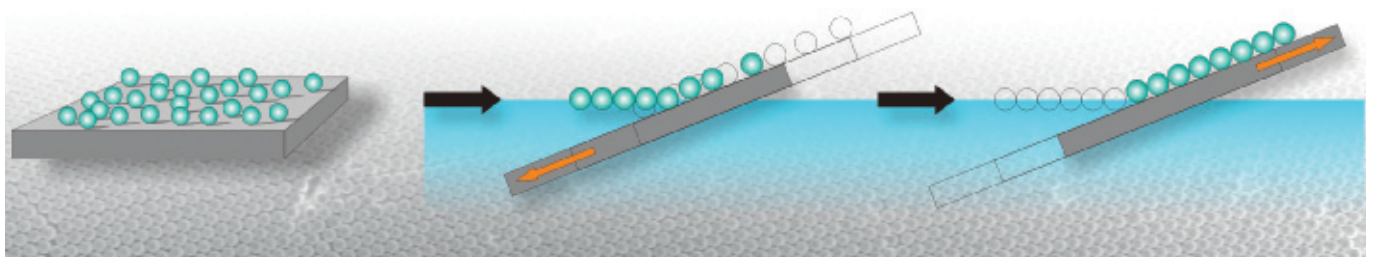
Wenn Ordnung schaffen immer so einfach wäre: Nanokügelchen ordnen sich von selbst, wenn sie nach einer Methode behandelt werden, die Forscher des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung entwickelt haben. Die Wissenschaftler produzieren die winzigen Kunststoffkügelchen zunächst in einer Emulsion aus Wasser und Styrol und trocknen sie, nur um sie anschließend wieder ins Wasser zu werfen. Dann schwimmen die Kügelchen aus noch

ungeklärtem Grund plötzlich an der Oberfläche und ordnen sich sauber. Da sie dabei fest aneinanderhaften, können die Forscher sie als kristalline Schicht auf einen beliebigen Gegenstand auftragen – einfach indem sie diesen untertauchen und wieder aus dem Wasserbad ziehen. Auf diese Weise lassen sich etwa Membranen gezielt mit Poren einer bestimmten Größe versehen. Schichten besonders kleiner Kügelchen könnten zudem Bildschirme entspiegeln. Und

eine Lage etwas größerer Teilchen würde einen Gegenstand gegen Wasser und Schmutz unempfindlich machen, weil sie den Lotus-Effekt zeigt.

(MACROMOLECULAR CHEMISTRY AND PHYSICS 2009, 210, DOI:10.1002/macp.200800484)

Raus aus dem Wasser, rein in das Wasser: In einer Emulsion präparierte und anschließend getrocknete Kunststoffkügelchen (links) lassen sich – erneut ins Wasser getaucht (Mitte) – als geordnete Schicht aus dem Bad ziehen (rechts).



Grafik: MPI für Polymerforschung

Gläsern statt glänzend

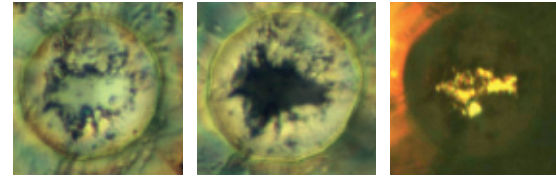
Bei extrem hohem Druck hört Natrium auf ein Metall zu sein und wird transparent

Durchblick durch ein Metall haben sich Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Chemie verschafft. In einer internationalen Kooperation haben sie Natrium, das unter normalen Bedingungen weich ist wie ein Karamell-Toffee und silbrig schimmert, unter extremen Druck gesetzt.

Bei zwei Millionen Bar – zwei Millionen Mal mehr als der Druck der Erdatmosphäre – schrumpfte das Natrium auf ein Fünftel seiner ursprünglichen Größe und wurde durchsichtig wie gelbliches Glas. Dabei verliert es ver-

mutlich aber auch seine anderen metallischen Eigenschaften – dafür sprechen zumindest die Ergebnisse von Berechnungen, die Partner in der Kooperation machten: Demnach sollte Natrium keinen Strom mehr leiten und auch nicht mehr weich sein.

Somit gilt es bei diesem hohen Druck nicht mehr als Metall. Bislang galt unter Physikern, dass die Leitfähigkeit unter erhöhtem Druck zunimmt. Doch das gilt offenbar nur bis zu einer gewissen Schwelle. (NATURE, 12. März 2009)



Unter Atmosphärendruck glänzt Natrium silbrig (links), färbt sich bei knapp einer Million Bar schwarz (Mitte), um bei zwei Millionen Bar schließlich transparent wie gelbes Glas zu werden. Der Farbwechsel ist jeweils im Zentrum der drei Bilder zu erkennen.

Fotos: MPI für Chemie

Konkurrenz belebt das Brutgeschäft

Blaumeisen-Weibchen füttern ihren Nachwuchs ausgiebiger, wenn sie mit anderen Weibchen zuvor um eine begrenzte Zahl von Nistplätzen konkurrieren mussten. Außerdem brüten die Weibchen, die einen Brutplatz ergatterten, während einer solchen Wohnungsnot mehr männliche Nachkommen aus. Und einige Weibchen, die leer ausgehen, legen Kuckuckseier in Nester ihrer Konkurrentinnen. Diese Veränderungen im Brutverhalten beobachteten Forscher des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in einer Langzeitstudie, für die sie einen Teil der Nistkästen im Wienerwald in Österreich entfernten. Offen bleibt, ob die Konkurrenz die erfolgreichen Weibchen zu größerem Engagement anspornt oder ob diese Weibchen per se erfolgreicher sind, weil sie mehr in die Brutpflege investieren. Auch wie die Vögel das Geschlecht ihres Nachwuchses beeinflussen, ist noch nicht ganz geklärt. Möglicherweise gelingt ihnen das über einen erhöhten Testosteron-Spiegel. (ANIMAL BEHAVIOUR, 4. März 2009)



Auch Blaumeisen kennen Wohnungsnot. Aber jene Weibchen, die sich bei der Konkurrenz um einen Nistplatz durchgesetzt haben, füttern ihren Nachwuchs ausgiebiger.

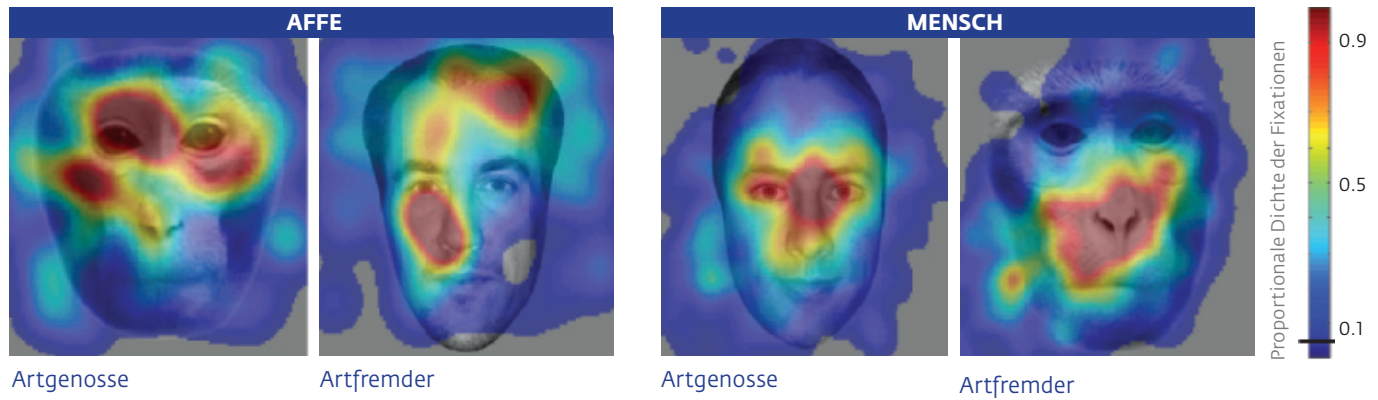
Fotos: iStockphoto / Okapia

Stotterndes Gen

Es war ein Zufall: Einige Exemplare der Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana* verkümmerten, nachdem sie in einen Zuchttraum mit 27 Grad Celsius gebracht wurden – und die Suche nach dem Grund dieser Ausfälle führte die Wissenschaftler des Tübinger Max-Planck-Instituts für Entwicklungsbiologie auf einen überraschenden Befund. Ein Gen, bedeutsam für die Photosynthese, wies in den kränkelnden Pflanzen einen Defekt auf, der auch bestimmten neurologischen Erkrankungen des Menschen zugrunde liegt: Im DNA-Text dieses Gens tauchte eine Dreierfolge von Basen – genetischen Buchstaben – mehr als 400-mal hintereinander auf; dieselbe Dreiersequenz, Triplet genannt, wiederholte sich bei gesunden Vergleichspflanzen nur 20-mal. Dieses Triplet-Stottern führt dazu, dass das betreffende Gen nicht mehr korrekt abgelesen und in funktionsfähige Proteine übersetzt wird. Analoge Gen-Defekte, und das macht diese Beobachtung interessant, stecken auch hinter einigen schwerwiegenden neurodegenerativen Erbleiden des Menschen, wie etwa Chorea Huntington, charakterisiert durch zunehmende Bewegungsstörungen und Demenz. Genetische Untersuchungen an der Ackerschmalwand könnten daher die genetischen Ursachen und die Entstehung schwerer Erbkrankheiten beim Menschen erhellen.

Ich schau Dir in die Augen, Artgenosse!

Menschen und Affen sind Experten für Gesichtserkennung der eigenen Art



Affen blicken sich nicht anders an als Menschen: Rhesusaffen gucken einem Artgenossen zunächst in die Augen. Über das Gesicht eines Menschen wandert ihr Blick dagegen ziellos, wie Forscher des Max-Planck-Instituts für biologische Kybernetik in einer Analyse der Augenbewegungen festgestellt haben. Auch Menschen fixieren bei einer Be-

gegnung untereinander erst die Augen, während sie das Gesicht eines Affen mit ihrem Blick eher wahllos abtasten. Die Studie belegt eine weitere Ähnlichkeit zwischen Menschen und Affen. Welchen Vorteil es aber hat, die Gesichter von Artgenossen anders zu verarbeiten als die von Artfremden, ist bislang unklar. (CURRENT BIOLOGY, 26. Februar 2009)

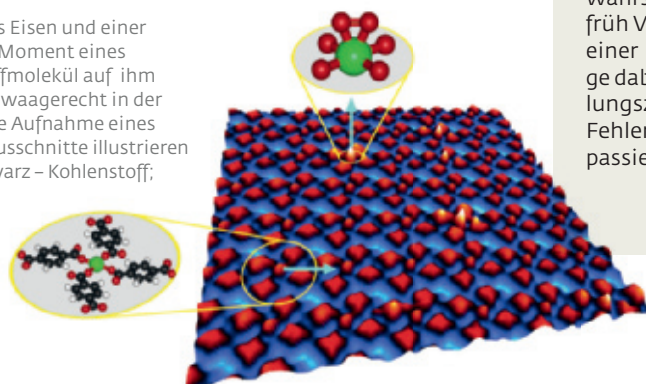
Bei Artgenossen richten Rhesusaffen und Menschen den Blick erst gezielt auf die Augen des Gegenübers. Die rote Färbung in der Analyse der Augenbewegung steht für eine hohe Dichte von Blicken. Im Gesicht eines Artfremden findet der Blick dagegen keinen eindeutigen Halt.

Fotos: MPI für biologische Kybernetik

Daten auf Eisen gelegt

Einen Datenspeicher höchster Packungsdichte verspricht ein Netz, geknüpft aus Eisenatomen und Molekülen der organischen Terephthalsäure, das auf einer Kupferoberfläche liegt. Gefertigt haben dieses Netz Wissenschaftler des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung. Als Datenspeicher könnte sich das Netz eignen, weil sich die Eisenatome, bedingt durch den Spin einzelner Elektronen in ihrer Hülle, wie winzige Stabmagnete verhalten – die normalerweise aber völlig wahllos im Raum orientiert sind. Doch nicht so in dem metallorganischen Netz auf der Kupferoberfläche. Dort richten sich die atomaren Eisenmagnete sämtlich waagrecht aus und liegen sozusagen flach. Der Clou besteht nun darin, dass sich ein solcher liegender Magnet beeinflussen lässt. Sobald sich Sauerstoff auf die Eisenatome setzt, richten sich die Spins auf. Nach diesem Prinzip, so viel ist bislang praktisch erwiesen, lassen sich Eisenatome zwischen zwei Zuständen hin- und herschalten und damit als Speicher für binäre Daten verwenden. Noch funktioniert das Ganze allerdings nur bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. (NATURE MATERIALS, März 2009)

Richtungsentscheidung: In einem Netz aus Eisen und einer organischen Säure steht das magnetische Moment eines Eisenatoms senkrecht, wenn ein Sauerstoffmolekül auf ihm sitzt (oben). Ohne Sauerstoffkrone liegt es waagrecht in der Netzebene (unten). Das große Bild zeigt die Aufnahme eines Rastertunnel-Elektronenmikroskops; die Ausschnitte illustrieren den chemischen Aufbau (grün – Eisen; schwarz – Kohlenstoff; weiß – Wasserstoff und rot – Sauerstoff).



Alarmanlage im Gehirn

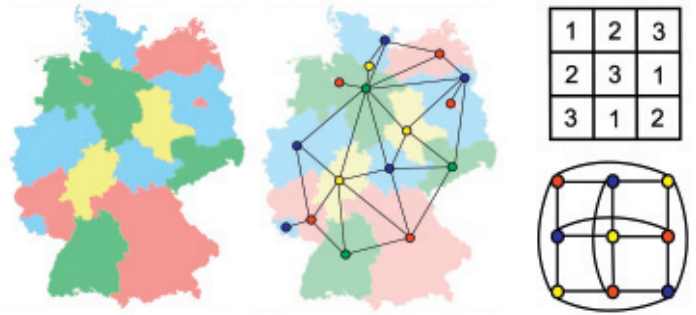
Greift ein Pianist daneben, hat sein Gehirn den Fehler bereits registriert – noch ehe der falsche Ton erklingt. Das haben Forscher des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften und der Universität Sussex festgestellt, als sie ein EEG von Klavierspielern aufzeichneten. In der Messung registrierten sie einen Ausschlag schon eine Zehntelsekunde, bevor der Musiker die falsche Taste drückte. Außerdem schlug er die Taste leiser und verzögert an – vermutlich in einem vergeblichen Versuch, den Fehler noch zu korrigieren. Wahrscheinlich trifft das Hirn schon früh Vorhersagen über das Ergebnis einer Handlung. Steht die Vorhersage dabei im Widerspruch zum Handlungsziel, entdeckt das Gehirn den Fehler bereits, bevor er überhaupt passiert ist. (PLOS ONE, 1. April 2009)

Grafik: MPI für Festkörperforschung

In kleinen Schritten über die Landkarte

Mit einem neuen Computer-Algorithmus lassen sich bislang unlösbare Abzählprobleme knacken

Kurzsichtigkeit verschafft Durchblick – zumindest bei der Suche nach den Möglichkeiten, eine Landkarte so einzufärben, dass benachbarte Länder verschiedene Farben tragen. Dabei kommt schneller zum Ziel, wer immer nur einen Ausschnitt der Karte betrachtet – sich also so über die Karte bewegt, als sei er kurzsichtig. Auf diese Weise lösen Forscher des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation solche Probleme viel schneller als mit herkömmlichen Methoden, die immer gleich das ganze Problem betrachten, also etwa die gesamte Landkarte. Physiker, Mathematiker und Informatiker suchen oft die Zahl solcher Kombinationsmöglichkeiten, nicht nur für die Farben auf einer Landkarte, sondern auch, um die Eigenschaften von Festkörpern zu beschreiben oder für die Zahlenkombinationen in einem Sudoku. In vielen Fällen ermöglicht erst der neue Algorithmus die Lösung, weil der konventionelle für die Praxis oft zu langsam arbeitet. (NEW JOURNAL OF PHYSICS, 4. Februar 2009)



Variationsmöglichkeiten: Eine Deutschlandkarte und ein Sudoku aus drei mal drei Kästchen (rechts) mit den entsprechenden Darstellungen als Netze verschiedenfarbiger Punkte.

Grafik: MPI für Dynamik und Selbstorganisation



Foto: MPI für chemische Ökologie – Hubert Herz

Ameisen wappnen sich mit Pilzgift

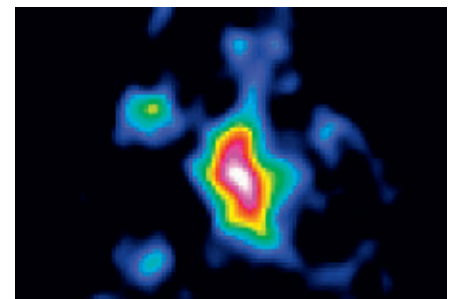
Was ein Arzt kann, können Blattschneiderameisen schon lange. Sie bekämpfen schädliche Pilze unter anderem mit Candidinen – Stoffen, die auch in der Medizin gegen Pilzinfektionen eingesetzt werden. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie haben die Substanzen aus einigen Bakterienarten isoliert, mit denen die Ameisen in Symbiose leben. Die Insekten schützen auf diese Weise Kulturen des Pilzes *Leucoagaricus gongylophorus* vor einem Schadpilz. Von Ersterem ernähren sich die Ameisen und züchten ihn daher sorgfältig auf Blattschnipseln. Könnten sie nicht auf die medizinische Hilfe der Bakterien setzen, würde der Schadpilz *Escovopsis* ihre Speisepilze zerstören. (PNAS, 24. März 2009)

Gärtnern für den Pilzvorrat: Eine Blattschneiderameise mit einem Blattschnipsel, auf dem die Insekten einen Nahrungspilz kultivieren.

Die Keimzelle einer Galaxie

Im frühen Universum ging es heftig zu: Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Astronomie haben im Kern einer weit entfernten Galaxie, die sich den Astronomen auf der Erde gerade mal eine Milliarde Jahre jung präsentiert, eine geradezu explosive Rate an Sterngeburten beobachtet. Pro Jahr entstehen dort Sterne mit einer Gesamtmasse von mehr als 1000 Sonnenmassen, und das auf einer Region von 5000 Lichtjahren Durchmesser.

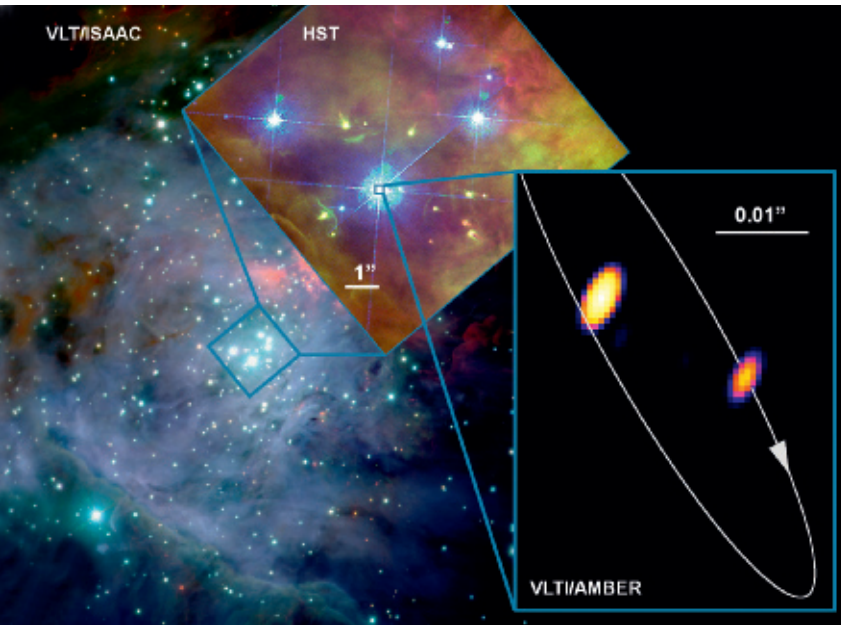
Zum Vergleich: In unserer Milchstraße, die sich über 100 000 Lichtjahre ausdehnt, entsteht im Schnitt jährlich ein Stern von der Masse der Sonne. Die Astronomen lösten mit ihrer Beobachtung auch eine offene Frage zur Entstehung von Galaxien. Der Stern-Boom beschränkt sich demnach in einer jungen Galaxie zunächst auf einen kleinen Kernbereich und breitet sich allmählich aus. Bislang galt es auch als möglich, dass Sterne in der gesamten Galaxie von Anfang an mit der gleichen Rate geboren werden. (NATURE, 5. Februar 2009)



Blick auf einen schnellen Brüter für Sterne: Falschfarbenaufnahme der Galaxie J1148+5251, aufgenommen mit den Radioteleskopen des Very Large Array in New Mexiko.

Foto: NRAO/AUI/NSF

Ein Automobil auf dem Mond ...



Als Doppelstern (rechts) entpuppte sich Theta 1 Ori C im Zentralbereich des Orionnebels, als ihn das VLT-Interferometer mit bislang unerreichter Schärfe abbildete.

... rein optisch zu erfassen, würde ein Teleskop von rund 200 Meter Spiegeldurchmesser erfordern. Denn es erschiene von der Erde aus nur unter einem Winkel von rund zwei millionstel Grad – vergleichbar einer Ein-Euro-Münze aus einer Entfernung von fast 4000 Kilometern. Doch lässt sich diese „Sehschärfe“ mit einer neuen Messtechnik erzielen, wie ein internationales Team unter der Leitung von Forschern des Bonner Max-Planck-Instituts für Radioastronomie jetzt bewiesen hat. Sie setzten dafür das *Very Large Telescope Interferometer* der Europäischen Südsternwarte mit einem Strahlvereinigungs-Instrument ein, das es gestattet, die von mehreren Einzelteleskopen aufgenommene Strahlung – im nahen Infrarot – zu einem sehr scharfen Gesamtbild zu kombinieren. Als Zielobjekt wählten die Astronomen Theta 1 Ori C, den massereichsten und leuchtkräftigsten Stern im zentralen Orionnebel, der bislang in konventionellen Teleskopen wie auch im Weltraumteleskop Hubble als Einzelstern erschien. Doch mit der neuen Technik wiesen die Forscher nun einen lichtschwächeren Begleitstern nach. Die Masse des Hauptsterns beträgt 38, die des Begleiters neun Sonnenmassen. (ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, im Druck)

Foto: MPI/R/Stefan Kraus, ESO und NASA/Chris O'Dell

Verdopplung im Erbgut macht kurze Finger

Unsere Hand ist ein Meisterwerk der Natur, mit der wir die Welt begreifen. Auch ihre embryonale Entwicklung verläuft äußerst komplex. Ein Puzzlestück in diesem komplizierten Steuerungsprozess haben nun Wissenschaftler der Charité-Universitätsmedizin Berlin und des Berliner Max-Planck-Instituts für molekulare Genetik mit Kollegen aus Hamburg, Köln, Dänemark und Brasilien aufgeklärt. Wie die Forscher herausfanden, kann Kurzfingerigkeit (Brachydactylie) vom Typ 2 – eine genetische Störung, bei der das Mittelglied des Zeigefingers verkürzt ist oder ganz fehlt – durch eine winzige Verdopplung in nicht-kodierenden Sequenzen des Erbguts verursacht werden. Im Bereich der Duplikation befindet sich ein Regulator, der ein Gen (*BMP2*, *Bone morphogenetic Protein 2*) kontrolliert. Dieses ist für die Musterbildung der Hand und der Finger entscheidend. Das Überraschende: Die Duplikation liegt in einer Sequenz des Genoms, die bei verschiedenen Spezies, unter anderem beim Huhn und bei der Maus, nahezu identisch ist und sich daher im Lauf der Evolution kaum verändert hat. (AMERICAN JOURNAL OF HUMAN GENETICS, 10. April 2009)



Am genetisch veränderten Mäuseembryo beobachten die Forscher erstmalig die Aktivität eines Regulators, der die Musterbildung der Hand steuert.

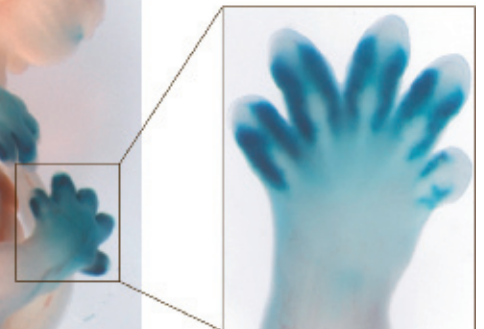


Foto: MPI für molekulare Genetik

Musikalische Emotion kennt keine Grenzen

Hörer erkennen in Klavierstücken Freude, Trauer und Angst – auch wenn sie mit westlicher Musik völlig unerfahren sind

Dass Musik Gefühle ausdrückt und beim Hörer auslöst, macht ihr Wesen aus. Doch wie empfindet ein Mensch, der noch nie abendländische Musik gehört hat, für ihn unbekannte Töne? Oder anders gefragt: Ist das Verstehen von Emotionen in der Musik dem Menschen bereits in die Wiege gelegt – oder bildet sich dieses Gehör erst durch Erfahrung?

Der Antwort auf diese Frage sind Wissenschaftler des Leipziger Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften jetzt ein gutes Stück näher gekommen, und zwar in Tests mit Angehörigen der Mafa, einer Volksgruppe im Raum des Mandaragebirges in Kamerun: Obwohl diese Menschen noch nie westliche Musik gehört hatten, identifizierten sie in Klavierstücken eindeutig die Emotionen Freude, Trauer oder Angst. Musik mit raschen Tempi empfinden sie tendenziell als fröhlich, Trauer oder Angst hingegen hängen wesentlich davon ab, ob ein Stück in Dur oder Moll komponiert ist. Wie westlich geprägte Hörer bevorzugten die Mafa zudem Konsonanzen, erwiesen sich aber Dissonanzen gegenüber ein wenig toleranter. (CURRENT BIOLOGY, online, 19. März 2009)



Von westlicher Musik bewegt: Die beiden Mafa-Frauen beteiligten sich an der Studie von Thomas Fritz.

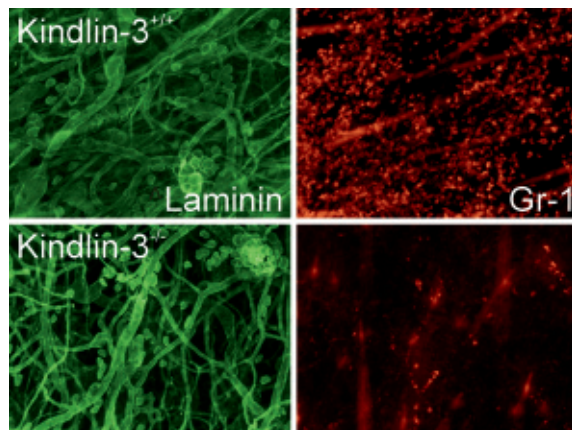
Foto: MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften

Haltlose Blutkörperchen

Wenn weiße Blutkörperchen nicht in infiziertes Gewebe eindringen, können sie nicht gegen Krankheitserreger vorgehen. Aus diesem Grund eskalieren Infektionen in Patienten mit der seltenen Erbkrankheit LAD III. Schuld daran ist der Defekt in einem Gen, das Forscher des Max-Planck-Instituts für Biochemie identifiziert haben. Es enthält den Bauplan für das Protein Kindlin-3, das ein

Ankerprotein auf der Oberfläche der weißen Blutkörperchen aktiviert. Der Defekt im Kindlin-3-Gen verhindert, dass die Immunzellen aus dem Blut in das infizierte Gewebe gelangen. Bislang stand ein anderer Gendefekt unter dem Verdacht, LAD III auszulösen. Da nun die tatsächliche Ursache bekannt ist, werden auch Therapien möglich.

(NATURE MEDICINE, 22. Februar 2009)



Zugangshilfe für weiße Blutkörperchen: Mit Kindlin-3 (oben) wandern normale Leukozyten (rot) aus den Blutgefäßen (grün) nach kurzer Zeit in das entzündete Gewebe ein (oben rechts). Ohne Kindlin-3 (unten) gelingt ihnen das nicht (unten rechts).

Fotos: MPI für Biochemie – M. Moser

Geld oder Gewissen?

Wer hören will, darf nicht fühlen. Das gilt zumindest für die Motivation, ein umweltfreundliches Auto zu kaufen. Setzt die Politik dafür zu früh finanzielle Anreize, untergräbt sie möglicherweise den Erfolg von Informationskampagnen. Forscher des Max-Planck-Instituts für Ökonomik und der ETH Zürich befragten 1581 potenzielle Autokäufer, welche politischen Maßnahmen die Kohlendioxid-Emissionen wirkungsvoll reduzieren. Demnach erreicht Aufklärung zwar nur eine kleine Käufergruppe, die wirkt aber meinungsbildend und treibt den technischen Fortschritt voran. So schafft sie die demokratische Basis, damit die Umwelt auch von finanziellen Maßnahmen profitiert. Denn auch Kunden, deren Kaufentscheidung finanziell motiviert ist, brauchen ein Mindestmaß an ökologischem Bewusstsein. Andernfalls glauben sie möglicherweise, sie erkaufte sich etwa mit höheren Abgaben das Recht, die Umwelt zu schädigen. (ECOLOGICAL ECONOMICS, März 2009)