

HIRNFORSCHUNG

Gedanken stärker als Sinneseindrücke

■ Es ist schon länger möglich, einen Cursor auf dem Computerbildschirm durch die Kraft der Gedanken zu lenken; dazu werden die Gehirnströme gemessen und in Steuerbefehle umgesetzt. Forscher um Christof Koch vom California Institute of Technology in Pasadena fanden nun heraus, dass Menschen sogar die Aktivität einzelner Neuronen gezielt beeinflussen können, und

das in einer Gehirnregion, von der man bisher annahm, sie sei der bewussten Kontrolle entzogen: dem medialen Temporalappen, der als Sitz des Gedächtnisses gilt.

Die Hirnforscher präsentierten Versuchspersonen Bilder, um festzustellen, welche Gehirnzellen wann feuerten. Dabei identifizierten sie schließlich vier einzelne Neuronen, die bei je einem von vier Fotos besonders stark ansprachen. Die Probanden konnten anschließend das entsprechende Bild auf einem Monitor erscheinen lassen, indem sie intensiv daran dachten und dadurch die zugehörige Gehirnzelle

aktivierten. Aber was würde geschehen, wenn die Augen einen Sinnesreiz ans Gehirn lieferten, der im Widerspruch zur inneren Vorstellung stand? Welches Neuron würde dann bevorzugt feuern – das für das Foto, das die Versuchsperson tatsächlich sah, oder jenes für das andere, das sie vor ihrem geistigen Auge hatte?

Zur Klärung dieser Frage zeigten die Forscher eine Überlagerung aus zwei Aufnahmen. Die Versuchspersonen sollten dann das »Zielbild« deutlich erscheinen lassen und das andere verdrängen. In der Tat gelang ihnen das in 70 Prozent der Fälle innerhalb von zehn Sekunden. Selbst wenn das »falsche« Bild klar dominierte, schafften sie es oft, das gewünschte zurückzuholen. Die innere Vorstellung beeinflusste die neuronale Aktivität also stärker als der äußere Sinneseindruck.

Nature, Bd. 467, S. 1104



NORAN CERF UND MARIA MOON, CALTECH

Versuchspersonen konnten ein Foto von Marilyn Monroe am Computerbildschirm erscheinen lassen, indem sie intensiv an sie dachten und so ein Neuron aktivierten, das besonders stark auf ihr Konterfei anspricht.

ZELLWACHSTUM

Nervenregeneration mit Natriumionen

■ Verletztes Rückenmark, einen Arm oder ein Auge einfach nachwachsen lassen – das wird wohl noch einige Zeit ein Traum bleiben. Aber nun lassen ihn Tierversuche vielleicht ein Stück näher rücken. Einem Team um Michael Levin von der Tufts University in Medford (Massachusetts) ist es gelungen, relativ alten Kaulquappen von Krallenfröschen, die ihren Schwanz bei einer Verletzung nicht mehr regenerieren können, diese Fähigkeit zurückzugeben.

Als Wundermittel erwies sich ein spezieller Wirkstoffcocktail, der vermehrt Natriumionen durch die Außenmembranen ins Innere der Zellen einströmen ließ. Wurden die amputierten Tiere eine Stunde lang darin gebadet, wuchs ihnen ein neuer Schwanz. Dabei konnten sich die Forscher Zeit lassen: Die Regeneration funktionierte sogar noch bis zu 18 Stunden nach dem Verlust des Körperteils.

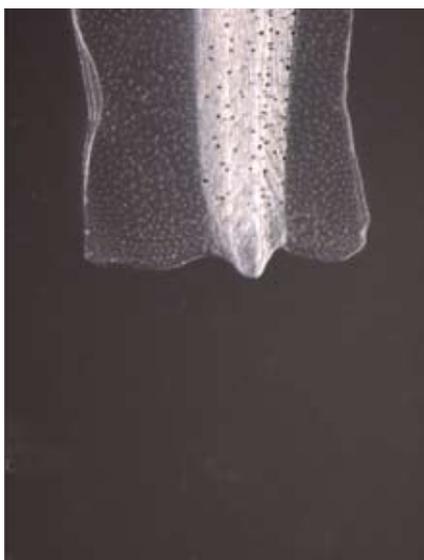
Normalerweise wächst bei Kaulquappen ein abgetrennter Schwanz nicht nach (links). Ein Wirkstoffmix, der den Einstrom von Natrium in Zellen anregt, ermöglicht jedoch die Regeneration (rechts).

Schon seit Längerem gibt es Anhaltspunkte dafür, dass der Einstrom von Natriumionen eine Rolle beim Gewebewachstum spielt. Levin und seine Kollegen konnten das nun erstmals experimentell bestätigen. Ihr Erfolg ist umso bemerkenswerter, als es sich beim Schwanz von Kaulquappen um ein recht komplexes Gebilde handelt, das auch Muskeln und

Rückenmark enthält. Beim Menschen ist die Regeneration von derartigem Gewebe bisher nicht gelungen.

Die Versuche am Krallenfrosch stimmen deshalb hoffnungsvoll. Vielleicht bietet die Behandlung mit Natriumionen auch einen neuen Ansatz zur Behandlung von Querschnittsgelähmten.

Journal of Neuroscience, Bd. 30, S. 13192



AL-SUN TSENG UND MICHAEL LEVIN, TUFTS UNIVERSITY

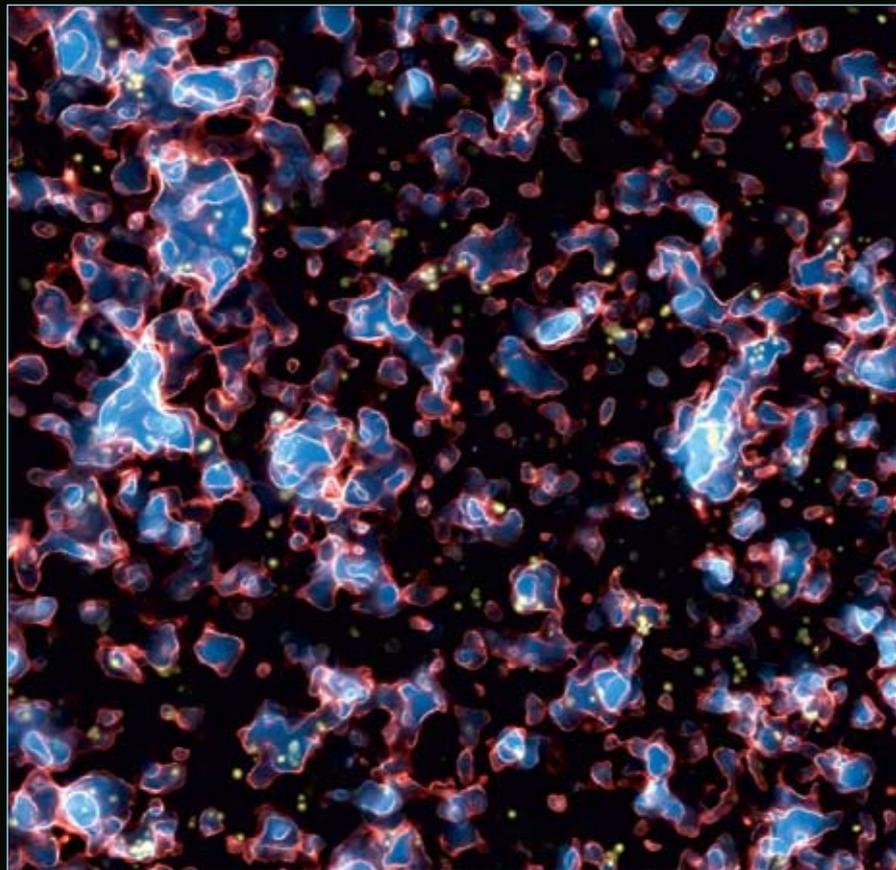
Galaxie mit Rekordalter

■ Schon 2009 registrierte das NASA-Weltraumteleskop Hubble die extrem schwachen Signale der Galaxie UDFy-38135539. Nun stellten Forscher um Matt Lehnert vom Observatoire de Paris fest, dass dieses Himmelsobjekt eine Rekordentfernung von über 13 Milliarden Lichtjahren hat. Es existierte demnach bereits 600 Millionen Jahre nach dem Urknall, als das Universum sich in der so genannten Reionisationsepoche befand. Damals füllte undurchsichtiges Wasserstoffgas noch große Teile des Weltalls aus; die ultraviolette Strahlung der ersten Sterne und Galaxien ionisierte die Moleküle, wodurch der »Nebel« allmählich aufklarte.

Um die Entfernung von UDFy-38135539 zu bestimmen, nahmen die Astronomen mit Hilfe des Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile das Spektrum der Galaxie auf und durchsuchten es nach der Wellenlänge, bei der eine bestimmte Emissionslinie des Wasserstoffs auftritt. Daraus ermittelten sie eine Rotverschiebung von $z = 8,6$; der bisherige Rekordhalter war ein Gammastrahlenausbruch mit $z = 8,2$. Die fernste zuvor bekannte Galaxie brachte es sogar nur auf $z = 6,96$.

UDFy-38135539 ist von einer überraschend großen Blase aus ionisiertem Gas umgeben. Seine Strahlung dürfte für deren Bildung nicht ausgereicht haben. »Es muss noch andere Begleitgalaxien geben, die dazu beitragen, den Raum transparent zu machen«, erklärt Mark Swinbank von der University of Durham (England). Künftige Teleskope wie das für 2018 geplante European Extremely Large Telescope der ESO könnten diese Begleiter – und vielleicht noch ältere Objekte – aufspüren.

Nature, Bd. 467, S. 940



Die ersten Sterne und Galaxien ionisierten mit ihrer Strahlung den »Nebel« aus Wasserstoffgas, der das Weltall zuvor erfüllt hatte. In der Simulation dieses Vorgangs erscheinen die schon ionisierten Bereiche in Blau und die Ionisationsfronten in Rot.

QUANTENPHYSIK

Elektronen tanzen aus der Reihe

■ Graphen ist das dünnste Material, das es gibt – besteht es doch nur aus einer einzelnen Schicht wabenartig angeordneter Kohlenstoffatome. Das verleiht ihm gleichermaßen bizarre wie viel versprechende Eigenschaften und macht es interessant für vielerlei Anwendungen wie schnelle elektronische Schalter und empfindliche Sensoren. Seine Entdecker erhielten deshalb den diesjährigen Physiknobelpreis (S. 16).

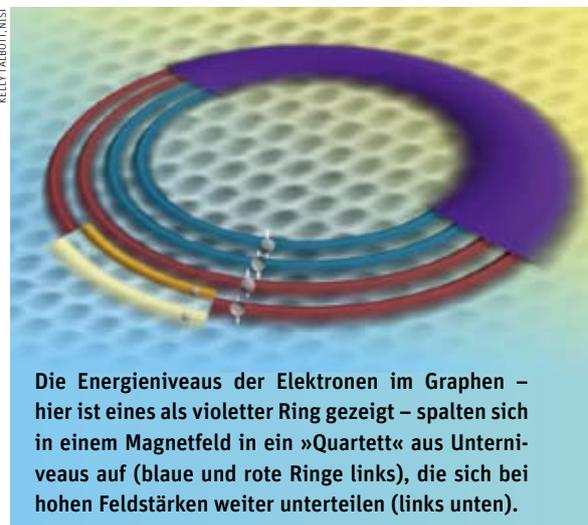
In dem Bemühen, die exotischen Eigenschaften des Materials besser zu verstehen, hat ein Forscherteam um Young Jae Song vom National Institute of Standards and Technology (NIST) der USA nun die verschiedenen Energieniveaus der Elektronen in einer Graphenschicht unter die Lupe

genommen. Als Instrument dazu diente ein spezielles Rastertunnelmikroskop, das Untersuchungen im Ultrahochvakuum und bei extrem niedrigen Temperaturen bis zu einem hundertstel Kelvin erlaubt.

Die Messungen bestätigten zunächst theoretische Vorhersagen, wonach sich die Energiezustände des Graphens in einem Magnetfeld in vier Unterniveaus aufspalten sollten, deren Abstand sich beim Erhöhen der Feldstärke vergrößert. Doch ab etwa sieben Tesla geschah Unerwartetes. Die Niveaus teilten sich weiter und rückten mal näher zusammen, mal auseinander.

Der Grund dafür ist völlig rätselhaft. Möglicherweise bilden die Elektronen eine Art Kondensat, in dem sie sich nicht mehr einzeln, sondern im Verbund bewegen,

KELLY TALBOT/NIST



Die Energieniveaus der Elektronen im Graphen – hier ist eines als violetter Ring gezeigt – spalten sich in einem Magnetfeld in ein »Quartett« aus Unterniveaus auf (blaue und rote Ringe links), die sich bei hohen Feldstärken weiter unterteilen (links unten).

spekulieren die Forscher – und erhoffen sich Klarheit von weiteren Experimenten.

Nature, Bd. 467, S. 185

AERODYNAMIK

Fliegende Fische im Windkanal

■ Fliegende Fische sind einzigartig unter allen Wasserbewohnern. Sie können mehr als 40 Sekunden lang in der Luft dahingleiten und dabei eine Geschwindigkeit von 70 Kilometer pro Stunde erreichen. Warum sie ihr angestammtes Element für solche Ausflüge verlassen, ist und bleibt ein Rätsel. Aber zumindest lässt sich nun genauer sagen, wie sie den Gleitflug bewerkstelligen: Hyungmin Park und Haecheon Choi von der Universität Seoul (Südkorea) haben es erforscht.

Dafür fingen die Wissenschaftler auf eigene Faust fliegende Fische im ostkoreanischen Meer, wählten fünf gleich große Exemplare aus und ließen sie ausstopfen. Dann führten sie Flugsimulationen mit den Präparaten in einem Windkanal durch und maßen bei allen möglichen Stellungen die Reibungs- und Auftriebskräfte, die jeweils auf den Körper wirkten. Das erstaunliche Ergebnis: In horizontaler Lage gleiten



HYUNGMIN PARK, SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

Versuche im Windkanal an ausgestopften fliegenden Fischen der Art *Cypselurus hiraii* ergaben, dass die Anordnung der vier Flossen eine große Rolle für das Gleitvermögen der Tiere spielt.

fliegende Fische ähnlich gut wie Habichte, Sturmvogel oder Enten.

Die Forscher bliesen auch Rauch in den Windkanal, um die Luftströmung um das extraaquatische Flugobjekt herum sichtbar zu machen. Wie sich dabei zeigte, spielt die Anordnung der vier Flossen eine große Rolle. Sie sorgt dafür, dass die am Fisch vorbeiströmende Luft zum Schwanz hin stark beschleunigt wird, was den Auftrieb erhöht und die Reibung vermindert. Nun wollen die beiden Forscher ein Flugzeug bauen, das die aerodynamischen Eigenschaften von fliegenden Fischen ausnutzt.

Journal of Experimental Biology, Bd. 213, S. 3269

TECHNIK

Zarte Roboterhand

■ Jedes Kind kann Dinge aufheben und halten – und das, obwohl der Greifvorgang komplexe Entscheidungen verlangt: Wie weit spreizt man die Finger? An welcher Stelle packt man zu, und mit wie viel Kraft? Fingerspitzengefühl ist bisher für Roboter eine große Herausforderung. Ihre Greifer imitieren meist die Form der menschlichen Hand; um damit unbekannte Objekte sicher zu packen, bedarf es komplexer Steuerungssysteme.

Eric Brown von der University of Chicago (Illinois) und Kollegen haben nun gezeigt, dass es auch einfacher geht. Sie verwendeten einen Sack, den sie mit körnigem Material wie beispielsweise Sand füllten. Dieses verhält sich unter Normaldruck wie eine Flüssigkeit. Der Sack passt

sich folglich der Form des Gegenstandes an. Wird der Inhalt dann einem schwachen Unterdruck ausgesetzt, rücken die Körner näher zusammen und verlieren ihre Beweglichkeit: Sie erstarren gleichsam. So kann der Sack das Objekt nun sicher festhalten. Dieser Effekt wird beispielsweise schon in der Medizin bei Vakuumschienen zum Ruhigstellen von Brüchen angewendet.

Die Form oder die mechanische Empfindlichkeit des Gegenstands spielen für den neuartigen Greifer keine Rolle. Zudem kommt er ohne äußere Steuerung oder Kraftsensoren aus. In Zukunft könnte das System also bei den unterschiedlichsten Objekten eingesetzt werden – von Spielzeug bis hin zu rohen Eiern.

PNAS Online-Vorabveröffentlichung

Ein sandgefüllter Sack lässt sich als Greifer verwenden, der beliebig geformte Gegenstände umhüllt und beim Anlegen eines schwachen Unterdrucks festhält.

CHRONOBIOLOGIE

Temperatur taktet Körperrhythmen

■ Blutdruck, Herzschlag, Ausschüttung von Hormonen und viele andere Körperfunktionen schwanken periodisch im Verlauf eines Tag-Nacht-Zyklus. Gesteuert werden sie von einer zentralen inneren Uhr, die sich an den Lichtverhältnissen orientiert und im suprachiasmatischen Nucleus (SCN), einer kleinen Hirnregion, angesiedelt ist. Aber wie schafft sie es, die Rhythmen einzelner Organe – die peripheren Uhren – aufeinander abzustimmen? Das war bisher unklar.

Da das Verhalten lebender Tiere von vielen äußeren Faktoren abhängt, untersuchte ein Team um Ethan Buhr von der Northwestern University in Evanston (Illinois) die Frage an Zellen von Mäusen, die sie in Petrischalen züchteten und genetisch so veränderten, dass sie im Takt der jeweiligen inneren Uhr leuchteten.



Frühere Untersuchungen hatten bereits darauf hingewiesen, dass sich Temperaturschwankungen auf die Rhythmen einzelner Gewebe auswirken. Buhr und seine Kollegen konnten das nun für Zellen aus Organen wie der Lunge oder der Leber bestätigen. Deren Aktivität passte sich innerhalb weniger Tage an den Takt der Temperaturschwankungen an. Die Zellen aus dem SCN reagierten dagegen nur auf Lichtänderungen. Die Forscher schließen daraus, dass der SCN die peripheren Rhythmen über von ihm erzeugte Schwankungen der Körpertemperatur aufeinander abstimmt. Wäre die »Steuerzentrale« gleichfalls temperaturabhängig, hätte das ein großes Durcheinander zur Folge – mehr noch als beim schlimmsten Jetlag.

Science, Bd. 330, S. 379

Mitarbeit: Manuela Kuhar



Verschaltung des Katzenhirns

Eine von Van Wedeen am Massachusetts General Hospital in Cambridge entwickelte Variante der Magnetresonanztomografie (MRI nach englisch *magnetic resonance imaging*) lieferte diese eingefärbten Aufnahmen vom Hirn einer zehn Tage (oben) und einer drei Monate alten Katze (unten). Die Diffusions-Spektrum-MRI oder kurz DSI registriert wie die schon länger bekannte Diffusions-Tensor-MRI (DTI) außer der Dichte von Wassermolekülen auch deren Bewegungsrichtung, die in Neuronen dem Verlauf der Nervenfasern folgt. Sie kann im Unterschied zur DTI aber auch sich überkreuzende Nervenstränge darstellen.

Man sieht, dass das Hirn wenige Tage alter Katzen noch keine großräumige Organisation aufweist. Nach drei Monaten ziehen die Nervenfasern dagegen in einem hoch geordneten Muster teils zu weit entfernten Regionen. Beim Menschen läuft diese Reifung schon zwischen dem fünften und siebten Schwangerschaftsmonat ab. Störungen des Vorgangs können spätere neurologische Erkrankungen wie Epilepsie hervorrufen. Untersuchungen der frühen Hirnreifung bei Katzen helfen zu verstehen, was beim Menschen in solchen Fällen schief läuft.

