

Ganz universelles Problem: Punkte und Verbindungen bilden einen Graphen. Kann man mit drei Farben alle Punkte so markieren, dass keine Linie zwei Punkte gleicher Farbe verbindet (»3-Färbung«)? Bei kleinen Graphen sieht das simpel aus, bei großen können Mathematiker es schlicht nicht berechnen

»Eine andere Welt«

Mathematiker streiten über Probleme, die jeden Computer überfordern

DIE ZEIT: Hier in der indischen Stadt Hyderabad treffen die Mathematiker gerade zu ihrem Weltkongress zusammen. Im Vorfeld machte ein Beweis Furore, der zeigen sollte, dass P ungleich NP ist. Was bedeutet das, »P=NP«?

Irit Dinur: P ist die Klasse der Probleme, für die wir einen effizienten Lösungsweg haben. NP ist die Klasse der Probleme, für die wir zwar keinen Weg kennen, aber deren konkrete Lösungen wir durchaus effizient überprüfen können ...

ZEIT: ... so wie das Problem des Handlungsreisenden, der auf kürzester Gesamtstrecke eine Anzahl von Städten besuchen soll. Es gibt bis heute keinen Rechenweg dafür ...

Dinur: Genau. Aber wenn uns jemand eine Route gibt, können wir immerhin effizient überprüfen, ob diese korrekt ist.

ZEIT: Was heißt hier Effizienz?

Dinur: Die messen wir an der Rechenzeit. Es gibt ein paar harmlos aussehende Probleme, für deren Lösung man mehr Schritte braucht, als das Universum Atome hat. Ein Computer würde bis ans Ende der Zeit daran rechnen.

ZEIT: Aber Computer werden doch jedes Jahr besser.

Dinur: Dann machen wir die Aufgabe eben komplexer, und der Fortschritt ist wieder aufgezehrt. Das ist ein prinzipielles Problem.

ZEIT: Wir haben also einerseits P und andererseits NP ...

Dinur: Und unter den NP-Problemen gibt es einige, die ganz unschuldig wirken, aber universell sind, weil sie alle anderen Probleme beinhalten. Die nennt man »NP-vollständig«, etwa die 3-Färbung eines Graphen (siehe oben). Könnte man zeigen, dass eines dieser universellen Probleme nicht zu P gehört, dann wäre P=NP bewiesen.

ZEIT: Was aber, wenn P doch gleich NP wäre?

Dinur: Dann hätten wir eine sehr interessante Welt. Das würde bedeuten, dass man alles, was man überprüfen kann, auch erschaffen könnte: Ich bewundere ein Gemälde, überprüfe quasi seine Schönheit, könnte es also ebenso selbst malen.

ZEIT: Demnach würden alle Künstler und alle Mathematiker arbeitslos?

Dinur: Einen mathematischen Satz zu beweisen wäre nichts Besonderes mehr, nur noch ein sturer Automatismus. Die menschliche Fantasie, die in der Entdeckung eines Beweises steckt, wäre überflüssig. Darum glauben die meisten Mathematiker und Informatiker nicht an P=NP. Wir sind überzeugt, dass man andere Fähigkeiten braucht, um Kunst, Musik oder eben elegante Mathematik zu erschaffen, als sie nur nachzuvollziehen.

ZEIT: P=NP ist eines der sieben Millenniums-probleme, für deren Lösung je eine Million Dol-

lar ausgesetzt ist. Vor zwei Wochen hat Vinay Deolalikar einen 100-seitigen Beweis präsentiert. Als sich den eine Handvoll Leute anschauten, fanden sie recht schnell Fehler. Seit 1971 wird daran geforscht. Ist P=NP mit den aktuellen Mitteln der Mathematik überhaupt zu fassen?

Dinur: Es ist das wichtigste Problem der Theoretischen Informatik. Viele Menschen arbeiten daran, aber es ist keine Sache, die in den nächsten ein oder zwei Jahren erledigt wird. Schon von einer Menge leichterer Fragen wissen wir nicht einmal, wie wir sie lösen könnten.

ZEIT: Mit der Poincaré-Vermutung – dem ersten Millenniumsproblem, das gelöst wurde – hat sich ein Einsiedler mehrere Jahre in seiner Kammer verschanzt und dann alle Welt mit dem Beweis überfärscht. Kann das wieder passieren?

Dinur: Ich glaube, das ist nicht sehr wahrscheinlich. Manche Leute halten P=NP für das schwerste Millenniumsproblem.

ZEIT: Könnte es auch schlicht unlösbar sein?

Dinur: Es ist wahr oder nicht – entweder gibt es einen Algorithmus oder nicht. Es ist jedoch möglich, dass es uns nie gelingt, seine Korrektheit zu beweisen.

ZEIT: Sie haben hier in Hyderabad einen viel beachteten Vortrag zur »probabilistischen Überprüfung von Beweisen« gehalten. Was dürfen sich Laien darunter vorstellen?

Dinur: Bei mathematischen Beweisen denkt man zunächst an eine Folge von Sätzen, einer aus dem anderen abgeleitet, die schließlich zu dem behaupteten Satz führen. Wenn da mittendrin irgendwo ein Fehler steckt, dann kann es noch so schön weitergehen, der Beweis bleibt falsch. An diese Empfindlichkeit gegenüber kleinen Fehlern haben wir uns gewöhnt. In meinem Arbeitsgebiet zeigen wir einen Weg auf, wie man Beweise in eine formale Sprache übersetzt, sodass, falls der Beweis falsch ist, es überall kleine Fehler gibt. Man kann ihn dann schon entlarven, indem man nur einen kleinen Ausschnitt überprüft. Das ist wie wenn man einen kleinen Klecks Marmelade auf einer Scheibe Toast hat – wir verteilen ihn über das ganze Brot, sodass man nur einen Bissen nehmen muss, um mit hoher Wahrscheinlichkeit zu wissen, ob Marmelade drauf ist oder nicht.

ZEIT: Geben sich denn Mathematiker zufrieden mit der Aussage »dieser Beweis ist mit 99-prozentiger Wahrscheinlichkeit korrekt«?

Dinur: Wenn ihnen das nicht reicht, können wir die Zahl problemlos auf 99,99 Prozent erhöhen. Das ist ziemlich gut, verglichen mit der menschlichen Fehlerquote bei der Überprüfung eines konventionellen Beweises.



Irit Dinur ist Professorin für Informatik am Weizmann-Institut in Israel

ZEIT: Könnte man mit Ihrer Methode auch den Beweis von Vinay Deolalikar überprüfen?

Dinur: Nein, wir benutzen sie nur für Fälle wie die knappe Behauptung, dass es eine 3-Färbung für einen Graphen gibt. Es ist sehr schwer, einen mathematischen Beweis formal aufzuschreiben, meist wird doch eine Menge Umgangssprache darin verwendet.

ZEIT: Aber im Fall des Graphen gäbe es doch auch einen trivialen Weg – man überprüft einfach alle möglichen Färbungen und schaut jedes Mal, ob es eine Kante mit gleichfarbigen Endpunkten gibt. Ein richtiger mathematischer Beweis hat doch keine solche triviale Lösung!

Dinur: Das stimmt nicht. Sehen Sie das mal so: Jeder Beweis hat einen maximalen Umfang – selbst wenn es 100 Millionen Seiten sind. Theoretisch könnte man alle Buchstabenkombinationen untersuchen, die einen Text von 100 Millionen Seiten ergeben, und eine nach der anderen daraufhin überprüfen, ob sie einen gültigen Beweis darstellt. Wie der Affe an der Schreibmaschine, der irgendwann zufällig einen Shakespeare-Text schreiben wird! Das ist auch nur eine Frage der Rechenzeit, und für große Graphen braucht man ähnlich viel.

ZEIT: Womit wir zur Frage der Effizienz zurückkommen ...

Dinur: Rechenzeit ist immer auch ein Maß für Verständnis. Wer nur alle Möglichkeiten stur durchrechnet, hat ein Problem nicht wirklich verstanden. Wenn man etwas hingegen effizient tut, dann erfasst man etwas von der wirklichen Struktur seines Gegenstandes.

ZEIT: Also geht es bei P=NP eigentlich gar nicht um Computer?

Dinur: Richtig, das geht viel tiefer. Wenn P wirklich gleich NP wäre, dann ließen sich viele schwierige Probleme plötzlich ganz leicht lösen. Und daran glaube ich einfach nicht.

Das Gespräch führte CHRISTOPH DROSSER

MEHR WISSEN:

Im Netz
 Ein Porträt zum 100. Geburtstag von Mutter Teresa www.zeit.de/geschichte



Macht die Natur bessere Menschen aus uns? Ein Städter hat es ausprobiert

Das neue ZEIT Wissen: am Kiosk oder unter www.zeitabo.de

26.04.2010, Ausg. 2010/17	Auflage verbreitet:	1.027.035
Publikumszeitschrift	Auflage verkauft:	1.016.373
erscheint: wöchentlich	Anzeigenäquivalent:	

BOTANIK

Formel für Turbopflanzen

Ron Milo, Biophysiker am israelischen Weizmann Institute, will die Photosynthese neu erfinden. Der biochemische Vorgang, bei dem Pflanzen aus Kohlendioxid (CO_2) und Wasser mit Hilfe von Licht Traubenzucker herstellen, den sie für ihr

Wachstum brauchen, lässt sich effektiver gestalten, als dies die Evolution hervorgebracht hat. Das berichtet der Forscher im Fachblatt „PNAS“. Sind genug Wasser, Licht und Nährstoffe vorhanden, ist die Aufnahme von CO_2 der limitierende Faktor beim Pflanzen-

wachstum. Unter Verwendung mathematischer Modelle hat Milo nun einen Stoffwechselweg identifiziert, bei dem die sogenannte CO_2 -Fixierung bis zu dreimal effektiver abläuft als in der Natur. Gelänge es, diesen Prozess durch gentechnische Methoden einzuschleusen, könnte dies Nutzpflanzen zu gewaltigem Wachstum verhelfen.



Weizenfeld

Effizienz beim Eiweissbau

Geschwindigkeits- und Staukontrolle

kus. · Im genetischen Code sind die Baupläne von Eiweissen festgehalten. In diesem Code steht ein Basentriplett aus drei in einer festen Reihenfolge aufeinanderfolgenden Basen, ein sogenanntes Codon, jeweils für eine der zwanzig Aminosäuren, aus denen in der Natur Eiweisse aufgebaut werden. Da der genetische Code mit vier Basen operiert, gibt es vierundsechzig mögliche Codone; die einzelnen Aminosäuren werden daher durch bis zu sechs verschiedene Codone repräsentiert. Neue Studien deuten nun darauf hin, dass deren Auswahl die Geschwindigkeit und Effizienz der Proteinsynthese beeinflusst.

Recycling zur Beschleunigung

Bei der Proteinsynthese wird die genetische Information in eine Aminosäurekette umgesetzt. Dabei fügt der zelluläre Syntheseparat anhand einer Abschrift einer DNA-Sequenz Aminosäuren zu einer Kette zusammen; an einer Abschrift kann eine Vielzahl solcher Syntheseprozesse gleichzeitig stattfinden. Die Aminosäuren werden dabei von Transfer-RNA (tRNA) zur Verfügung gestellt, die die entsprechenden Codone erkennen. Dies allerdings nicht immer spezifisch; manche tRNA erkennen mehrere Codone, die aber immer für dieselbe Aminosäure codieren.

Bei Umsetzung der genetischen Information in eine Aminosäurekette sind sowohl die Effizienz als auch die Geschwindigkeit von Bedeutung, etwa, wenn in kurzer Zeit grosse Mengen eines Proteins benötigt werden. Gina Cannarozzi von der ETH Zürich und ihre Kollegen haben nun einen Mechanismus aufgedeckt, mit dessen Hilfe dieser Vorgang beschleunigt wird.¹ Sie stellten fest, dass die Wahl der Codone innerhalb eines Gens nicht zufällig ist. Es scheint vielmehr so, dass, ist einmal

ein Codon eingesetzt worden, die nachfolgenden Codone, die für dieselbe Aminosäure codieren, mit höherer Wahrscheinlichkeit dieselbe tRNA nutzen, als es der Zufall erwarten liesse. Dies gilt besonders für Gene, die häufig und schnell abgelesen werden. Bei Versuchen mit Hefezellen war die Proteinsynthese fast 30 Prozent schneller, wenn die Forscher diese Regel bei einem künstlich eingefügten Gen beachtetten, als wenn sie sie ignorierten.

Allerdings lässt die Korrelation der Codone nach, je weiter sie voneinander entfernt sind. Dies könnte laut den Forschern daran liegen, dass die tRNA sich, nachdem sie ihre Aminosäure abgeladen haben und neu beladen worden sind, nur noch eine begrenzte Zeit nah der Synthesestelle aufhalten und dann langsam «abwandern». Ist eine tRNA erst verschwunden und kann nicht mehr rezykliert werden, ist es auch nicht mehr vorteilhaft, ein entsprechendes, von ihr bedientes Codon einzusetzen.

Erst langsam, dann schnell

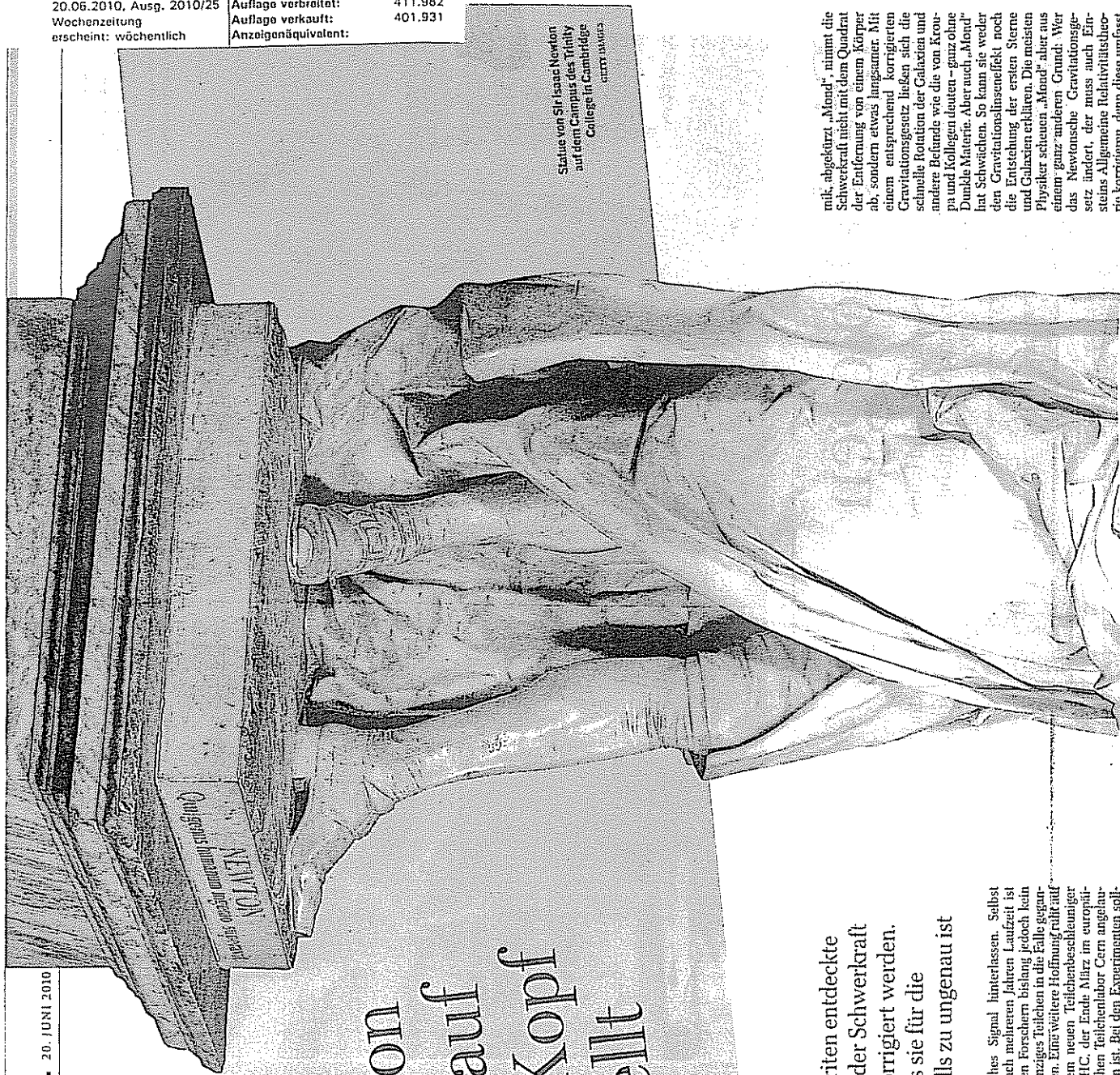
Einen anderen Weg hin zu einer effizienteren Proteinsynthese haben Tamir Tuller vom Weizmann Institute of Science in Israel und seine Kollegen identifiziert.² Sie fanden heraus, dass die ersten 30 bis 50 Codone am Anfang jeden Gens eine Art «Rampe» bilden, die mit einer eher geringen Effizienz in eine Aminosäurekette umgesetzt wird. Dies, weil die eingesetzten Codone von seltenen tRNA erkannt werden. Nach der Rampe steigt die Geschwindigkeit der Synthese an. Die Forscher vermuten nun, dass der langsame Beginn dazu dient, «Staus» zu verhindern, wenn an einer DNA-Abschrift gleichzeitig viele Aminosäureketten hergestellt werden.

¹ Cell 141, 355–367 (2010); ² ebenda, 344–354 (2010).

Newton wird auf den Kopf gestellt

Die von dem genialen Briten entdeckte Formel zur Berechnung der Schwerkraft muss möglicherweise korrigiert werden. Physiker vermuten, dass sie für die Dimensionen des Weltalls zu ungenau ist

Von Thomas Böhrke
SERT VIER JAHRZEHNTEN sind Astronomen davon überzeugt, dass es eine Form von Materie gibt, die unsichtbar ist, aber mit ihrer Schwerkraft die Entwicklung des Universums entscheidend beeinflusst. Diese sogenannte „Dunkle Materie“ hat den Experimenten solches Signal hinterlassen. Selbst nach mehreren Jahren Laufzeit ist den Forschern bislang jedoch kein einziges Teilchen in die Falle gegangen. Eine weitere Hoffnung ruht auf dem neuen Teilchenbeschleuniger LHC, der Ende März im europäischen Teilchenlabor Cern angelaufen ist. Bei den Experimenten soll-



Statue von Sir Isaac Newton auf dem Campus des Trinity College in Cambridge

mit, abgekürzt „Mond“, nimmt die Schwerkraft nicht mit dem Quadrat der Entfernung von einem Körper ab, sondern etwas langsamer. Mit einem entsprechend korrigierten Gravitationsgesetz, ließen sich die schnelle Rotation der Galaxien und andere Befunde wie die von Krowpa und Kollegen deuten – ganz ohne Dunkle Materie. Aber auch „Mond“ hat Schwächen. So kann sie weder den Gravitationslinseneffekt noch die Entstehung der ersten Sterne und Galaxien erklären. Die meisten Physiker scheuen „Mond“, aber aus einem ganz anderen Grund: Wer das Newtonsche Gravitationsgesetz ändert, der muss auch Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie korrigieren, denn diese umfasst

rie" soll im Weltall rund fünfmal so häufig sein wie die uns bekannte Materie, aus der alle Sterne und Planeten und auch wir Menschen bestehen. Doch in letzter Zeit treten Kritiker dieser Hypothese auf. Sie fordern eine neue Theorie der Schwerkraft und wollen Newton und Einstein vom Sockel stößen.

Eigentlich begann die Geschichte der Dunklen Materie bereits 1933. Damals beobachtete der gebürtige Schweizer Astronom Fritz Zwicky am Mount-Wilson-Observatorium Galaxienhaufen, also Ansammlungen von Galaxien. Diese Sternensysteme bewegen sich in solchen Haufen wie ein Mücken-schwarm. Zusammengehalten werden sie allein von ihrer Schwerkraft. Doch zu Zwickeys großer Verwunderung war die von ihm ermittelte Kraft hierfür bei Weitem nicht ausreichend. Die Galaxienhaufen müssten bis zu hundertmal mehr unsichtbare Materie enthalten, als Zwicky feststellen konnte.

Diese frühen Beobachtungen gelten jedoch in Vergessenheit, bis 1970 die amerikanische Astronomin Vera Rubin Spiralgalaxien genauer untersuchte. In ihnen umkreisen die Sterne das Zentrum, und auch hier hält die Schwerkraft aller Sterne und Gaswolken diese Systeme zusammen. Doch Rubin stellte fest, dass die Anziehungskraft der beobachtbaren Materie zu gering dafür ist. Eigentlich müsste die Fliehkraft die Spiralgalaxien zerreißen.

Mit Rubins Entdeckung war Zwickeys Idee von der Dunklen Materie wieder in der Welt. Seitdem beschäftigen viele weitere Phänomene ihre Existenz, zum Beispiel Gravitationslinsen. Das sind einzelne Galaxien oder auch ganze Galaxienhaufen, die mit ihrer Schwerkraft das Licht von hinter ihnen stehenden Himmelskörpern ähnlich wie eine Glaslinse ablenken. Aus der Stärke der Lichtablenkung konnten Astrophysiker die insgesamt vorhandene Materie ermitteln. Auch hier ist das Ergebnis eindeutig. Es muss wesentlich mehr unsichtbare Materie geben als Sterne.

Nicht nur die Himmelsforscher suchen nach dieser ominösen Materie, sondern auch Physiker hierfür haben sie hochverfälschte Instrumente in Bergwerken oder Gebirgsmassen aufgebaut. Sie sollen Dunkle-Materie-Teilchen aufspüren, die in die Messapparatur hineinfliegen und darin ein verdrä-

ten in einigen Fällen die vermuteten dunklen Teilchen entstehen.

Obwohl noch kein einziges dieser Partikel direkt nachgewiesen werden konnte, haben Physiker aus Beobachtungen einige ihrer Eigenschaften ableiten können. Danach handelt es sich um eine Art von Elementarteilchen, die elektrisch neutral sind, Licht weder verschlucken noch aussenden und relativ schwer sein müssen. Deswegen scheiden die leichtgewichtigen Neutrinos, die anfänglich als Kandidaten gal-

ten, aus heutiger Sicht aus. Mittlerweile ist die Dunkle Materie sogar unverzichtbarer Bestandteil des sogenannten kosmologischen Standardmodells, und darin spielt sie eine ganz entscheidende Rolle. Nach dem Big Bang bildete das Urgas eine ziemlich gleichmäßig verteilte Suppe. Doch dann sortierte die Schwerkraft dafür, dass sich die Dunkle Materie zu riesigen Wolken zusammenballte. Die normale Materie fiel anschließend in diese Schwerkraftfallen hinein wie Marmeln in eine Mulde und verdichtete sich zu den ersten Sternen. Diese versammelten sich schließlich in großen Galaxien. Ohne die Hilfe der Dunklen Materie gäbe es nach heutiger Lehrmeinung keine Sterne und keine Planeten.

Dieses Standardmodell erklärt zwar viele Aspekte der Entwicklung des Universums, aber so lange kein einziges Dunkle-Materie-Teilchen gefunden ist, gilt es als unbekannt. Zudem mehren sich in jüngster Zeit Beobachtungen, die dem Modell zu widersprechen scheinen.

So unterzogen die Astrophysiker Tom Shanks und sein Mitarbeiter Utane Sawangwit von der Universität in britischen Durham die Daten des amerikanischen Weltraumteleskops Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) einem kritischen Test. WMAP hat die Gaswolken beobachtet, die nur 390.000 Jahre nach dem Urknall das All erfüllten und aus denen sich später die Galaxien entwickelten. Die Größe dieser Wolken lässt sich sehr gut mit dem Einfluss der Dunklen Materie erklären.

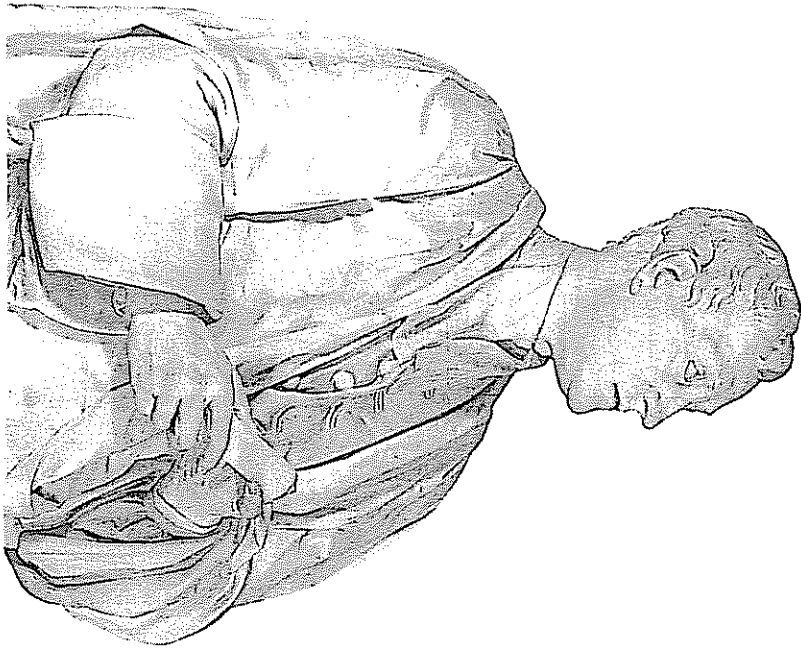
Shanks und Sawangwit behaupten nun aber, dass ihre Kollegen bei der Datenanalyse einige Störeffekte überschauen haben. Die beiden Astrophysiker, deren Arbeit demnächst in den „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society“ erscheint, kommen denn auch zu ei-

die Newtonsche gewissermaßen, sie ist ihr übergeordnet.

Die Allgemeine Relativitätstheorie gilt als eine der genialsten Schöpfungen der modernen Physik und ist einer ihrer Grundpfeiler. Daran rüttelt man nur ungern. Außerdem erklärt sie auf brillante Weise das Phänomen der Gravitationslinse. Nach ihr ist nämlich die Schwerkraft gar keine Kraft im klassischen Sinne, sondern der Raum ist um einen Himmelskörper herum gekrümmt. Alle anderen Körper müssen dieser Verbiegung folgen, was den Anschein einer Anziehungskraft erweckt. Auch Licht muss dieser Krümmung folgen und wird ähnlich wie in einer Glaslinse von seinem geraden Weg abgelenkt. So erklären sich die verzerrten Bilder weit entfernter Galaxien.

Dennoch hat es in den vergangenen Jahren Versuche gegeben, die Allgemeine Relativitätstheorie so zu modifizieren, dass sich Milligrams „Mond“ in sie einfügen lässt. Die größten Fortschritte gelangten hierbei Jacob Bekenstein von der Hebräischen Universität in Jerusalem, der sich lange Zeit mit der Theorie schwarzer Löcher beschäftigte. Bekenstein hat in die Allgemeine Relativitätstheorie gewisse neue Elemente wie eine zusätzliche Kraft, ein sogenanntes Skalarfeld, eingeführt. Dessen Eigenschaften sind so gewählt, dass es auf die Bewegung von Körpern in einem Schwerefeld einwirkt, nicht jedoch auf die von Licht. Mit dieser Theorie nannte Teves (Tensor-Vektor-Skalar-Gravitationstheorie) lässt sich der schnelle Umlauf der Sterne in Galaxien genauso wie mit der „Mond“-Theorie erklären, während Gravitationslinsen nach wie vor ein Effekt der Allgemeinen Relativitätstheorie sind. Unschön an Teves ist, dass sie wesentlich komplizierter ist als Einsteins Theorie.

Zurzeit denken Bekenstein und Kollegen darüber nach, wie man mit astronomischen Beobachtungen herausfinden kann, ob Teves oder die Allgemeine Relativitätstheorie stimmen. Eine Chance der Überprüfung bietet das geplante große Radioobservatorium Square Kilometer Array in Australien. Wie auch immer die Diskussion zuverläuft, die Diskussionen werden sich um die Verfechtung und Stärkung des berühmten Dunkler Materie-Kerns nicht abgeben. Es gilt, eines der größten Rätsel in der modernen Physik zu lösen.



Forscher und Namenspatron

PHYSIK UND MATHEMATIK

Isaac Newton (1643-1727) hat nicht nur Phänomene wie die Schwerkraft erklärt. Er erweiterte auch die Differential- und Integralrechnung.

KRAFTEN

Newton zu Ehren wurde die Einheit der Kraft nach ihm benannt. Laut Definition ist ein Newton (N) jene Kraft, die eine Masse von einem Kilogramm um einen Meter pro Sekunde zum Quadrat beschleunigt.

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass unsere Resultate korrekt sind, wird weniger wahrscheinlich, dass Dunkle Materie das Universum dominiert“, sagt Shanks.

Eine internationale Forschergruppe um Pavel Kroupa von der Universität Bonn deckte jüngst mehrere Schwächen des Dunkle-Materie-Modells auf. Das sagt beispielsweise voraus, dass Zwerggalaxien, die unsere Milchstraße in großer Zahl umgeben, umso mehr Dunkle Materie enthalten müssten, je mehr Sterne sich in ihr befinden. Das aber ist offenbar nicht der Fall.

Auch sollten die Zwerggalaxien nach dem Zufallsprinzip um die Milchstraße verteilt sein. Tatsächlich liegen sie aber alle fast in einer Ebene, bilden also eine Scheibe.

„Wenn unsere Resultate korrekt sind, wird weniger wahrscheinlich, dass Dunkle Materie das Universum dominiert“, sagt Shanks.

Eine internationale Forschergruppe um Pavel Kroupa von der Universität Bonn deckte jüngst mehrere Schwächen des Dunkle-Materie-Modells auf. Das sagt beispielsweise voraus, dass Zwerggalaxien, die unsere Milchstraße in großer Zahl umgeben, umso mehr Dunkle Materie enthalten müssten, je mehr Sterne sich in ihr befinden. Das aber ist offenbar nicht der Fall.

Auch sollten die Zwerggalaxien nach dem Zufallsprinzip um die Milchstraße verteilt sein. Tatsächlich liegen sie aber alle fast in einer Ebene, bilden also eine Scheibe.

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass unsere Resultate korrekt sind, wird weniger wahrscheinlich, dass Dunkle Materie das Universum dominiert“, sagt Shanks.

Eine internationale Forschergruppe um Pavel Kroupa von der Universität Bonn deckte jüngst mehrere Schwächen des Dunkle-Materie-Modells auf. Das sagt beispielsweise voraus, dass Zwerggalaxien, die unsere Milchstraße in großer Zahl umgeben, umso mehr Dunkle Materie enthalten müssten, je mehr Sterne sich in ihr befinden. Das aber ist offenbar nicht der Fall.

Auch sollten die Zwerggalaxien nach dem Zufallsprinzip um die Milchstraße verteilt sein. Tatsächlich liegen sie aber alle fast in einer Ebene, bilden also eine Scheibe.

Ribosomen und Finanzen

61. MPG-Versammlung

Zur 61. Jahresversammlung der Max-Planck-Gesellschaft kommen in Hannover vom 15. Juni bis 18. Juni knapp 600 Mitglieder und Gäste zusammen. Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan (CDU) spricht auf der Festversammlung am Freitag, 18. Juni. Den Festvortrag hält Chemie-Nobelpreisträgerin Prof. Ada Yonath vom Weizmann Institute über Ribosomenforschung. Yonath spricht unter dem Titel „What was first, the genetic code or its products“. Yonath arbeitete von 1979 bis 1984 unter der Leitung von Heinz-Günter Wittmann in der Abteilung „Ribosomen und Proteinbiosynthese“ am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in Berlin.

Mit den Ursachen der Finanzkrise beschäftigt sich der öffentliche Vortrag von Prof. Martin Hellwig, Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung der Gemeinschaftsgüter, im Audimax der Universität Hannover am Mittwoch, 16. Juni, um 19.30 Uhr. Am Donnerstag, 17. Juni, um 17.30 Uhr wird der mit je 750 000 Euro dotierte internationale Max-Planck-Forschungspreises verliehen. Der Preis von Max-Planck-Gesellschaft und Alexander von Humboldt-Stiftung geht in diesem Jahr an den amerikanischen Verhaltensforscher Prof. Michael Tomasello vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie und den Psychologen Prof. Timothy Bromage, New York University.

Die Max-Planck-Gesellschaft kommt aus Niedersachsen: In Göttingen war die MPG 1948 als Nachfolgeorganisation der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft mit Max Planck als erstem Präsidenten gegründet worden. Wegen der engen Verbindung zu Niedersachsen war die Max-Planck-Gesellschaft bereits sieben Mal mit ihrer Jahresversammlung zu Gast, davon 1958 und 1980 in Hannover. 1994 fand die letzte Tagung in Niedersachsen statt. *jes*

Gelähmte können Rollstuhl per Naseschniefen bedienen

Israelische Wissenschaftler ermöglichen Patienten wieder zu kommunizieren und sich selbstständig auszudrücken

VON ANJA GARMS

Rehovot. Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften.

Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hin-

teren Rachen befindet. Ist das Gaumensegel geschlossen, kann die Luft nur durch den Mund strömen. Ein geöffnetes Gaumensegel erlaubt das Einströmen der Luft durch die Nase. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science im israelischen Rehovot und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten,

durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann starteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten Patienten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine weitere Patientin kann mithilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surfe nun regelmäßig im Internet und schreibe E-Mails, berichten die Experten.

Mit anderthalb bis drei

Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering. Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch.

Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein antworten zu können, erläutern die Wissenschaftler. Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht.

Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen speziellen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einat-

men heißt dabei „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“, zweimal ein und einmal aus „links“ und so weiter. Mithilfe dieser Signale konnte ein vom Hals abwärts gelähmter Mann einen Rollstuhl schon nach einer Übungszeit von nur 15 Minuten ebenso sicher durch einen Parcours lenken wie ein Gesunder. Zu Unfällen kam es bei keinem der Tests. Auch die Gefahr, durch das häufige Nasenatmen zu hyperventilieren, schliefen die Wissenschaftler aus.

Zwei der Forscher waren im Gebrauch der Schnief-Steuerung schließlich so geübt, daß sie damit schreiben oder Rollstuhl fahren und gleichzeitig auch noch sprechen konnten.

WEIZMANN-INSTITUT

Ein Gen verbindet

Fettsucht und Diabetes mit Stress

Für den ständigen Stress in unserer modernen Gesellschaft zahlen viele einen hohen Preis: Angststörungen und Depressionen, aber auch Stoffwechselstörungen wie Fettsucht, Typ-2-Diabetes und Arteriosklerose wurden alle mit Stress in Verbindung gebracht.

Diese Probleme haben bereits endemische Ausmasse angenommen: Allein von Diabetes werden bis zum Jahre 2030 etwa 360 Millionen Menschen betroffen sein. Jeder, der einmal vor einer wichtigen Prüfung unbedingt ein Stück Schokolade essen wollte, versteht instinktiv die Verbindung zwischen Stress und Veränderungen im Appetit und ängstlichem Verhalten. Nun hat die Wissenschaft auch Belege dafür finden können, obwohl die genauen Gründe noch nicht restlos geklärt sind. Alon Chen vom

Fachbereich Neurobiologie am Weizmann-Institut und sein Forschungsteam haben entdeckt, dass Veränderungen in der Aktivität eines einzigen Gens im Gehirn Mäuse nicht nur zu verängstigtem Verhalten veranlassen, sondern auch

zu metabolischen Veränderungen führen, die bei Mäusen die Symptome einer Typ-2-Diabetes hervorrufen. Diese Ergebnisse wurden in dieser Woche in der Online-Ausgabe von «Proceedings of the National Academy of Sciences» veröffentlicht.

Ucn3 im Visier

Alle Körpersysteme sind in die Stressreaktion involviert, damit der Mensch mit Bedrohungen und Gefahren umgehen kann. Verhaltensänderungen, die mit Stress verbunden sind, sind erhöhte Angst und Konzentration, während andere Veränderungen im Körper auch den Anstieg der Körpertemperatur, Ver-

änderungen im Metabolismus verschiedener Substanzen und sogar Veränderungen in Präferenzen für Nahrungsmittel umfassen. Was haben all diese Erscheinungen gemein? Das Weizmann-Team verdächtigte ein Protein: das Urocortin-3 (Ucn3). Dieses Protein wird insbesondere in Zeiten von Stress in bestimmten Gehirnzellen produziert und ist dafür bekannt, dass es eine Rolle in der Regulierung der Stressreaktion spielt. Diese Nervenzellen haben

«Alle Körpersysteme sind in die Stressreaktion involviert.»

Tachles

28.05.2010

Auflage/ Seite

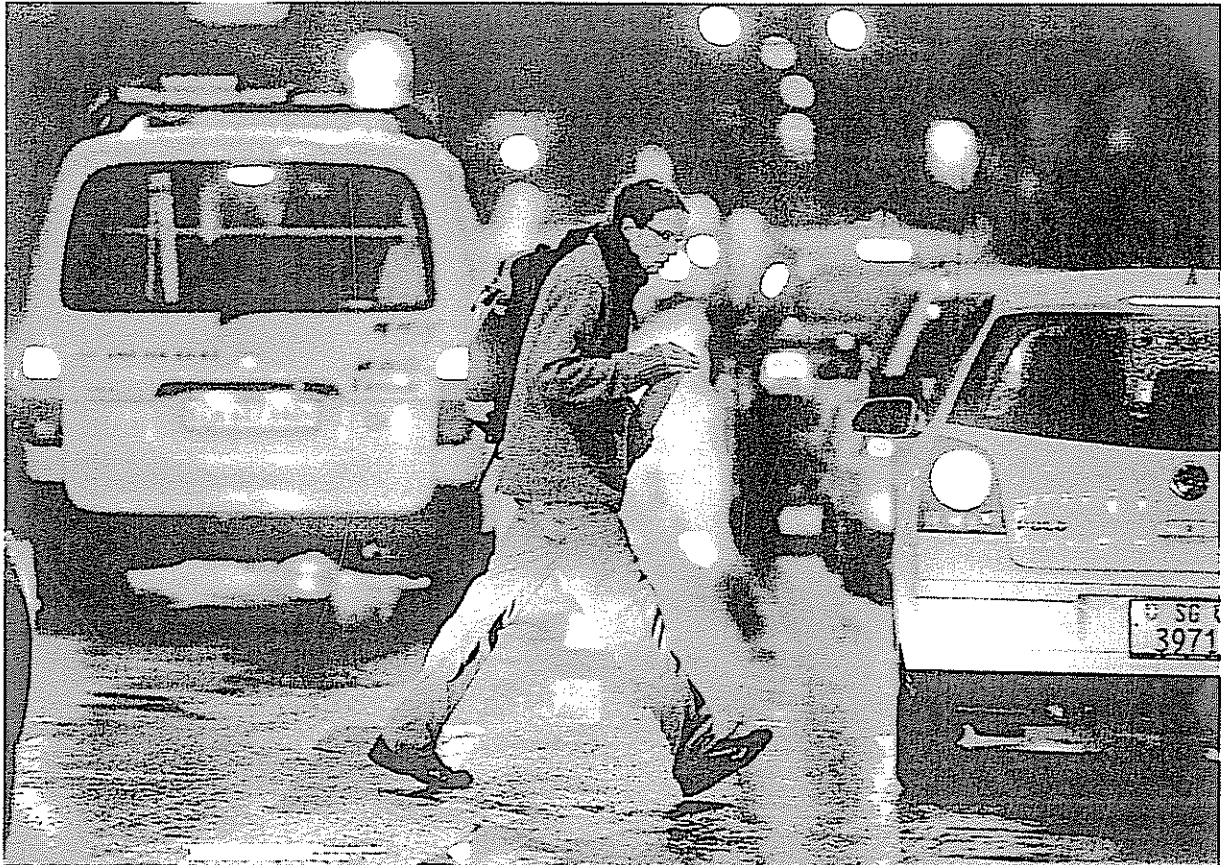
7000 / 43

Ausgaben

50 / J.

23198 Weizmann Institute of Science

Verlängerungen, die als eine Art Schnellstrasse dienen und das Ucn3 sehr schnell an zwei andere Stellen im Gehirn transportieren: Ein Ort ist der Hypothalamus, das Gehirnzentrum für die hormonelle Regulierung grundlegender Körperfunktionen, welche unter anderem über Messungen von Substanzveränderungen das Hunger- und Sättigungsgefühl kontrolliert. Der andere Ort befasst sich mit der Verhaltensregulierung, auch der Angstintensität. Nerven-



DER PREIS DES MODERNEN LEBENS Angststörungen, Depressionen, aber auch Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes nehmen massiv zu

GEN VERBINDET FETTSUCHT UND DIABETIS MIT STRESS



Für den ständigen Stress in unserer modernen Gesellschaft zahlen viele einen hohen Preis: Angststörungen und Depressionen aber auch Stoffwechselstörungen wie Fettsucht, Typ-2-Diabetes und Arteriosklerose wurden alle mit Stress in Verbindung gebracht. Diese Probleme haben bereits epidemische Ausmaße angenommen: Von Diabetes allein werden bis zum Jahre 2030 etwa 360 Millionen Menschen betroffen sein. Während jeder, der einmal vor einer wichtigen Prüfung unbedingt ein Stück Schokolade essen wollte, instinktiv die Verbindung zwischen Stress und Veränderungen im Appetit und ängstlichem Verhalten versteht, so hat die Wissenschaft nun auch Belege dafür finden können, obwohl die genauen Gründe dafür noch nicht restlos geklärt sind.

Dr. Alon Chen aus dem Fachbereich Neurobiologie am Weizmann Institut und sein Forschungsteam haben nun entdeckt, dass Veränderungen in der Aktivität eines einzigen Gens im Gehirn Mäuse nicht nur zu

verängstigtem Verhalten veranlassen, sondern auch zu metabolischen Veränderungen führen, die bei Mäusen die Symptome einer Typ-2-Diabetes hervorrufen. Diese Ergebnisse wurden in der Online-Ausgabe von Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) veröffentlicht.

Alle Körpersysteme sind in die Stressreaktion involviert, um mit Bedrohungen und Gefahren umgehen zu können. Verhaltensverän-

– das Gehirnzentrum für die hormonelle Regulierung grundlegender Körperfunktionen, welche u.a. über Messung von Substanzveränderungen das Hunger- und Sättigungsgefühl kontrolliert; der andere Ort befasst sich mit der Regulierung von Verhalten, einschließlich der Angstintensität. Nervenzellen in diesen beiden Hirngegenden haben besondere Rezeptoren für Ucn3 auf ihren Oberflächen und das Protein bindet sich an diese Rezeptoren an, um die Stressreaktion zu initiieren.

Die Forscher entwickelten eine neuartige, genau abgestimmte Methode zur Beeinflussung der Aktivität einzelner Gene in einer Hirngegend, mit der sie die Ucn3-Mengen, die genau an der Stelle produziert werden,

anhoben. Dabei stellten sie fest, dass höhere Proteinmengen zwei unterschiedliche Wirkungen hatten: Das Angstverhalten der Maus steigerte sich und in ihrem Körper vollzogen sich außerdem auch metabolische Veränderungen. Bei großen

Ucn3-Mengen verbrannten ihre Körper mehr Zucker und weniger Fettsäuren und ihre metabolische Rate steigerte sich. Diese Mäuse zeigten das erste Stadium von Typ-2-Diabetes: Ein Sturz der Muskelsensibilität auf Insulin, der die Zuckeraufnahme in diese Zellen verzögerte und den Blutzuckerspiegel anhub. Die Bauchspeicheldrüse produzierte daraufhin größere Insulinmengen, um für das entstandene „Defizit“ aufzukommen.

Das Weizmann Institut in Rehovot, Israel, gehört weltweit zu den führenden multidisziplinären Forschungseinrichtungen.

derungen, die mit Stress verbunden sind, sind erhöhte Angst und Konzentration, während andere Veränderungen im Körper auch den Anstieg der Körpertemperatur, Veränderungen im Metabolismus verschiedener Substanzen und sogar Veränderungen in der Präferenz für verschiedene Nahrungsmittel umfassen. Was haben all diese Erscheinungen gemeinsam? Das Weizmann-Team verdächtigte ein Protein, das sich Urocortin-3 (Ucn3) nennt. Dieses Protein wird in bestimmten Gehirnzellen produziert – insbesondere in Zeiten von Stress – und es ist bekannt dafür, dass es eine Rolle in der Regulierung der Stressreaktion des Körpers spielt. Diese Nervenzellen haben Verlängerungen, die als eine Art Schnellstraße dienen und das Ucn3 sehr schnell an zwei andere Stellen im Gehirn transportieren: Ein Ort ist der Hypothalamus

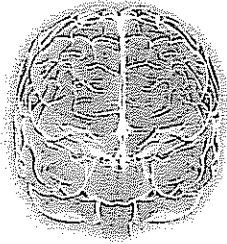
„Wir zeigten, dass die Aktivität eines einzigen Gens an nur einer Stelle im Gehirn bedeutenden Einfluss auf den Metabolismus im gesamten Körper haben kann“, sagt Chen. Dieser Mechanismus, der die „rauchende Pistole“ zu sein scheint, die die Stressniveaus mit metabolischen Krankheiten verbindet, könnte in Zukunft den Weg zur Behandlung oder Verhinderung einiger stressbedingter Krankheiten weisen.

An der Forschungsarbeit waren folgende Forschungsstudenten aus dem Fachbereich Neurobiologie am Weizmann Institut beteiligt: Yael Kuperman, Orna Issler, Limor Reggev, Ifat Musseri, Inbal Navon und Adi Neufeld-Cohen und Shosh Gil.

Dr. Alon Chens Forschungsarbeit wird finanziert von dem Nella and Leon Benozio Center for Neurosciences, dem Carl and Micaela Einhorn-Dominic Brain Research Institute, dem Croscill Home Fashions Charitable Trust, dem Irwin Green Alzheimer's Research Fund, von Gerhard und Hannah Bacharach in Fort Lee, New Jersey, USA, von Mark Besen und der Pratt Foundation in Australien, von Roberto und Renata Ruhman in Sao Paolo, Brasilien, und von Barry Wolfe in Woodland Hills, Kalifornien, USA. Dr. Chen hält den Philip-Harris-und-Gerald Ronson-Lehrstuhl für Karriereentwicklung inne.

Das Weizmann Institut in Rehovot, Israel, gehört weltweit zu den führenden multidisziplinären Forschungseinrichtungen. Seine 2600 Wissenschaftler, Studenten, Techniker und anderen Mitarbeiter sind in einem breiten Spektrum naturwissenschaftlicher Forschung tätig. Zu den Forschungszielen des Instituts gehören neue Möglichkeiten im Kampf gegen Krankheit und Hunger, die Untersuchung wichtiger Fragestellungen in Mathematik und Informatik, die Erforschung der Physik der Materie und des Universums und die Entwicklung neuer Werkstoffe und neuer Strategien für den Umweltschutz.

MAMA UND MACHO ZUGLEICH



Ein Mäuseversuch brachte es an den Tag:
Geschlechtsspezifisches Verhalten ist im Gehirn nicht
für alle Zeiten fest verdrahtet. Es lässt sich umschalten.

von Judith Rauch

MANCHE REVOLUTIONEN kommen auf Mäusepöfchen daher: So schlug die Arbeit mit dem Titel „Ein funktioneller Kreislauf für männliches Sexualverhalten im weiblichen Mäusehirn“, die im August 2007 in der Zeitschrift „Nature“ erschien, keine hohen Wellen. Ein paar Kommentatoren amüsierten sich über die beschriebenen Mäusemütter, die nach einer Operation in der Nase plötzlich ihre Jungen vernachlässigt hatten und stattdessen – in den höchsten Tönen flüpfend, wie das sonst nur Männchen tun – Artgenossen beiderlei Geschlechts zu begatten versuchten. bild der wissenschaft veröffentlichte eine längere Meldung mit dem Titel „Weibliche Mäuseriche“, stellte aber sofort klar: „Auf den Menschen sind die Ergebnisse nicht übertragbar.“

Heute, drei Jahre später, wandelt sich das Bild. In der Fachwelt beginnt es sich herumzusprechen, dass Tali Kimchi und Catherine Dulac, die beiden Mäuseforscherinnen von

der Harvard University in Cambridge (USA), nicht etwa ein Kuriosum bei Nagern entdeckt haben. Sie haben vielmehr ein grundlegendes Prinzip gefunden, das alles auf den Kopf stellt, was Neuro- und Entwicklungsbiologen in den letzten Jahrzehnten über die Organisation von Geschlechtsunterschieden im Gehirn gedacht haben.

NICHT FÜRS GANZE LEBEN

Das zentrale Dogma lautete bisher: Steroidhormone wie das Testosteron stellen im Gehirn die Weichen. Vor der Geburt und in der Pubertät sorgen sie dafür, dass ein Männergehirn anders strukturiert wird als ein Frauengehirn – und dass das fürs Leben so bleibt. Seit Kimchi und Dulac aber ist klar: Dieses einfache Bild ist falsch. Im Gehirn erwachsener Mäuseweibchen liegen Module für Männchenverhalten bereit und können aktiviert werden: Aus Mamas werden Machos, wenn man nur den richtigen Schalter umlegt. Umgekehrt ist es übrigens genauso, wie Catherine Dulac jetzt gegenüber bild der wissenschaft versicherte: Nach neuen, noch unveröffentlichten Studien aus ihrem Labor schlummert im Gehirn des Mäusemanns unterdrückte Weiblichkeit. „Einen Teil des weiblichen Verhaltens konnten wir bei Männchen auslösen.“ Und: Das ist mit hoher Wahrscheinlichkeit bei allen Wirbeltieren so, vom Fisch bis zum Homo sapiens.

Klingt unglaublich? Nicht, wenn man sich ältere wissenschaftliche Studien genauer anschaut. Etwa die Übersichtsarbeit über das Sexualverhalten von Säugetieren des US-Psychologen Frank A. Beach aus dem Jahr 1947: Darin ist von Rattenweibchen die Rede, die sich gelegentlich wie Männchen verhalten, aber auch von Hündinnen, Katzen, Säuen und Kühen, die sich entsprechend daneben benehmen. „Berichte über weibliches Sexualverhalten bei Männchen sind seltener, sie wurden jedoch bei männlichen Ratten, Meerschweinchen, Goldhamster, Rhesusaffen und Schimpansen beobachtet“, zählt Beach auf. Ein ganzes Kapitel widmet der Psychologe deshalb den „bisexuellen Paarungsreaktionen“ der Säugetiere und fügt auch eigene Beobachtungen an: Rattenmännchen mit bisexuellen Neigungen hatten sich umso eher von einem Artgenossen besteigen lassen, wenn ihnen nach einigen erfolgreichen Kopulationen mit einem Weibchen dieses aus dem Käfig weggenommen worden war.

UNVERSEHRTE NERVENPFADE

Wie konnte sich bei solcher Variabilität des Sexualverhaltens das Bild des hormonell fest programmierten Geschlechtsorgans Gehirn in den Köpfen von Wissenschaftlern und Laien festsetzen? Wie konnten Bestseller Glauben finden, die behaupten, dass Männer vom Mars und Frauen von der Venus

Biofoto/© L. Klein & M. L. Hubert

KOMPAKT

- Die Wirkung von Geschlechtshormonen bei der sexuellen Prägung des Gehirns wurde bisher überschätzt.
- Auch bei erwachsenen Tieren lässt sich das Sexualverhalten noch umpolen.

stammen – und dass selbst die Fähigkeit, ein Auto einzuparken, hormonell geprägten Schaltkreisen unterliege? „Der Grund ist, dass die Erforschung der Geschlechtshormone sehr erfolgreich war“, sagt Catherine Dulac. „Die Wirkungen, die Steroidhormone auf das Gehirn ausüben, sind enorm. Steroide sind so kraftvoll in ihrer Wirkung, dass man sie überschätzt hat.“ Sprich: Geschlechtshormone prägen das Gehirn wirklich (siehe auch den folgenden Beitrag „Wie ein Mann gemacht wird“). Aber sie formen es nicht vollständig und nicht irreversibel um.

Wenn es um ihre Mäuse geht, kann Dulac heute sagen: Ja, es stimmt, Steroide legen in der Entwicklung den zentralen Schalter um. Sie sorgen dafür, dass Männchen sich wie Männchen benehmen und Weibchen

wie Weibchen – jedenfalls so lange ihre Nasen in Ordnung sind und die Nerven, die von der Nase ins Gehirn führen. Die Geschlechtshormone rauben den Mäusen aber nicht die Fähigkeit, sich wie ein Vertreter des anderen Geschlechts zu verhalten. „Die neuronalen Pfade dafür bleiben ungestört im Gehirn erhalten.“

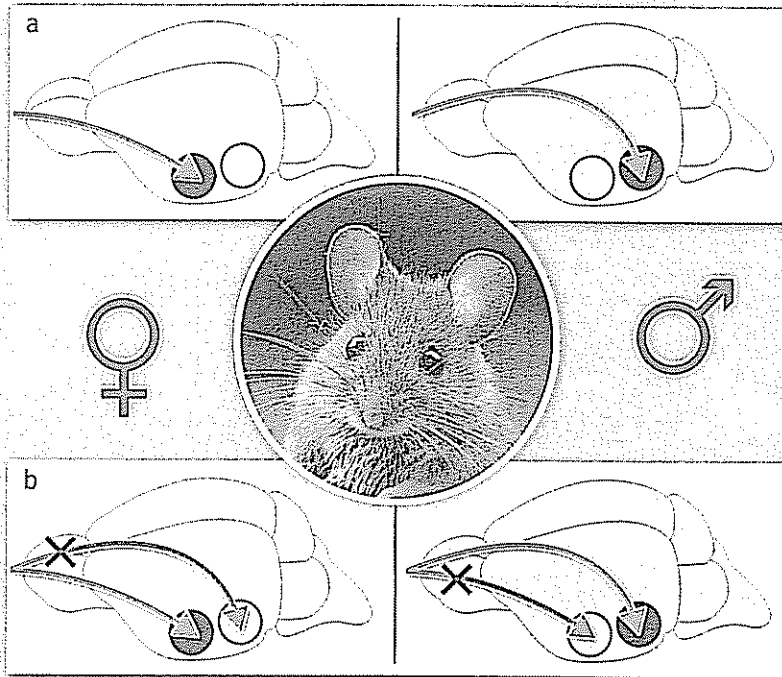
Und das sei ja auch sehr sinnvoll, meint die Biologin. „Entwicklungsbiologisch ist es der einfachere Weg, einen Schalter umzulegen, als ganze Schaltkreise umzubauen.“ Auch aus der Sicht der Evolution habe es etwas für sich, wenn „Mann“ ein wenig Weiblichkeit und „Frau“ ein wenig Männlichkeit in petto hat. Bei Eidechsen und Fischen jedenfalls haben einzelne Spezies bereits auf diese Reserven zurückgegriffen.

Putzerlippfische (hier zwei streitende Exemplare) interessieren Biologen nicht nur, weil die Winzlinge großen Fischen das Gebiss putzen, sondern auch, weil sich Weibchen in Männchen verwandeln.

Catherine Dulac erzählt: „Es gibt eine Sorte parthenogenetischer Eidechsen. Sie sind allesamt Weibchen und vermehren sich durch Klonen. Männchen gibt es bei ihnen nicht, sie werden nicht gebraucht. Dennoch bilden die Eidechsen Paare. Ein Weibchen verhält sich wie ein Männchen und besteigt das andere. Zwei Wochen später werden die Rollen getauscht. Es passt perfekt!“ Wissenschaftler haben festgestellt, dass bei diesem Wechselspiel Geschlechtshormone keine Rolle spielen: Hormonell bleiben die Eidechsen weiblich, egal ob sie oben oder unten liegen. Nur in ihren Kopf spielt sich jeweils etwas anderes ab, wie Messungen des Energieverbrauchs in zwei beteiligten Hirnregionen gezeigt haben.

DAS NEUE PARADIGMA

bdw-Grafik, Quelle: Dulac/Kimchi, Current Opinion in Neurobiology, 2007



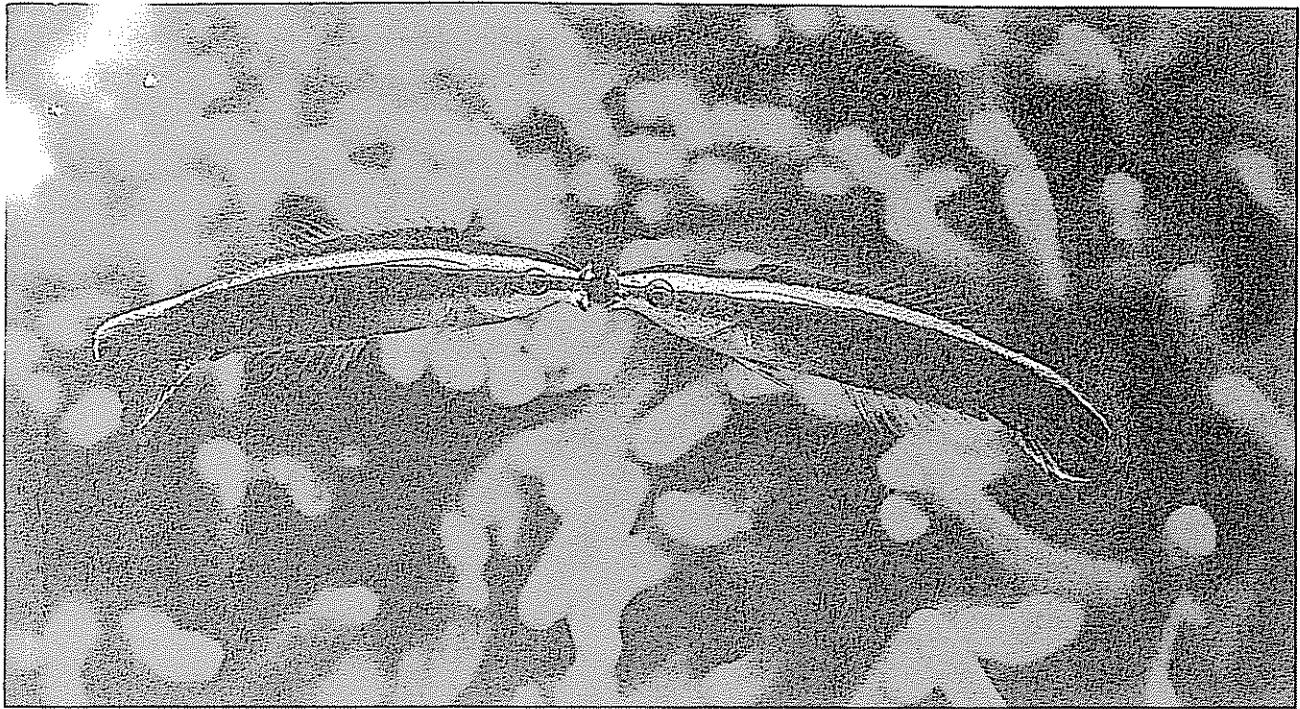
Nach dem vorherrschenden Dogma der sexuellen Differenzierung (a) prägen Sexualhormone dem Gehirn weiblicher Tiere – hier gezeigt am Mäusehirn – ein fest verdrahtetes weibliches Muster auf, dem Gehirn männlicher Tiere ein fest verdrahtetes männliches Muster. Impulse aus dem Vomeronasalorgan der Nase – beim Mäuserännchen etwa der Geruch eines empfängnisbereiten Weibchens – rufen das entsprechende Rollenverhalten (Aufreiten, Kopulieren) stereotyp ab. Doch nach den Entdeckungen der Gruppe um Catherine Dulac muss man davon ausgehen, dass in den Gehirnen beider Geschlechter das gegengeschlechtliche Verhalten im Prinzip aktivierbar ist (b). Doch es steht unter der Kontrolle eines Schalters im Vomeronasalorgan, der beim Weibchen im Normalfall den männlichen, beim Männchen den weiblichen Weg blockiert (Kreuze).

VERHALTENSÄNDERUNG IN MINUTEN

Erstaunlich benimmt sich auch der Putzerlippfisch *Labroides dimidiatus*: Er lebt normalerweise in einer Art Harem. Verschwindet aber das Männchen aus der Weibchengruppe, verwandelt sich das größte Weibchen in einen Mann und entwickelt sogar Hoden. Während diese Metamorphose Tage oder gar Wochen dauert, „ändert sich das Verhalten innerhalb von Minuten und hängt nicht von einer hormonellen Änderung ab“, betont Dulac. Japanische Forscher, die diesen Fisch und seinesgleichen untersucht haben, gehen deshalb davon aus, dass „das Fischhirn im Grunde bisexuell“ ist.



Dieser Schnüffler ist ein Weibchen, allerdings ein genetisch verändertes.



T. Eidenwulf/www.scotops.com

Und das Menschenhirn? „Ich habe keine Ahnung“, sagt Catherine Dulac lachend. „Aber ich finde, es wird Zeit, dass Psychologen sich Experimente ausdenken, die die Verhältnisse beim Menschen klären.“ Ziemlich sicher ist, dass der Schalter bei uns nicht durch eine Manipulation am Riechorgan umgelegt werden kann – denn wir Menschen sind nun einmal keine großen Riechkünstler und verfügen nicht über das spezielle Epithel, mit dem Mäuse die chemi-

schen Signale von Artgenossen wahrnehmen (das Vomeronasalorgan, siehe Kasten links „Das neue Paradigma“). „Aber die Schalter sind sowieso bei jeder Art verschieden. Beim Menschen könnte ein visueller Schalter beteiligt sein. Oder auch ein sozialer.“

IM FALSCHEN KÖRPER

Als Catherine Dulac vor Kurzem einen Vortrag an der Harvard University hielt, wurde sie hinterher von einem Arzt angespro-

chen, dem Leiter des „Transgender-Teams“ der Universitätsklinik. An ihn wenden sich Menschen, die mit ihrem angeborenen Geschlecht nicht zufrieden sind und sich im falschen Körper fühlen. „Diese Menschen wissen schon als kleine Kinder, dass sie anders sind“, berichtete er. Sind sie deswegen krank? Wohl nicht. Ihr Gehirn ist wahrscheinlich völlig in Ordnung – nur eben ein bisschen anders verschaltet als bei Hans und Grete. ■

DAS FORSCHERTEAM

Catherine Dulac ist Inhaberin des Lehrstuhls für Molekulare und Zellbiologie an der Harvard University und zugleich Forscherin am Howard Hughes Medical Institute der Universität. Beide Institutionen müssen genannt werden, wenn man über die geborene Französin schreibt, denn beide sind stolz, sie gewonnen zu haben. Nach der Doktorarbeit in Entwicklungsbiologie in Paris wandte sie sich der Erforschung des Geruchssinns zu: Sie arbeitete in den 1990er-Jahren im Labor von Richard Axel an der Columbia University in New York. Axel bekam 2004 zusammen mit seiner Kollegin Linda Buck, heute in Seattle, den Nobelpreis für die Entschlüsselung der am Riechen beteiligten Gene. Das Interesse Dulacs galt aber von Anfang an dem sogenannten Vomeronasalorgan der Maus: dem spezialisierten Epithel, mit dem das Tier Pheromone wahrnimmt – Geruchssignale seiner Artgenossen, die sein Verhalten steuern. Außerdem studiert sie die Rolle epigenetischer Prozesse bei der Hirnfunktion.

Tali Kimchi stammt aus Israel. Nachdem sie als Doktorandin den Orientierungssinn blinder Nacktmulle studiert hatte, führte sie im Labor von Catherine Dulac an der Harvard University die Experimente durch, die zu der erstaunlichen Entdeckung des umschaltbaren Sexualverhaltens bei Mäuseweibchen führten:

Egal, ob man den Weibchen einen bestimmten Pheromonrezeptor auf genetischem Wege oder operativ entfernte – sie ließen ihre Kinder im Stich und verhielten sich wie Casanovas. Heute leitet Kimchi eine eigene Forschungsgruppe am Weizmann Institute in Rehovot bei Tel Aviv.

An der 2007 veröffentlichten bahnbrechenden Studie war auch der Student Jennings Xu beteiligt, der seine wissenschaftliche Karriere nun in der Biologie oder Medizin fortsetzen wird.



R. Friedmann/Weizmann Institute

Catherine Dulac (links) und Tali Kimchi: Sie legten den Schalter um.

Gelähmte können Rollstuhl per Naseschniefen bedienen

Israelische Wissenschaftler ermöglichen Patienten wieder zu kommunizieren und sich selbstständig auszudrücken

VON ANJA GARMS

Rehovot. Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften.

Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hin-

teren Rachen befindet. Ist das Gaumensegel geschlossen, kann die Luft nur durch den Mund strömen. Ein geöffnetes Gaumensegel erlaubt das Einströmen der Luft durch die Nase. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science im israelischen Rehovot und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten,

durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann starteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten Patienten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine weitere Patientin kann mithilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surft nun regelmäßig im Internet und schreibt E-Mails, berichten die Experten.

Mit anderthalb bis drei

Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering. Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch.

Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein antworten zu können, erläutern die Wissenschaftler. Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht.

Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen speziellen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einat-

men heißt dabei „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“, zweimal ein und einmal aus „links“ und so weiter. Mithilfe dieser Signale konnte ein vom Hals abwärts gelähmter Mann einen Rollstuhl schon nach einer Übungszeit von nur 15 Minuten ebenso sicher durch einen Parcours lenken wie ein Gesunder. Zu Unfällen kam es bei keinem der Tests. Auch die Gefahr, durch das häufige Nasenatmen zu hyperventilieren, schließen die Wissenschaftler aus.

Zwei der Forscher waren im Gebrauch der Schnief-Steuerung schließlich so geübt, dass sie damit schreiben oder Rollstuhl fahren und gleichzeitig auch noch sprechen konnten.

Schwerstbehinderte sollen mit der Nase „sprechen“

Ein spezieller Schlauch in der Nase könnte in Zukunft Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen bei der Kommunikation helfen. Israelische Wissenschaftler haben jetzt ein derartiges Hilfsmittel entwickelt, mit dem sich Texte schreiben oder sogar Rollstühle steuern lassen.

Gedacht ist das System für Menschen, bei denen der gesamte Körper gelähmt ist, etwa Querschnittsgelähmte oder Patienten mit einem sogenannten Locked-in-Syndrom, die zwar bei vollem Bewusstsein sind, sich aber praktisch nicht mitteilen können. Das neue System setzt nun auf gezielte Luftstöße durch die Nase, eine Bewegung, die auch bei schwersten Lähmungen im Allgemeinen noch durchführbar ist. Erste Tests mit Patienten waren sehr erfolgreich, schreiben die Neurobiologen um Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot im Fachmagazin „PNAS“.

Körper gelähmt

Beim Locked-in-Syndrom ist fast der gesamte Körper gelähmt. Es tritt entweder als Folge eines Schlaganfalls, einer degenerativen Erkrankung wie ALS oder eines Unfalls auf. Die Patienten können alles hören und verstehen, die zum Sprechen oder für Bewegungen nötige Muskulatur lässt sich bei ihnen jedoch nicht ansteuern. Viele sind lediglich in der Lage, durch Blinzeln oder eine Gehirn-Computer-Schnittstelle Ja-Nein-Fragen zu beantworten. Mit beiden Hilfsmitteln kann der Patient zwar mit seiner Umwelt kommunizieren, keine davon erlaubt ihm jedoch, sich schnell, präzise und eigenständig auszudrücken.

Noam Sobel und seine Kollegen haben nun jedoch entdeckt, dass

beim Locked-in-Syndrom und auch anderen Krankheiten mit schweren Lähmungen die Möglichkeit erhalten bleibt, Luft gezielt durch die Nase ein- und auszuatmen. Um das auszunutzen, entwickelten sie ein Gerät, das Druckänderungen in der Nase misst und diese in präzise elektrische Signale umwandelt. Zunächst prüften gesunde Teilnehmer die Funktionen des Apparates. Anschließend versuchten Locked-in-Patienten und Menschen, die unter einer schweren Form der Querschnittslähmung litten, mit der Nasensteuerung Texte zu schreiben. Ergebnis: Schon nach kurzem Training wählten sie mit Luftstößen zielsicher einzelne Buchstaben oder Worte aus einer Wort-Vervollständigungs-Liste aus.

Luftstoß-Code

Sogar einen Rollstuhl konnten die Probanden mit dem System steuern: Ein spezieller Luftstoß-Code legte dabei die Fahrtrichtung fest. So bedeuteten zwei aufeinanderfolgende tiefe Luftstöße beispielsweise „rückwärts“. Resultat zahlreicher Testfahrten auf einer komplizierten 35-Meter-Strecke: Querschnittsgelähmte können diese mit der Nasensteuerung präzise abfahren und sind dabei genauso schnell wie Menschen ohne Behinderung. Die Gefahr, dass die Nasensteuerung einen normalen Atemzug mit einem gezielten Atemstoß verwechselt, besteht nicht, schreiben die Wissenschaftler. Denn: Mit ein wenig Training lasse sich beides unabhängig voneinander steuern. Selbst bei Menschen, die künstlich beatmet werden müssen, könne ein ähnliches Gerät eingesetzt werden. Als nächstes wollen die Neurobiologen die Nasensteuerung multitaskingfähig machen, damit der Benutzer beispielsweise gleichzeitig sprechen und rollstuhlfahren kann. *ddp*

Nur mit der Nase Rollstuhl steuern

FORSCHUNG Israelische Wissenschaftler entwickeln Hilfsmittel für Gelähmte

REHOVOT/DPA – Ein spezieller Schlauch in der Nase könnte in Zukunft Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen bei der Kommunikation helfen. Israelische Wissenschaftler haben jetzt ein derartiges Hilfsmittel entwickelt, mit dem sich Texte schreiben oder sogar Rollstühle steuern lassen. Gedacht ist das System für Menschen, bei denen der gesamte Körper gelähmt ist, etwa Querschnittgelähmte oder Patienten mit einem sogenannten Locked-in-Syndrom, die bei Bewusstsein sind, sich aber nicht mitteilen können.

Das neue System setzt auf gezielte Luftstöße durch die

Nase, eine Bewegung, die auch bei schwersten Lähmungen im Allgemeinen noch durchführbar ist. Erste Tests mit Patienten seien sehr erfolgreich, teilten die Neurobiologen um Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot am Montag mit.

Beim Locked-in-Syndrom ist fast der gesamte Körper gelähmt. Es tritt entweder als Folge eines Schlaganfalls, einer degenerativen Erkrankung wie ALS oder eines Unfalls auf. Die Patienten können alles hören und verstehen, die zum Sprechen oder für Bewegungen nötige Muskulatur lässt sich bei ihnen jedoch nicht ansteuern.

Nur mit der Nase Rollstuhl steuern

FORSCHUNG Israelische Wissenschaftler entwickeln Hilfsmittel für Gelähmte

REHOVOT/DPA – Ein spezieller Schlauch in der Nase könnte in Zukunft Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen bei der Kommunikation helfen. Israelische Wissenschaftler haben jetzt ein derartiges Hilfsmittel entwickelt, mit dem sich Texte schreiben oder sogar Rollstühle steuern lassen. Gedacht ist das System für Menschen, bei denen der gesamte Körper gelähmt ist, etwa Querschnittgelähmte oder Patienten mit einem sogenannten Locked-in-Syndrom, die bei Bewusstsein sind, sich aber nicht mitteilen können.

Das neue System setzt auf gezielte Luftstöße durch die

Nase, eine Bewegung, die auch bei schwersten Lähmungen im Allgemeinen noch durchführbar ist. Erste Tests mit Patienten seien sehr erfolgreich, teilten die Neurobiologen um Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot am Montag mit.

Beim Locked-in-Syndrom ist fast der gesamte Körper gelähmt. Es tritt entweder als Folge eines Schlaganfalls, einer degenerativen Erkrankung wie ALS oder eines Unfalls auf. Die Patienten können alles hören und verstehen, die zum Sprechen oder für Bewegungen nötige Muskulatur lässt sich bei ihnen jedoch nicht ansteuern.

Mit der Nase Rollstuhl und Computer bedienen

Gelähmte können durch Schniefen Geräte benutzen

Washington – (dpa) Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israeli-sche Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt.

Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den *Proceedings* der US-Akademie der Wissenschaften.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science (Rehovot/Israel) und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Ge-

rät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surfe nun regelmäßig im Internet und schreiben E-Mails, berichten die Experten.

Mit 1,5 bis drei Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering, Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch. Der Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur mit Ja oder Nein antworten zu können. Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht.

E-Mails mit der Nase schreiben

Forscher haben neue technische Hilfen für Gelähmte und Locked-in-Patienten entwickelt – Rollstuhl per Atem steuern

Von Jana Schlütter

REHOVOT - Es ist der Alptraum schlechthin: Man wacht im Krankenhaus auf, aber niemand bemerkt es, weil man nicht einmal einen Finger mehr rühren kann. Koma, denken die Ärzte und diskutieren ihre Diagnose, als sei man gar nicht im Raum - bis endlich jemand mitbekommt, dass etwas an dem maskenhaften Gesicht nicht stimmt. Der Blick wandert, der Patient ist bei vollem Bewusstsein. „Locked-in“, durch einen Schlaganfall oder eine andere Verletzung des Gehirns gefangen im eigenen Körper.

Damit solche Patienten Kontakt zur Außenwelt aufnehmen können, gibt es nun eine neue Technik. Sie nutzt die Nase, genauer gesagt: ein gezieltes Schnaufen. Das Gerät, das

Neurobiologen um Anton Plotkin vom israelischen Weizmann Institute of Science entwickelt haben, sieht aus wie ein dünner, durchsichtiger Sauerstoffschlauch. In jedem Nasenloch wird so ein Sensor platziert, der die Druckunterschiede beim Ein- und Ausatmen misst. Erkennt er einen bestimmten Code, der sich von der natürlichen Atmung unterscheidet, sendet er ein elektrisches Signal.

Mithilfe dieses Signals können Locked-in-Patienten zum Beispiel Schreibprogramme bedienen oder im Internet surfen. Menschen, deren Arme und Beine durch eine Verletzung am Rückenmark oder Krankheiten wie ALS gelähmt sind, eröffnet es die Möglichkeit, nach nur 15 Minuten Training einen elektrischen Rollstuhl zu navigieren.

Zweimal kurz einatmen heißt dann: vorwärts; zweimal kurz ausatmen dagegen: rückwärts. Auch für Drehungen nach rechts oder links fanden die Forscher leicht erlernbare Schnauf-Codes.

Die einzige Voraussetzung ist, dass die Patienten ihr Gaumensegel steuern können – also zumindest selbst entscheiden, ob sie durch den Mund oder die Nase atmen wollen. Selbst wenn sie beatmet werden müssen, kann das funktionieren: Öffnet sich das Segel, so sinkt der Druck in der Nase, denn durch den Schlauch kommende Luftstrom kann über die Nase in den hinteren Rachenraum und schließlich in die Lunge entweichen. Ist das Segel geschlossen, steigt der Druck. Da das Gaumensegel nicht nur durch einen, sondern

mehrere Nerven gesteuert wird, bleibt die Kontrolle darüber auch bei schweren Schädigungen des Gehirns meist erhalten.

Wie die Forscher im Fachjournal „Proceedings of the National Academy of Science“ (PNAS) berichten, konnten gesunde Probanden den Schnaufsensor bei einem Computerspiel ähnlich schnell und präzise verwenden wie eine Maus oder einen Joystick. Sollten sie einen Text schreiben, erreichten sie eine Schnelligkeit von etwa sieben Sekunden pro Buchstabe. Gelähmte schnitten ähnlich gut ab. Sie konnten mit der Technik auch im Internet surfen oder E-Mails schreiben.

Etwas langsamer ging es bei den Locked-in-Patienten voran: Pro Buchstabe brauchten sie 20 bis 60 Sekunden. Trotz des reduzierten

Tempos sei es viel komfortabler als die bislang verfügbaren Blinzeln-techniken, fand ein 42-jähriger, der seit einem Verkehrsunfall vor 18 Jahren „eingesperrt“ ist. Blinzeln-codes erfordern eine hohe Konzentrationsfähigkeit und ermüden die Patienten daher schnell – der Mann mochte und nutzte sie daher nicht.

Eine andere Patientin hatte bei ihrem Schlaganfall sieben Monate zuvor die Fähigkeit verloren, gezielt zu blinzeln. Für sie war der Schnaufsensor die erste Gelegenheit, zunächst Fragen zu beantworten und dann wieder sinnvolle Nachrichten mit ihren Verwandten auszutauschen. Auch eine MS-kranke 63-jährige schrieb mit der Technik zum ersten Mal seit zehn Jahren. Sie korrespondiert jetzt via E-Mail und surft durchs Netz.



Weizmann Institut of Science

Dienstag 27.07.2010
Tageszeitung
erscheint: täglich

Auflage verbreitet:
Anzeigenäquivalent:

Schnief-Steuerung hilft Gelähmten

FORSCHUNG Mit ihrer Nase lenken Kranke den Rollstuhl oder schreiben Briefe

Von Anja Garms

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften („PNAS“).

Kontrolle Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hinteren Rachen befindet. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schwe-

ren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science (Rehovot/Israel) und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben.

Dann stellten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungs-

zeit, um seinen Namen zu schreiben. Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surft nun regelmäßig im Internet und schreibt E-Mails.

Selbstständig Mit 1,5 bis drei Buchstaben pro Minute erschein gesunde Menschen das Schreibtempo frustrierend gering. Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch. Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein antworten zu können, so die Wissenschaftler weiter.

Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Au-

gen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen speziellen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einatmen heißt dabei „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“, zweimal ein und einmal aus „links“ und so weiter.

Stichwort

Locked-In-Patient

Das Locked-in-Syndrom, auch Eingeschlossenensein, bezeichnet einen Zustand, in dem ein Mensch bei erhaltenem Bewusstsein fast vollständig gelähmt und unfähig ist, sich sprachlich oder durch Bewegungen verständlich zu machen. Der Hörsinn ist völlig intakt. *red*

Gezieltes Schniefen ermöglicht Lenken eines Rollstuhls

Querschnittsgelähmte können künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken.

WASHINGTON (dpa). Israelische Wissenschaftler haben ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte

Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften („PNAS“).

Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel; das sich im hinteren Rachen befindet. Ist das Gaumensegel geschlossen, kann die Luft nur durch den Mund strömen. Ein geöffnetes Gaumensegel erlaubt das Einströmen der Luft durch die Nase. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirn-

nerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science (Rehovot/Israel) und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben.

Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht.

Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surft nun regelmäßig im Internet und schreibt E-Mails, berichten die Experten.

Gelähmte bedienen Rollstuhl und Computer per Atmung

WASHINGTON – Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem Patienten, die bei vollem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind (Locked-in), können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“. Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel. Gesteuert wird es von Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben.

Anton Plotkin vom Weizmann-Institut und seine Mitarbeiter statteten drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übung, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine Patientin kann mithilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben. Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur mit Ja oder Nein. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen Code: Zweimal durch die Nase einatmen heißt „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“ und so weiter. Mit diesen Signalen konnte ein vom Hals abwärts Gelähmter einen Rollstuhl schon nach einer Übungszeit von nur 15 Minuten sicher durch einen Parcours lenken wie ein Gesunder. *dpa*

Schnief vorwärts

Rollstuhl mit der Atmung gesteuert

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase E-Mails schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben ein Gerät entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollem Bewusstsein in ihrem gelähmten Körper eingeschlossen sind, könnten davon profitieren, berichten die Forscher in der Zeitschrift der amerikanischen Akademie der Wissenschaften (PNAS, online). Gezieltes Schniefen erfordert Kontrolle über das Gaumensegel im hinteren Rachen. Es wird von Hirnnerven gesteuert, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Das Team um Anton Plotkin vom Weizmann-Institut im israelischen Rehovot stattete drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Eine Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen, einem anderen Betroffenen gelang die Steuerung hingegen nicht. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einatmen heißt zum Beispiel „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“. *dpa*



Schniefen ermöglicht Verständigung

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase kommunizieren oder sogar einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten das Team um Anton Plotkin im Fachblatt „PNAS“.

Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hinteren Rachen befindet. Gesteuert wird es von Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben.

Plotkins Mitarbeiter vom Weizmann-Institut in Rehovot testeten das Steuergerät zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus.

Die erste Patientin konnte wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Mit 1,5 bis 3 Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering, Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch, berichten die Forscher. Der Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein antworten zu können. Locked-in-Patienten können oft nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht. dpa

Datum: 28.07.2010

Neue Zürcher Zeitung

Neue Zürcher Zeitung
8021 Zürich
044/ 258 11 11
www.nzz.ch

Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 129'722
Erscheinungsweise: 6x wöchentlich

Kommunikation via Atmung

Hilfe für Bewegungsunfähige

slz. · Vom Hals abwärts gelähmte Personen und «locked-in»-Patienten, die durch einen Hirnschaden völlig bewegungsunfähig, aber bei Bewusstsein sind, können meist nicht sprechen, aber sie sind in der Lage, ihre Atmung zu steuern. Das Team von Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot hat nun ein Gerät entwickelt, das Atemstösse in elektrische Signale umwandelt, so dass solche Patienten über die Atmung mit ihrer Umgebung kommunizieren können.¹ Dabei erfasst eine in die Nase eingeführte dünne Kanüle die kleinen Unterschiede des Luftdrucks beim Atmen. Die daraus gewonnenen elektrischen Signale werden von einem Computer verarbeitet.

Zuerst hatten die Forscher mit Gesunden und 15 Patienten ein Schreibprogramm getestet. Dabei erschienen in alphabetischer Reihenfolge Buchstaben auf dem Bildschirm. Durch Ausatmen konnte der Proband jeweils einen auswählen. Bis auf eine Person lernten alle damit zu schreiben. Sie benötigten zwar durchschnittlich zwischen 20 und 30 Sekunden pro Buchstabe, aber weil die Patienten sich nun erstmals wieder ausführlicher mitteilen konnten, sei es für

sie laut eigenen Aussagen eine sehr grosse Verbesserung ihrer Situation gewesen, sagten die Forscher. Dann bastelte das Team eine Computersteuerung für Personen mit einem Beatmungsgerät. Hierbei lernten die Patienten, ihr Gaumensegel zu kontrollieren.

In einem nächsten Schritt erstellten die Wissenschaftler ein Programm, das den Patienten Internetsurfen inklusive der Benutzung einer Suchmaschine und das Schreiben von E-Mails ermöglichte. Als dritte Variante setzten die Forscher die Atemsignale zur Steuerung eines Rollstuhls ein. Hierbei waren immer zwei Atemstösse nötig, zum Beispiel Ein- und Ausatmen oder zweimal Einatmen, um das Gefährt nach rechts oder links, vorne oder hinten zu bewegen. Nach wenigen Versuchen konnte ein querschnittgelähmter Mann seinen Rollstuhl ähnlich geschickt wie Gesunde durch einen Parcours lenken. Das System mit der vergleichsweise einfachen Handhabung befindet sich vorerst noch im Versuchsstadium, die Wissenschaftler haben aber ein Patent darauf angemeldet.

¹ PNAS, Online-Publikation vom 26. Juli 2010.

Umgebung entscheidet über Zelltyp-Entwicklung

Adulte Stammzellen: Biophysiker untersucht Ordnung und Struktur des Zellgerüsts

Aus adulten menschlichen Stammzellen können sich verschiedene Gewebezellen entwickeln. Welcher Zelltyp sich herausbildet, hängt unter anderem mit den mechanischen Eigenschaften der Zellumgebung zusammen: Auf weichen Oberflächen entwickeln sich nach einigen Tagen Nervenzellen, auf mittelharten Muskelzellen und auf harten Oberflächen entstehen Knochenzellen. Der Göttinger Biophysiker Dr. Florian Rehfeldt hat mittels Fluoreszenzmikroskopie das frühe Stadium dieser Differenzierung untersucht. Bereits nach 24 Stunden konnte er erkennen, wie sich die Form und innere Struktur von Stammzellen aus dem Knochenmark in Richtung Muskelzellen verändern. Damit konnte Rehfeldt nachweisen, dass sich bereits nach sehr kurzer Zeit signifi-

kante Unterschiede durch das komplexe mechanische Zusammenspiel zwischen Zelle und Umgebung herausbilden. Bei seiner Forschung hat er mit Kollegen aus Israel und den USA kooperiert. Die Wissenschaftler entwickelten und erprobten ein physikalisch theoretisches Modell, welches das komplexe System von Zelle und Umgebung mit einfachen Prinzipien der klassischen Mechanik erklärt. Ihre Forschungsergebnisse haben sie in der Online-Ausgabe der Fachzeitschrift „Nature Physics“ veröffentlicht.

„In der Medizin kann es in Zukunft von Nutzen sein, Stammzellen aus dem Knochenmark zu therapeutischen Zwecken einzusetzen. Dafür ist es wichtig zu verstehen, wie das komplexe mechanische Zusammenspiel zwischen Zelle und

Umgebung abläuft“, so Biophysiker Rehfeldt. „Deshalb haben wir in unseren Experimenten sehr genau die Ordnung und Struktur des Zytoskeletts von Stammzellen in Abhängigkeit von der Zellumgebung untersucht.“ Das Zytoskelett ist das mechanische Gerüst, mit dessen Hilfe Zellen Kräfte aufbauen und an die Umgebung übertragen. Dieses Netzwerk im Inneren der Zelle besteht unter anderem aus Akto-Myosin-Stressfasern, die wie Taue kreuz und quer gespannt sind.

Rehfeldt hat in seinen Experimenten Stammzellen auf unterschiedlich harten Oberflächen wachsen lassen und mit Hilfe elektronischer Bildverarbeitung analysiert, wie sich diese Stressfasern ausrichten. „Die Zellen sind zunächst alle rund. Auf einer Oberfläche mittlerer Elastizität strecken sie sich in

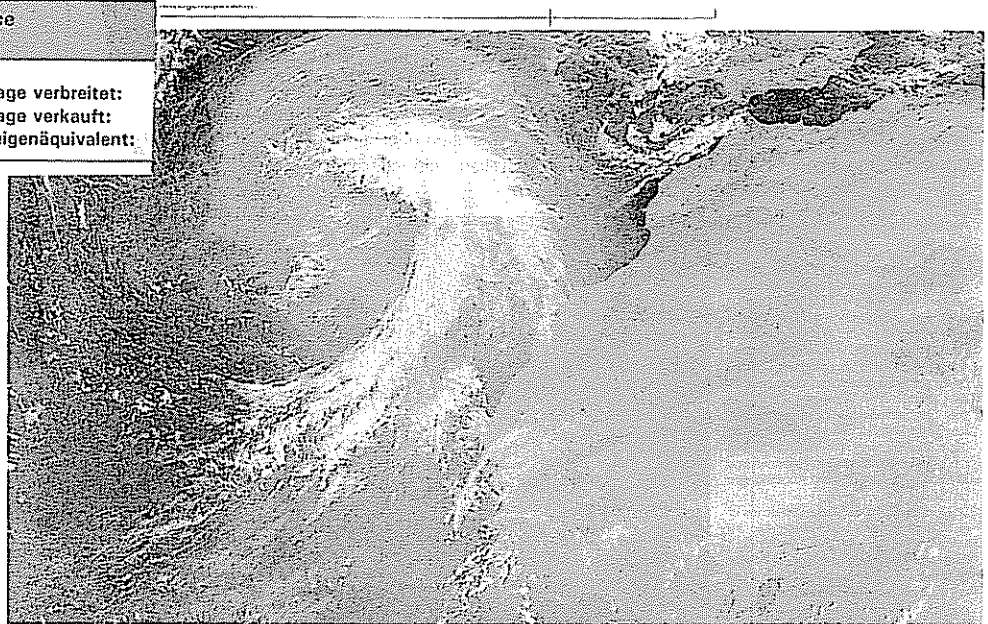
die Länge, indem sich die Stressfasern entlang der Hauptrichtung der Zelle ausrichten. Das ist ganz typisch für Muskelzellen“, erläutert der Göttinger Biophysiker. „Mit diesem Verfahren haben wir bereits 24 Stunden nach dem Auftragen der Stammzelle auf die Oberfläche starke Indizien für die Entwicklung in Richtung Muskelzelle. Biochemische Analysen können dies erst nach mehreren Tagen nachweisen.“

Für die Erklärung des komplizierten Systems haben Dr. Assaf Zemel von der Hebrew University in Jerusalem und Prof. Samuel Safran vom israelischen Weizman Institute of Science ein physikalisch theoretisches Modell entwickelt. „Obwohl dieses Rechenmodell auf einfachen mechanischen Annahmen beruht, kann es doch erstaunlich genau das

komplexe Zusammenspiel von Zelle und Umgebung beschreiben. So können wir grundlegende Fragen der Biophysik von Zellen besser verstehen“, so Rehfeldt. Das Modell soll nun verfeinert werden, um auch das Verhalten anderer Zelltypen erklären zu können.

Rehfeldt hat die Untersuchungen an der amerikanischen University of Pennsylvania begonnen, an der er als Postdoktorand im Rahmen eines Feodor-Lynen Stipendiums der Alexander von Humboldt-Stiftung forschte. Seine experimentelle Forschung für die Studie setzte er an der Universität Göttingen fort. Hier leitet er seit Oktober 2008 eine Nachwuchsgruppe zur Erforschung der Mechanik von Zellen und Zellumgebungen am Dritten Physikalischen Institut. pug

Weizmann Institute of Science	
21.10.2010, Ausg. 2010/42 Wochenzeitung erscheint: wöchentlich	Auflage verbreitet: Auflage verkauft: Anzeigenäquivalent:



Fruchtbarer Wirbel: Die Satellitenaufnahme zeigt westlich von Afrika ein Tiefdruckgebiet, dessen Luft mit Wüstenstaub geladen ist.

Langer Arm der Wüste

KREISLAUF Sand aus der Sahara reist um die Welt und schafft erstaunliche ökologische Kettenreaktionen. Die Partikelwolken sorgen für Regen, transportieren Erreger und düngen den Amazonas-Urwald

Von Sven Titz

Der Himmel ist in ein unheimliches Orange getaucht, und wenn es regnet, lagern sich rötliche Staubschichten auf den Autoscheiben ab: So erleben es Mitteleuropäer, wenn Sandwolken aus der Sahara die Alpen überqueren. „Blutregen“ nennt man den farbigen Niederschlag auch. Doch die afrikanischen Partikelwolken haben noch ganz andere Fernwirkungen auf Wetter und Natur – Effekte, die über farbenprächtige Lichtspiele weit hinausgehen.

Dass in Europa Staub vom Himmel rieselt, passiert relativ selten. Viel häufiger werden die von Stürmen in der Sahara aufgewirbelten Sandpartikel durch Passatwinde auf den Atlantik verfrachtet. Dort können die Staubteilchen das Wetter verändern – wenn sie in die Schauerwolken eines entstehenden Wirbelsturms geraten. Ein Teil der atlantischen Hurrikane bildet sich nämlich in der Nähe von Afrika. Sie heißen auch Kap-Verde-Hurrikane, benannt nach der Inselgruppe westlich der Küste Senegals. Weil die staubige Saharaluft sehr heiß und trocken ist, unterdrückt sie die Wolkenbildung; außerdem weht der Wind in den Staubwolken oft so stark, dass die Wolkentürme, aus denen einmal Wirbelstürme entstehen könnten, leicht umgeweht werden. Dann wird es nichts mit dem Hurrikan. Für die Fachleute im National Hurricane Center in Florida, die sich der Vorhersage tropischer Stürme widmen, zählen die aus der Sahara heranziehenden staubigen Luftmassen zu den wichtigsten Faktoren, die sie in ihre Berechnungen einfließen lassen.

Die wolkenunterdrückende Wirkung ist allerdings eine Ausnahme. Normalerweise tragen Staubpartikel wesentlich zur Wolkenbildung und zur Entstehung von Regen bei. „An den Staubteilchen lagert sich in großer Höhe Eis an“, erklärt der Physiker Johannes Schneider vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. Ohne die sogenannten Eiskeime würde es aus vielen Wolken überhaupt nicht regnen. Regen entsteht nur dann, wenn die Tröpfchen in den Wolken zu Eiskristallen gefrieren und dabei

groß genug würden, um bis zum Boden zu fallen, ohne wieder zu verdunsten. Schneider zufolge hat der Saharastaub, von dem riesige Mengen in der Atmosphäre schweben, auch viele Tausende Kilometer weitab der Wüste einen gehörigen Anteil an der Entstehung von Eiskeimen.

Nicht nur wetterwirksam ist der Saharastaub, sondern auch ein wichtiger Nährstoff. Von den Passatwinden werden die Partikelwolken über den Atlantik getrieben. Fallen sie ins Meer, helfen die Staubkörner dem Plankton beim Wachsen. Denn im Grunde handelt es sich bei dem Material um eine Art Mineraldünger. „Gerade Eisen ist für das Wachstum des Planktons wichtig“, sagt Schneider.

Steht der Wind günstig, sinken viele der aufgewirbelten Partikel sogar erst im Gebiet des Amazonasregenwaldes zu Boden. Ein Team um Yuval Ben-Ami am Weizmann-Institut in Israel hat zwei konkrete Fälle des Staubtransports im Jahr 2009 untersucht. Bis die Partikelwolken im Amazonasgebiet ankamen, dauerte es etwa zehn Tage, berichteten die Wissenschaftler jüngst in der Zeitschrift „Atmospheric Chemistry and Physics“.

Am Amazonas, das wissen Ökologen seit langem, ist der Saharastaub die wichtigste Quelle mineralischer Ionen. Die ausgelaugten Böden im Amazonasgebiet allein könnten die üppige Pflanzenwelt nie und nimmer ausreichend mit Nährstoffen versorgen. Der

Staub aus der Sahara liefert dem Regenwald nicht nur Hunderttausende von Tonnen Eisen pro Jahr. Auch Phosphor ist enthalten.

Neue chemische Analysen von Staubproben, die ein Forscherteam um Charlie Bristow von der University of London in der Bodélé-Senke mitten in der Sahara sammelte, zeigen sogar: Die dort aufgewirbelten Sandkörner enthalten 38-mal so viel Phosphor, wie man bisher dachte. Nach Bristows Rechnung, die er kürzlich im Fachmagazin „Geophysical Research Letters“ veröffentlichte, gelangen mit dem Staub pro Jahr Tausende Tonnen davon übers Meer nach Brasilien.

Erst seit ungefähr acht Jahren ist klar, dass der Saharastaub, der über den Atlantik in das Amazonasgebiet weht, zum überwiegenden Teil aus einem eng umrissenen und relativ kleinen Gebiet stammt: Die Bodélé-Senke nördlich des Tschadsees erstreckt sich über ungefähr 11 000 Quadratkilometer. Das Gebiet ist so groß wie Jamaika und macht nur 0,2 Prozent der gesamten Wüstenfläche aus. Der in der Bodélé-Senke aufgewirbelte Staub besteht hauptsächlich aus fossilen Kieselalgen, die einst im Tschadsee lebten, als er noch wesentlich größer war. Der See schwoll in den vergangenen Jahrtausenden zeitweise enorm an, um anschließend wieder zu schrumpfen.

Staubpartikel aus der Sahara setzen sich vorwiegend aus mineralischen

Substanzen zusammen. Doch auf ihrer Oberfläche wimmelt es von Lebewesen: Die Partikel tragen unzählige Keime huckepack – Bakterien, Pilze und Viren. Werden die Mikroorganismen auf dem Weg durch die Luft nicht durch Kälte, Trockenheit oder UV-Strahlung abgetötet, gelangen sie lebend viele Tausende Kilometer weit. Forscher haben sie schon in Spanien und Griechenland, in der Türkei, der Karibik oder im Südosten der USA wiedergefunden.

Entdeckt wurde das Phänomen Mitte des 19. Jahrhunderts von dem deutschen Biologen Christian Gottfried Ehrenberg. Er analysierte damals Staub, der im Atlantik an Bord von Darwins Schiff „Beagle“ gesammelt worden war, und spürte darin „Infusorien“ auf – so nannte man damals die Einzeller. In welchem Maße die Keime nach ihrer Reise Krankheiten auslösen können, ist bis heute nicht klar. Die Vermutung, mit dem Sand verfrachtete Erreger könnten für das Karallensterben in der Karibik verantwortlich sein, gilt unter Fachleuten als umstritten.

Koreanische und amerikanische Forscher haben mit Computersimulationen sogar noch weiter reichende Fernwirkungen des Saharastaubes entdeckt. Sie erstrecken sich bis nach Sibirien. Es ist eine Kettenreaktion: Werden über der Sahara große Staubwolken aufgewirbelt, die Ausmaße von Hunderten von Kilometern haben, schirmen sie viel Sonnenstrahlung ab. Während in der staubhaltigen Luftschicht in der Höhe die Temperaturen steigen, wird es am Boden kühler. Das löst in der Atmosphäre großräumige Druck- und Temperaturschwankungen aus. Als sogenannte Rossby-Wellen pflanzen sie sich schließlich über Europa bis nach Ostasien fort.

Über Mittel- und Osteuropa steigt der Luftdruck, während er im Norden Eurasiens und in Tibet fällt. In Ostasien steigt er dann zum Ausgleich wieder. In Sibirien und im Norden des Mittelmeeres erwärmt sich die Luft, nördlich des Kaspischen Meeres wird sie kühler. Ganz offensichtlich reicht die mannigfaltige Wirkung des Saharastaubes noch bis in die abgelegensten Gegenden der Erde.



Im Staubsturm: Forscher der University of London auf Expedition in der Bodélé-Senke nördlich des Tschad-Sees. Von dort werden Mineralpartikel bis Brasilien verweht.

Neues Leben dank der Nase

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Forscher haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt.

Washington. – Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hinteren Rachen befindet. Ist das Gaumensegel geschlossen, kann die Luft nur durch den Mund strömen. Ein geöffnetes Gaumensegel dagegen erlaubt das Einströmen der Luft durch die Nase. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben, wie die Forscher um Anton Plotkin vom Weizmann Institute im Fachmagazin «PNAS» berichten. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Einen Brief geschrieben

Plotkin und seine Kollegen testeten das von ihnen entwickelte Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Diese Menschen sind bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch ei-

nen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der «Schnief-Steuerung» erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surfe nun im Internet und schreibe E-Mails, berichten die Experten.

Drei Buchstaben pro Minute

Mit 1,5 bis drei Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering, Locked-in-Patienten jedoch begrüsst solche Geschwindigkeiten enthusiastisch, berichten die Wissenschaftler weiter. Der grosse Vorteil liege darin, dass Patienten sich mit dem Hilfsmittel selbstständig ausdrücken könnten, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein zu antworten. Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht.

Die Forscher schlossen ihr Steuergerät auch an einen elektrischen Rollstuhl an. Zur Steuerung entwickelten sie einen speziellen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einatmen heisst dabei «vorwärts», zweimal ausatmen «rückwärts», zweimal ein und einmal aus «links» und so weiter. Mit Hilfe dieser Signale konnte ein vom Hals abwärts gelähmter Mann einen Rollstuhl schon nach einer Übungszeit von nur 15 Minuten ebenso sicher durch einen Parcours lenken wie ein Gesunder. Auch zwei der Forscher waren im Gebrauch der Schnief-Steuerung schliesslich so geübt, dass sie damit schreiben oder Rollstuhl fahren und gleichzeitig sprechen konnten. *(sda)*

Schwerstbehinderte sollen mit der Nase „sprechen“

Ein spezieller Schlauch in der Nase könnte in Zukunft Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen bei der Kommunikation helfen. Israelische Wissenschaftler haben jetzt ein derartiges Hilfsmittel entwickelt, mit dem sich Texte schreiben oder sogar Rollstühle steuern lassen.

Gedacht ist das System für Menschen, bei denen der gesamte Körper gelähmt ist, etwa Querschnittsgelähmte oder Patienten mit einem sogenannten Locked-in-Syndrom, die zwar bei vollem Bewusstsein sind, sich aber praktisch nicht mitteilen können. Das neue System setzt nun auf gezielte Luftstöße durch die Nase, eine Bewegung, die auch bei schwersten Lähmungen im Allgemeinen noch durchführbar ist. Erste Tests mit Patienten waren sehr erfolgreich, schreiben die Neurobiologen um Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot im Fachmagazin „PNAS“.

Körper gelähmt

Beim Locked-in-Syndrom ist fast der gesamte Körper gelähmt. Es tritt entweder als Folge eines Schlaganfalls, einer degenerativen Erkrankung wie ALS oder eines Unfalls auf. Die Patienten können alles hören und verstehen, die zum Sprechen oder für Bewegungen nötige Muskulatur lässt sich bei ihnen jedoch nicht ansteuern. Viele sind lediglich in der Lage, durch Blinzeln oder eine Gehirn-Computerschnittstelle Ja-Nein-Fragen zu beantworten. Mit beiden Hilfsmitteln kann der Patient zwar mit seiner Umwelt kommunizieren, keine davon erlaubt ihm jedoch, sich schnell, präzise und eigenständig auszudrücken.

Noam Sobel und seine Kollegen haben nun jedoch entdeckt, dass

beim Locked-in-Syndrom und auch anderen Krankheiten mit schweren Lähmungen die Möglichkeit erhalten bleibt, Luft gezielt durch die Nase ein- und auszuatmen. Um das auszunutzen, entwickelten sie ein Gerät, das Druckänderungen in der Nase misst und diese in präzise elektrische Signale umwandelt. Zunächst prüften gesunde Teilnehmer die Funktionen des Apparates. Anschließend versuchten Locked-in-Patienten und Menschen, die unter einer schweren Form der Querschnittslähmung litten, mit der Nasensteuerung Texte zu schreiben. Ergebnis: Schon nach kurzem Training wählten sie mit Luftstößen zielsicher einzelne Buchstaben oder Worte aus einer Wort-Vervollständigungs-Liste aus.

Luftstoß-Code

Sogar einen Rollstuhl konnten die Probanden mit dem System steuern: Ein spezieller Luftstoß-Code legte dabei die Fahrtrichtung fest. So bedeuteten zwei aufeinanderfolgende tiefe Luftstöße beispielsweise „rückwärts“. Resultat zahlreicher Testfahrten auf einer komplizierten 35-Meter-Strecke: Querschnittsgelähmte können diese mit der Nasensteuerung präzise abfahren und sind dabei genauso schnell wie Menschen ohne Behinderung. Die Gefahr, dass die Nasensteuerung einen normalen Atemzug mit einem gezielten Atemstoß verwechselt, besteht nicht, schreiben die Wissenschaftler. Denn: Mit ein wenig Training lasse sich beides unabhängig voneinander steuern. Selbst bei Menschen, die künstlich beatmet werden müssen, könne ein ähnliches Gerät eingesetzt werden. Als nächstes wollen die Neurobiologen die Nasensteuerung multitaskingfähig machen, damit der Benutzer beispielsweise gleichzeitig sprechen und rollstuhlfahren kann. *ddp*

Schnief-Steuerung hilft Gelähmten

FORSCHUNG *Mit ihrer Nase lenken Kranke den Rollstuhl oder schreiben Briefe*

Von Anja Garms

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften („PNAS“).

Kontrolle Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hinteren Rachen befindet. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schwe-

ren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren und Dauer und Stärke variieren.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science (Rehovot/Israel) und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben.

Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungs-

zeit, um seinen Namen zu schreiben. Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surft nun regelmäßig im Internet und schreibt E-Mails.

Selbstständig Mit 1,5 bis drei Buchstaben pro Minute erscheinen gesunden Menschen das Schreitempo frustrierend gering. Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch. Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur auf Fragen mit Ja oder Nein antworten zu können, so die Wissenschaftler weiter.

Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Au-

gen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen speziellen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einatmen heißt dabei „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“, zweimal ein und einmal aus „links“ und so weiter.

Stichwort

Locked-In-Patient

Das Locked-in-Syndrom, auch Eingeschlossenensein, bezeichnet einen Zustand, in dem ein Mensch bei erhaltenem Bewusstsein fast vollständig gelähmt und unfähig ist, sich sprachlich oder durch Bewegungen verständlich zu machen. Der Hörsinn ist völlig intakt. red

STUTTGARTER ZEITUNG

Weizmann Institute of Science

Dienstag 27.07.2010
Tageszeitung
erscheint: täglich

Auflage verbreitet:
Anzeigenäquivalent:

Rollstuhl mit der Nase steuern

Medizin Locked-in-Patienten können durch Schniefen mit ihrer Umwelt kommunizieren.

Querschnittsgelähmte Menschen könnten durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften. Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel, das sich im hinteren Rachen befindet. Ist das Gaumensegel geschlossen, kann die Luft nur durch den Mund strömen. Ein geöffnetes Gaumensegel erlaubt das Einströmen der Luft durch die Nase. Gesteuert wird das Gaumensegel von verschiedenen Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Auch Gelähmte können das Schniefen deshalb meist selbst aktiv kontrollieren.

Anton Plotkin vom Weizmann-Institut in Rehovot und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät, das unabhängig von der Atmung kontrolliert werden kann, nun zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Mit 1,5 bis 3 Buchstaben pro Minute erscheint gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering, Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch. dpa

Süddeutsche Zeitung

Deutschlands große Tageszeitung

Weizmann Institute of Science

Dienstag 27.07.2010
Tageszeitung
erscheint: täglich

Auflage verbreitet:
Anzeigenäquivalent:

Schnief vorwärts

Rollstuhl mit der Atmung gesteuert

Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase E-Mails schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben ein Gerät entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollem Bewusstsein in ihrem gelähmten Körper eingeschlossen sind, könnten davon profitieren, berichten die Forscher in der Zeitschrift der amerikanischen Akademie der Wissenschaften (PNAS, online). Gezieltes Schniefen erfordert Kontrolle über das Gaumensegel im hinteren Rachen. Es wird von Hirnnerven gesteuert, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben. Das Team um Anton Plotkin vom Weizmann-Institut im israelischen Rehovot stattete drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Eine Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen, einem anderen Betroffenen gelang die Steuerung hingegen nicht. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen Code: Zweimal hintereinander durch die Nase einatmen heißt zum Beispiel „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“. dpa

Gelähmte bedienen Rollstuhl und Computer per Atmung

WASHINGTON – Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israelische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt. Vor allem Patienten, die bei vollem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind (Locked-in), können davon profitieren, berichten die Forscher in den „Proceedings“. Gezieltes Schniefen erfordert die Kontrolle über das Gaumensegel. Gesteuert wird es von Hirnnerven, die oft auch bei schweren Verletzungen des Zentralnervensystems intakt bleiben.

Anton Plotkin vom Weizmann-Institut und seine Mitarbeiter statteten drei Locked-in-Patienten mit dem Gerät aus. Die erste Patientin konnte wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übung, um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine Patientin kann mithilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben. Der große Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur mit Ja oder Nein. Zur Steuerung eines elektrischen Rollstuhls entwickelten die Forscher einen Code: Zweimal durch die Nase einatmen heißt „vorwärts“, zweimal ausatmen „rückwärts“ und so weiter. Mit diesen Signale konnte ein vom Hals abwärts Gelähmter einen Rollstuhl schon nach einer Übungszeit von nur 15 Minuten sicher durch einen Parcours lenken wie ein Gesunder. *dpa*

Mit der Nase Rollstuhl und Computer bedienen

Gelähmte können durch Schniefen Geräte benutzen

Washington – (dpa) Querschnittsgelähmte könnten künftig durch bloßes Schniefen mit der Nase schreiben oder einen Rollstuhl lenken. Israeliische Wissenschaftler haben dazu ein Hilfsmittel entwickelt, das Druckänderungen in der Nase misst und in elektrische Signale umsetzt.

Vor allem sogenannte Locked-in-Patienten, die bei vollständig erhaltenem Bewusstsein in ihrem komplett gelähmten Körper eingeschlossen sind, können davon profitieren, berichten die Forscher in den *Proceedings* der US-Akademie der Wissenschaften.

Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science (Rehovot/Israel) und seine Mitarbeiter testeten das Steuergerät zunächst an Gesunden. Diese lernten, durch gezieltes Schniefen Buchstaben und Wörter aus Listen auszuwählen und so ganze Sätze zu schreiben. Dann statteten die Forscher drei Locked-in-Patienten mit dem Ge-

rät aus. Die erste Patientin konnte bereits wenige Tage nach dem ersten Versuch einen Brief an ihre Familie verfassen. Ein zweiter Patient brauchte nur 20 Minuten Übungszeit um seinen Namen zu schreiben, einem dritten gelang die Steuerung hingegen nicht. Eine weitere Patientin kann mit Hilfe der „Schnief-Steuerung“ erstmals seit zehn Jahren wieder schreiben, sie surfe nun regelmäßig im Internet und schreiben E-Mails, berichten die Experten.

Mit 1,5 bis drei Buchstaben pro Minute erscheine gesunden Menschen das Schreibtempo frustrierend gering, Locked-in-Patienten jedoch begrüßten solche Geschwindigkeiten enthusiastisch. Der Vorteil ihres Hilfsmittels liege darin, dass es den Patienten ermögliche, sich selbstständig auszudrücken, anstatt nur mit Ja oder Nein antworten zu können. Locked-in-Patienten können häufig nur durch Blinzeln mit den Augen kommunizieren, einigen gelingt auch das nicht.

Nur mit der Nase Rollstuhl steuern

FORSCHUNG Israelische Wissenschaftler entwickeln Hilfsmittel für Gelähmte

REHOVOT/DPA – Ein spezieller Schlauch in der Nase könnte in Zukunft Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen bei der Kommunikation helfen. Israelische Wissenschaftler haben jetzt ein derartiges Hilfsmittel entwickelt, mit dem sich Texte schreiben oder sogar Rollstühle steuern lassen. Gedacht ist das System für Menschen, bei denen der gesamte Körper gelähmt ist, etwa Querschnittgelähmte oder Patienten mit einem sogenannten Locked-in-Syndrom, die bei Bewusstsein sind, sich aber nicht mitteilen können.

Das neue System setzt auf gezielte Luftstöße durch die

Nase, eine Bewegung, die auch bei schwersten Lähmungen im Allgemeinen noch durchführbar ist. Erste Tests mit Patienten seien sehr erfolgreich, teilten die Neurobiologen um Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot am Montag mit.

Beim Locked-in-Syndrom ist fast der gesamte Körper gelähmt. Es tritt entweder als Folge eines Schlaganfalls, einer degenerativen Erkrankung wie ALS oder eines Unfalls auf. Die Patienten können alles hören und verstehen, die zum Sprechen oder für Bewegungen nötige Muskulatur lässt sich bei ihnen jedoch nicht ansteuern.

Ich kann dich nicht riechen. Ein Ausspruch, den man oft hört,
wenn sich zwei Menschen nicht so gut verstehen.

Doch was sagt eine elektronische Nase dazu?

Angenehme Düfte voraus.

Forscher am israelischen Weizmann Institute of Science haben einem elektronischen System beigebracht vorzusagen, ob Menschen einen neuen Duft als angenehm empfinden würden. Dazu wurde eine elektronische Nase, die Gerüche wahrnehmen kann, mit einem eigens entwickelten Algorithmus kombiniert. Dieser basiert auf einer sehr kompakten Datenbasis menschlicher Einschätzungen.

„Uns genügen 30 Personen, die 50 Duftstoffe bewerten. Damit können wir jeden beliebigen Geruch bewerten“, meint Noam

»Wir können jeden beliebigen Geruch bewerten.«

Noam Sobel, Professor für Neurobiologie

Sobel, Professor am Fachbereich Neurobiologie des Weizmann Institute. Wichtigste Erkenntnis der wissenschaftlichen Arbeit: Geruchsempfinden ist offenbar universell. Die gewonnenen Erkenntnisse könnten die Entwicklung von Unterhaltungssystemen, die mit synthetisierten Gerüchen arbeiten, deutlich vereinfachen.

Ein Blick in die Kristallkugel

Im letzten Jahrzehnt haben elektronische Nasen, also Systeme mit chemischen Sensoren zur Geruchswahrnehmung, große Fortschritte gemacht. Doch bislang musste diesen Lösungen letztlich jeder Duft einzeln beigebracht werden. Das Weizmann-Team hat nun den Ansatz verfolgt, einem System stattdessen beizubringen, Düfte auf einer Wahrnehmungsachse einzustufen. Speziell ging es darum, einzuschätzen, ob



Angenehme Düfte bereichern unser Leben.

Menschen den Duft als angenehm empfinden würden. Dazu haben zunächst Probanden einige Düfte auf einer 30-teiligen Skala von sehr angenehm bis äußerst unangenehm eingestuft. Diese Daten wurden dann genutzt, um den Algorithmus zu entwickeln, der unbekannte Gerüche einstufen soll. Dabei ist das System sehr erfolgreich. Wurden neue Düfte auf der Skala eingestuft, entsprachen die Ergebnisse zu rund 80 Prozent den Beurteilungen von Testpersonen. Ging es nur um die Frage, ob ein Geruch angenehm ist oder nicht, lag die Trefferquote des Systems sogar bei 99 Prozent.

Allrounder: Geruchsempfinden

Ob Menschen einen Geruch als angenehm empfinden, ist bei den Ergebnissen der Weizmann-Wissenschaftler offenbar primär von molekularen Strukturen abhängig.

Denn obwohl das System mithilfe gebürtiger Israelis programmiert wurde, haben sich die elektronischen Dufteinschätzungen in Tests auch mit dem Geruchsempfinden äthiopischer Einwanderer gedeckt. Kulturelle Unterschiede scheinen also kaum eine Rolle dabei zu spielen, ob etwas in den Augen eines Menschen wohlriechend duftet oder aber stinkt.

„Wichtig ist vor allem, dass die Idee einer Wahrnehmungsachse hervorgehoben wurde“, betont Sobel. Bisher herrschte nämlich Ratlosigkeit, wie ein elektronisches Gerät mit Millionen unterschiedlichen Düften klarkommen soll. „Unsere Ergebnisse zeigen, dass Geräte nicht Millionen Gerüche, sondern nur ein paar Wahrnehmungsachsen erlernen müssten“, sagt der Neurobiologe. Duft-TV und Co. bleiben derweil noch Zukunftsmusik.

Datum: 16.04.2010

■■■■■ **presstext**

Internet-Newsletter

Presstext Nachrichtenagentur GmbH
8000 Zürich
044/ 200 11 44
www.presstext.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Erscheinungsweise: 7x wöchentlich

Elektronische Nase sagt angenehme Düfte voraus

Präzise Vorhersagen sprechen für universelles menschliches Geruchsempfinden



Duft oder Gestank? Die elektronische Nase verrät's! (Foto: pixello.de, Katharina Wieland Müller)

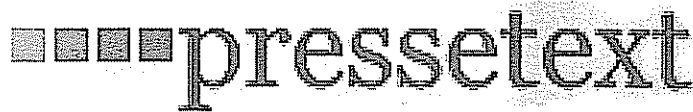
Rehovot (pte/16.04.2010/13:45) - Forscher am israelischen Weizmann Institute of Science <http://www.weizmann.ac.il> haben einem elektronischen System beigebracht vorauszusagen, ob Menschen einen neuen Duft als angenehm empfinden würden. Dazu wurde eine elektronische Nase, die Gerüche wahrnehmen kann, mit einem eigens entwickelten Algorithmus kombiniert. Dieser basiert auf einer sehr kompakten Datenbasis menschlicher Einschätzungen.

"Uns genügen 30 Personen, die 50 Duftstoffe bewerten. Damit können wir jeden beliebigen Geruch bewerten", meint Noam Sobel, Professor am Fachbereich Neurobiologie des Weizman Institute, gegenüber presstext. Eine sehr wichtige Erkenntnis der Arbeit ist, dass Geruchsempfinden offenbar universell ist. Die gewonnenen Erkenntnisse könnten die Entwicklung von Unterhaltungssystemen, die mit synthetisierten Gerüchen arbeiten, deutlich vereinfachen.

Vorhersage statt nur Wahrnehmung

Im letzten Jahrzehnt haben elektronische Nasen, also Systeme mit chemischen Sensoren zu Geruchswahrnehmung, große Fortschritte gemacht. Doch bislang musste diesen Lösungen letztlich jeder Duft einzeln beigebracht werden. Das Weizmann-Team hat nun den Ansatz verfolgt, einem System stattdessen

Datum: 16.04.2010



Internet-Newsletter

PresseText Nachrichtenagentur GmbH
8000 Zürich
044/ 200 11 44
www.presstext.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Erscheinungsweise: 7x wöchentlich

beizubringen, Düfte auf einer Wahrnehmungsachse einzustufen. Speziell ging es darum, einzuschätzen, ob Menschen den Duft als angenehm empfinden würden.

Dazu haben zunächst Probanden einige Düfte auf einer 30-teiligen Skala von sehr angenehmen bis äußerst unangenehm eingestuft. Diese Daten wurden dann genutzt, um den Algorithmus zu entwickeln, der unbekannte Gerüche einstufen soll. Dabei ist das System sehr erfolgreich. Wurden neue Düfte auf der Skala eingestuft, entsprachen die Ergebnisse zu rund 80 Prozent den Beurteilungen von Testpersonen. Ging es nur um die Frage, ob ein Geruch angenehm ist oder nicht, lag die Trefferquote des Systems sogar bei 99 Prozent.

Universelles Geruchsempfinden

Ob Menschen einen Geruch als angenehm empfinden, ist den Ergebnissen der Weizmann-Wissenschaftler offenbar primär von molekularen Strukturen abhängig. Denn obwohl das System mithilfe gebürtiger Israelis programmiert wurde, haben sich die elektronischen Dufteinschätzungen in Tests auch mit dem Geruchsempfinden äthiopischer Einwanderer gedeckt. Kulturelle Unterschiede scheinen also kaum eine Rolle dabei zu spielen, ob etwas in den Augen eines Menschen wohligh duftet oder aber stinkt.

"Wichtig ist vor allem, dass die Idee einer Wahrnehmungsachse hervorgehoben wurde", betont Sobel. Bisher herrschte nämlich Ratlosigkeit, wie ein elektronisches Gerät mit Millionen unterschiedlichen Düften klar kommen soll. "Unsere Ergebnisse zeigen, dass Geräte nicht Millionen Gerüche, sondern nur ein paar Wahrnehmungsachsen erlernen müssten", sagt der Neurobiologe. Das könnte die Entwicklung von Systemen für geruchsunterstützte Filme oder Spiele deutlich erleichtern. Dennoch sind Duft-TV und Co nach Sobels Einschätzung noch Jahrzehnte entfernt. (Ende)

Bild der Wissenschaft

Weizmann Institute of Science

Ausgabe: 2010/10
Publikumszeitschrift
erscheint: monatlich

Auflage verbreitet:
Auflage verkauft:
Anzeigenäquivalent:

Neues Deutschland

Weizmann Institute of Science

Samstag 08.05.2010
Tageszeitung
erscheint: täglich

Auflage verbreitet:
Anzeigenäquivalent:

Gibt es nur ein Universum?

Physiker zweifeln an der Gültigkeit des »anthropischen Prinzips«

Von Martin Koch

Dass der Mensch lediglich ein Zufallsprodukt der kosmischen Entwicklung sei, hielt schon Thomas Mann für eine schwer erträgliche Vorstellung. 1952 erklärte er in einem Vortrag: »In tiefster Seele hege ich die Vermutung, dass es bei jenem »Es werde«, das aus dem Nichts den Kosmos hervorrief, und bei der Zeugung des Lebens aus dem anorganischen Sein auf den Menschen abgesehen war.«

Heute sprechen Wissenschaftler, die Ähnliches vermuten, vom »anthropischen Prinzip«, demzufolge die Naturgesetze und die darin enthaltenen Konstanten exakt so sein müssen, wie sie sind, um Leben hervorzubringen. Ein Beispiel: Wäre die Gravitation nur ein wenig stärker, würde ein Stern wie die Sonne schon nach relativ kurzer Zeit ausbrennen und für eine biologische Evolution auf einem Planeten bliebe nicht genug Zeit. Wäre die Gravitation etwas schwächer, könnten aus intergalaktischen Staub- und Gaswolken keine stabilen Sterne und somit auch keine Planeten wie die Erde entstehen.

Lebt also der Mensch, um mit Gottfried Wilhelm Leibniz zu re-

den, in der besten aller möglichen Welten? In gewisser Weise ja, meint Physik-Nobelpreisträger Steven Weinberg, der das anthropische Prinzip an die Idee knüpft, dass es im Universum zahllose »Parallelwelten« gibt. Darin haben die Naturkonstanten jeweils unterschiedliche Werte. Und nur zufällig stehen diese irgendwo in einem für die Entwicklung des Lebens günstigen Maßverhältnis. Dieser höchst seltene Fall sei auf der Erde realisiert, meint Weinberg.

Das anthropische Prinzip legt generell den Schluss nahe, dass jegliche Veränderung der uns bekannten Naturgesetze eine lebensfeindliche Welt zur Folge hätte. Dem ist jedoch nicht so. Auch in Parallelwelten mit veränderten Naturgesetzen könnte Leben entstehen. Das zumindest behaupten die Physiker Alejandro Jenkins von der Florida State University (USA) und Gilad Perez vom Weizmann Institute of Science in Rehovot (Israel), deren Ansatz, dies zu belegen, als theoretisch radikal bezeichnet werden darf. Denn statt an einzelnen Gesetzen oder Konstanten nur behutsam herumzuspielen, revidierten die beiden Wissenschaftler wesentliche Teile des Standard-

modells der Elementarteilchenphysik.

Von der Gravitation abgesehen, beschreibt dieses Modell drei der vier fundamentalen Naturkräfte: den Elektromagnetismus sowie die starke und schwache Kernkraft. In der Frühgeschichte unseres Universums war insbesondere die schwache Kraft von weitreichender Bedeutung, weil sie es ermöglichte, dass Protonen sich in Neutronen verwandeln konnten. Aus vier Protonen entstanden so Helium-4-Kerne mit je zwei Protonen und Neutronen, aus denen wiederum Sterne hervorgingen, die durch Kernfusion fast alle natürlich vorkommenden Elemente erzeugten.

Was geschähe nun, wenn man die schwache Kernkraft ausschalten würde? Wie sähe das Universum dann aus? Eine verblüffende Antwort auf diese Frage gaben Jenkins und Perez in der Mai-Ausgabe der Zeitschrift »Spektrum der Wissenschaft«.

Zwar könnte sich, wie eben dargestellt, in einem »schwachen« Universum aus vier Protonen nicht Helium bilden. Eine Synthese von schweren Elementen sei aber trotzdem möglich, schreiben die Forscher. So enthält unser All un-

LOCKED-IN-PATIENTEN

GELÄHMT SCHREIBEN

Für sogenannte Locked-in-Patienten, die komplett gelähmt, aber bei vollem Bewusstsein sind, haben israelische Wissenschaftler ein Hilfsmittel entwickelt, mit dem sie kommunizieren oder auch ihren Rollstuhl steuern können. Das Verfahren des Teams um Anton Plotkin vom Weizmann Institute of Science in Rehovot setzt Druckänderungen in der Nase in elektrische Signale um. Die Gelähmten können also durch gezieltes Schniefen Steuerbefehle erteilen. Zweimal durch die Nase einatmen zum Beispiel lässt den Rollstuhl nach vorne fahren, zweimal ausatmen bedeutet rückwärts. Mit der Methode können Locked-in-Patienten auch auf einem Bildschirm schreiben. Sie kommen dabei auf 1,5 bis 3 Buchstaben in der Minute – für komplett Gelähmte ist das eine enorme Geschwindigkeit. Erste Tests mit dem Verfahren waren bereits erfolgreich.

geheuer viel mehr Materie als Antimaterie. Eine kleine Veränderung des Parameters, der diese Asymmetrie kontrolliert, würde dazu führen, dass nach dem Urknall größere Mengen des schweren Wasserstoffisotops Deuterium entstünden. Auch Sterne gäbe es in einem schwachen Universum. Sie könnten durch die Fusion von Deuteriumkernen und Protonen zu Helium-3-Kernen einige Milliarden Jahre strahlen und nebenher sämtliche Elemente bis hin zum Eisen erzeugen. Wie aber erhielte man Elemente, die noch schwerer sind? Durch eine spezielle Supernova-Explosion; antworten die Forscher und schlussfolgern: Auch in einer Welt ohne schwache Kernkraft könnte durchaus Leben entstehen.

In einem zweiten Versuch, ein neues Universum zu »erschaffen«, variierte namentlich Jenkins die Massen der drei leichtesten Quarks (up, down, strange), aus denen Protonen und Neutronen aufgebaut sind. In unserer Welt ist das down-Quark etwa doppelt so schwer wie das up-Quark und somit das Neutron um rund 0,1 Prozent schwerer als das Proton. Würde man die Quarkmassen nun so verändern, dass das Neutron zwei Prozent schwerer wäre als das Proton, gäbe es keinen Kohlenstoff und damit kein Leben im irdischen Sinn. Wäre das Proton sogar schwerer als das Neutron, fingen die Kerne des Wasserstoffs sofort ihre Hüllenelektronen ein und verwandelten

sich in Neutronen. Allerdings enthielte ein solches Universum neben Sauerstoff und Kohlenstoff vor allem Deuterium. Das heißt: Die Ozeane bestünden aus schwerem Wasser, welches sich physikalisch und chemisch von normalem Wasser wenig unterscheidet. Leben wäre also auch hier prinzipiell möglich.

Das dritte Quark, strange, ist im Rahmen der irdischen Physik zu schwer, um am Prozess der Lebensentstehung teilnehmen zu können. Hätte es jedoch ungefähr die gleiche Masse wie das up-Quark, ließen sich daraus gegebenenfalls kohlenstoffähnliche Elemente formen. Und sollten sich in einem »up-strange-Universum« gar intelligente Wesen entwickeln, würden diese vielleicht ebenfalls auf ein anthropisches Prinzip stoßen und behaupten: Up- und strange-Quarks müssen fast gleichschwer sein, um überhaupt Leben hervorbringen zu können. Ein Irrtum, wie unsere eigene Existenz belegt.

Im Anschluss an Steven Weinberg wollen auch Jenkins und Perez nicht ausschließen, dass unser Universum tatsächlich Teil eines übergeordneten »Multiversums« ist, aus dessen Vakuum ständig neue Welten entspringen. Jedoch lassen sich deren Eigenschaften nur theoretisch beschreiben. Denn überall dort, wo andere als die uns bekannten Naturgesetze gelten, haben Menschen vermutlich keine Chance zum Überleben.

Neue Zürcher Zeitung

28.07.2010

Auflage/ Seite 143009 / 49

Ausgaben 300 / J.

23198 Weizmann Institute of Science

Kommunikation via Atmung

Hilfe für Bewegungsunfähige

slz. · Vom Hals abwärts gelähmte Personen und «locked-in»-Patienten, die durch einen Hirnschaden völlig bewegungsunfähig, aber bei Bewusstsein sind, können meist nicht sprechen, aber sie sind in der Lage, ihre Atmung zu steuern. Das Team von Noam Sobel vom Weizmann-Institut in Rehovot hat nun ein Gerät entwickelt, das Atemstösse in elektrische Signale umwandelt, so dass solche Patienten über die Atmung mit ihrer Umgebung kommunizieren können.¹ Dabei erfasst eine in die Nase eingeführte dünne Kanüle die kleinen Unterschiede des Luftdrucks beim Atmen. Die daraus gewonnenen elektrischen Signale werden von einem Computer verarbeitet.

Zuerst hatten die Forscher mit Gesunden und 15 Patienten ein Schreibprogramm getestet. Dabei erschienen in alphabetischer Reihenfolge Buchstaben auf dem Bildschirm. Durch Ausatmen konnte der Proband jeweils einen auswählen. Bis auf eine Person lernten alle damit zu schreiben. Sie benötigten zwar durchschnittlich zwischen 20 und 30 Sekunden pro Buchstabe, aber weil die Patienten sich nun erstmals wieder ausführlicher mitteilen konnten, sei es für

sie laut eigenen Aussagen eine sehr grosse Verbesserung ihrer Situation gewesen, sagten die Forscher. Dann bastelte das Team eine Computersteuerung für Personen mit einem Beatmungsgerät. Hierbei lernten die Patienten, ihr Gaumensegel zu kontrollieren.

In einem nächsten Schritt erstellten die Wissenschaftler ein Programm, das den Patienten Internetsurfen inklusive der Benutzung einer Suchmaschine und das Schreiben von E-Mails ermöglichte. Als dritte Variante setzten die Forscher die Atemsignale zur Steuerung eines Rollstuhls ein. Hierbei waren immer zwei Atemstösse nötig, zum Beispiel Ein- und Ausatmen oder zweimal Einatmen, um das Gefährt nach rechts oder links, vorne oder hinten zu bewegen. Nach wenigen Versuchen konnte ein querschnittgelähmter Mann seinen Rollstuhl ähnlich geschickt wie Gesunde durch einen Parcours lenken. Das System mit der vergleichsweise einfachen Handhabung befindet sich vorerst noch im Versuchsstadium, die Wissenschaftler haben aber ein Patent darauf angemeldet.

¹ PNAS, Online-Publikation vom 26. Juli 2010.

Gerüche speichern sich beim ersten Riechen dauerhaft ins Hirn ein



Charakteristische Düfte wie etwa eine frischgemähte Wiese (links) können schlagartig eine Erinnerung an ein bestimmtes Ereignis ins Gedächtnis rufen, etwa aus der Kindheit. Diesen Mechanismus haben israelische Forscher jetzt entschlüsselt. Demnach hinterlässt ein besonderer Geruch einen bleibenden Eindruck im Gehirn, wenn er das erste Mal bewusst wahrgenommen wird. Das Alter spielt offenbar dabei keine wichtige Rolle.

In der Studie zeigten die Forscher des Weizmann-Instituts den Versuchspersonen 60 Objekte, wobei jedes mit einem anderen Geruch präsentiert wurde. Danach wurden die Probanden erneut mit den Objekten konfrontiert und sollten sich an den jeweiligen Geruch erinnern, wobei die Wissenschaftler ihre Hirnaktivität aufzeichneten. In einem zweiten Durchgang wurde der Versuch wiederholt, wobei diesmal andere Gerüche mit den Objekten gepaart wurden.

Eine Woche später kehrten die Teilnehmer ins Labor zurück. Sie bekamen die Objekte erneut und sollten sich wieder an die damit verbundenen Gerüche erinnern. Selbst wenn sie noch beide Duftnoten im Gedächtnis hatten, ging die Erinnerung an den zuerst wahrgenommenen Duft mit einer besonders regen Hirntätigkeit einher. Auffällig war die Aktivität des Hippocampus und der Amygdala: Erstere Hirnregion ist am Gedächtnis beteiligt, letztere verarbeitet Emotionen.

Anhand der typischen Hirnmuster konnten die Forscher schon am ersten Tag der Untersuchung vorhersagen, an welchen Geruch sich die Teilnehmer eine Woche später erinnern würden. Merkwürdigerweise funktionierte das allerdings nur mit Gerüchen – bei einer Wiederholung des Versuchs mit Geräuschen ließen die Töne keine Erinnerungen aufblühen. *ap*

STUTTGARTER ZEITUNG

Weizmann Institut of Science

Samstag 16.01.2010
Tageszeitung
erscheint: täglich

Auflage verbreitet:
Anzeigenäquivalent:

Ein Trainingslager für Abwehrzellen

Autoimmunkrankheiten Eines Tages, so hoffen Forscher, kann die Nanotechnik helfen, wenn Körper sich selbst angreifen. *Von Rainer Klütting*

Normalerweise ist das Immunsystem des Menschen darauf trainiert, unter den Zellen im Körper zwischen Freund und Feind zu unterscheiden. Eigene Eiweißstoffe werden toleriert, fremde attackiert. Eine wichtige Polizistenrolle spielen dabei die sogenannten T-Zellen oder T-Lymphozyten. Finden sie auf ihrer Patrouille auf den Oberflächen anderer Zellen Veränderungen oder Fremdartiges, werden sie aktiv. Einige von ihnen greifen das Fremde an, andere rufen weitere Immunzellen zur Hilfe – und wieder andere führen dazu, dass die Immunreaktion nicht über ihr Ziel hinausschießt.

Diese Letzteren, die sogenannten regulatorischen T-Zellen, könnten, so hoffen Forscher, eines Tages ein Ansatzpunkt sein, Autoimmunkrankheiten zu behandeln. Krankheiten wie etwa Diabetes Typ 1 oder die chronische Darmentzündung Morbus Crohn entstehen, weil das Immunsystem überreagiert und körpereigene Zellen als Feinde identifiziert. Die Ursachen können in den Genen liegen oder auf Umwelteinflüsse zurückgehen. Sie können aber auch darin liegen, dass das Immunsystem irgendwann in seiner Entwicklung etwas Falsches gelernt hat. Das Fatale ist, dass es solche einmal gelernten Fehler nicht wieder vergisst. Doch für den Kranken wäre es eine große Hilfe, wenn es gelänge, die regulatorischen T-Zellen dazu zu bringen, ihre Rolle als Friedensstifter auf diesen körpereigenen Streit auszudehnen.

Dem ein Stück näherzukommen ist das Ziel eines von zwei Forschungsprojekten, mit denen sich Joachim Spatz und einige seiner Mitarbeiter vom Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart-Büsnau in den nächsten vier Jahren intensiv

beschäftigen werden. Wie berichtet, hat die Europäische Union Spatz' Abteilung „Neue Materialien und Biosysteme“ zum Koordinator von zwei Forschungsprojekten gemacht, für die sie insgesamt 9,1 Millionen Euro in vier Jahren zur Verfügung stellen wird. Beteiligt sind zwanzig Partner aus Europa und Israel, darunter außer den Wissenschaftlern um Spatz Forscher der Universität Tübingen und ein Biotechnologie-Unternehmen in Heidelberg. Weitere Forschergruppen und Firmen haben ihren Sitz in Deutschland, Italien, Norwegen, Schweden, der Schweiz, Frankreich und Israel.

Zu einem ersten Treffen haben sich die Beteiligten in dieser Woche in Stuttgart versammelt, um einander ihre Interessen und Forschungsfragen vorzustellen. Eine besonders aktive Gruppe war aus dem Weizmann-Institut in Rehovot, Israel, angereist. Bei der

Vorstellung des T-Zellen-Projekts bestätigte Spatz, dass die Israeli um seinen Kollegen Benjamin Geiger „das Projekt vorangetrieben“ hätten. Der Verdienst, die EU überzeugt zu haben, gehe neben den Mitarbeitern seiner Arbeitsgruppe an die Israeli. Sie hätten „die meisten Anträge geschrieben“, und „der Löwenanteil des Ruhms“ gehe an sie. Letztlich, sagte er der STZ, sei die gute Infrastruktur des Max-Planck-Instituts ausschlaggebend für die Wahl Stuttgarts als Koordinationsstelle gewesen.

Eine Stärke der Arbeitsgruppe um Spatz ist die Herstellung von Oberflächen mit Strukturen im Nanobereich, also in Größenbereichen von Millionstel Millimetern. So ist es etwa möglich, Goldpartikel derart zu formen, dass bestimmte biologische Mo-

leküle an ihnen andocken. Diese Goldpartikel lassen sich dann in einem vorgegebenen Muster auf einer biologisch nicht aktiven Unterlage unterbringen. Zwischen die Goldpartikel können Spatz und seine Mitarbeiter unterschiedlich dicht gepackte Partikel etwa aus Titandioxid platzieren, an denen andere Moleküle andocken. So lassen sich Reaktionen zwischen Biomolekülen gezielt steuern und beobachten. Und so, das hoffen die Forscher, könnten sich bald auch T-Zellen gezielt trainieren lassen.

Daher hat das Projekt seinen Namen. Das Kürzel „Nano-II“ ist abgeleitet aus der englischen Bezeichnung für „Nanoskopisch gestützte Zuführung und Vermehrung von regulatorischen Zellen zum Zwecke der Behandlung von Autoimmun- und entzündlichen Prozessen“. Die beiden „I“

„Die EU-Behörden erhoffen sich eine Menge guter Ergebnisse.“

Joachim Spatz,
Max-Planck-Institut

stehen für „immune“ und „inflammatory“ (entzündlich). Nano-II wurde von der EU als bestes europäisches Projekt ausgezeichnet. „Die EU-Behörden erhoffen sich eine Menge guter Ergebnisse“, sagte Spatz.

Das zweite Projekt, ausgestattet mit dem kleineren Budgetanteil von 3,8 Millionen Euro, heißt Nano-Card, abgeleitet aus „Nanostrukturierte Gerüste für aktive Herzmuskelimplantate (myocardial implants)“. Ziel ist, mit Hilfe der beschriebenen Nano-Oberflächen aus Stammzellen eines herzkranken Menschen neue Herzmuskelzellen zu züchten. Eine im Labor gewachsene Matte aus solchen Zellen könnte man dann etwa auf das nach einem Herzinfarkt vernarbte Gewebe legen. Die Hoffnung ist, dass neues, funktionsfähiges Herzgewebe entsteht und die Aufgabe des abgestorbenen Gewebes übernimmt. Vier Jahre, meint Spatz, werden dafür aber nicht ausreichen. Bis das Verfahren reif für die Klinik sei, würden, so schätzt er, gut und gerne zehn Jahre vergehen.

Identifiziert: Synthetischer Stoffwechselmechanismus

Für verbesserte CO₂-Aufnahme

Bei ausreichendem Angebot von Wasser, Licht und Nährstoffen ist die Aufnahme von Kohlendioxid (CO₂) aus der Luft ein entscheidender Faktor für das Pflanzenwachstum. In modernen landwirtschaftlichen Erzeugungssystemen kann Kohlendioxid bei Anwendung von Düngemitteln und Beregnung tatsächlich der limitierende Faktor für den Ertrag sein. Deshalb richtet die Grundlagenforschung immer wieder ihr Interesse auf die Verbesserung der Kohlenstofffixierung - dem Prozess, der dafür sorgt, dass der Luft-Kohlenstoff in die organischen Bestandteile der Pflanze eingebaut wird.

Das ist die Grundlage für jede nachhaltige Nahrungsmittel- und Energiepflanzenerzeugung. Frühere Versuche, die Rate der CO₂-Fixierung von Enzymen innerhalb des natürlichen Photosyntheseprozesses zu steigern, waren nur bedingt erfolgreich.

Deshalb hat nun Ron Milo, Biophysiker am israelischen Weizmann Institut, nach effizienteren Wegen gesucht. Er ging dabei der Frage nach, ob völlig neuartige synthetische Zyklen erfunden werden könnten, um die Effizienz zu steigern.

Mit Hilfe von mathematischen Berechnungen fand das Forscherteam um Milo unter Verwendung

des gesamten Repertoires von etwa 5000 bekannten natürlichen Stoffwechsellzymen einen Weg zur Kombination neuer Mechanismen.

Die Studie zeigte, dass einige der gefundenen synthetischen Stoffwechselwege nachweisbare Vorteile gegenüber den natürlichen Prozessen aufweisen.

Einer der gefundenen Zyklen erwies sich als zwei- bis dreimal effektiver als der natürliche „Calvin-Benson-Zyklus“, bei dem innerhalb der Photosynthese Kohlendioxid zu Glucose und Wasser reduziert wird. Die Wissenschaftler versprechen sich von der möglichen Einschleusung eines solchen Stoffwechselprozesses große Chancen für die Ertragssteigerung bei Nutzpflanzen. Doch bei der Einschleusung dieser Prozesse in lebende Pflanzen würden einige Schwierigkeiten auftreten.

Vergleichbar mit einer Herztransplantation könnten die Nutzpflanzen fremde Zellen abstoßen oder Kollisionen mit den existierenden Stoffwechselzyklen innerhalb der Pflanzen auftreten. Möglicherweise könnte aber unter kontrollierten und optimierten Wachstumsbedingungen die natürliche Selektion nutzbar gemacht werden, um diese Hürden zu überwinden. *aid*

»OBSERVER«

A-1020 Wien, Lessinggasse 21
www.observer.at, E-Mail: info@observer.at
Fon: +43 1 213 22 *0, Fax: +43 1 213 22 *300

Kronen Zeitung Wien

Wien, 25.6.2010

Seite 6

Der menschliche Mut sitzt im Frontallappen

Tel Aviv. – In Versuchen mit Magnetresonanztomografen haben Forscher des Weizmann-Instituts in Israel den Sitz des menschlichen Muts im Frontallappen der Großhirnrinde lokalisiert. Wer Angst überwand, wurde klar identifiziert.

Datum: 23.04.2010



Bern

20 Minuten Schweiz
3001 Bern
031 / 384 84 20
www.20min.ch

Frankfurter Allgemeine SONNTAGSZEITUNG

Weizmann Institute of Science

08.08.2010, Ausg. 2010/31
Wochenzeitung
erscheint: wöchentlich

Auflage verbreitet:
Auflage verkauft:
Anzeigenäquivalent:

Sich auf Gras betten

Auch der Neandertaler hatte es gern weich und warm. Das belegen Funde in der Höhle von El Esquilieu in Nordspanien, die vor rund 45.000 Jahren einer Gruppe von Frühmenschen als Wohnraum diente. Um eine zentrale Feuerstelle herum fand das Archäologenteam von Dani Cabanes vom israelischen Weizmann-Institut eine Vielzahl von sogenannten Phytolithen. Das sind winzige Kieselsäurepartikeln aus den Zellen von Gräsern. Offenbar haben die Neandertaler Wiesenpflanzen als Sitz- und Schlafunterlagen benutzt und ihre Polster regelmäßig erneuert, schreiben die Autoren im *Journal of Archaeological Science*.

Im Alzheimer-Labor

ZÜRICH. Alzheimer kündigt sich oft durch einen Verlust des Geruchssinns an. Dies, weil abgestorbene Nervenzellen in der fürs Riechen zuständigen Hirnregion nicht mehr durch neue Zellen ersetzt werden. Yoran Beldengrün (19) hat im Rahmen seiner Maturaarbeit untersucht, welche Rolle das Protein mit dem Namen BAG-1 bei der Entwicklung von Neuronen spielt. Am Weizmann-Institut in Israel hat er im Experiment erforscht, wie das Protein die Entwicklung von neuronalen Stammzellen beeinflusst. Ergebnis: Je mehr BAG-1



Yoran Beldengrün, ZVG

vorhanden ist, desto weniger Stammzellen bilden sich zu Neuronen aus. Dies passt zu aktuellen Forschungsergebnissen, gemäss welchen die Werte dieses Proteins bei Alzheimer-Patienten erhöht sind. MHU

Mit Dickkopf und langem Atem

Nobelpreisträgerin denkt
noch nicht ans Aufhören

VON NICOLA ZELLMER

Hannover. Gesellschaftliche Vorgaben interessieren Ada Yonath nur wenig. Um zu erklären, wie ein Ribosom aufgebaut ist, bedient sich die 71-Jährige mit den wachen Augen und den wirren Haaren kurzerhand der Blumendekoration auf dem Frühstückstisch und ordnet die Stengel neu an. „Innen sitzt ein sehr alter Teil mit einer Art Tasche, in der chemische Reaktionen stattfinden. Drumherum liegt das moderne Ribosom“, erklärt die aus Israel stammende Biologin. „Am Weizmann-Institut schauen wir uns derzeit den alten Teil genauer an, um zu erfahren wie sich dieser entwickelt hat.“

Ribosomen, relativ große Komplexe aus Proteinen und spezieller Erbsubstanz, die in allen lebenden Zellen als Proteinfabriken dienen, sind seit 30 Jahren Ada Yonaths Forschungsgegenstand. Fast genauso viel Zeit hat sie darauf verwandt, mithilfe von Röntgenstrahlung die Struktur der Komplexe aufzuklären – ein Vorhaben, das die meisten Forscher zu Beginn ihrer Arbeit für unmöglich hielten. Doch die hartnäckige Biologin hat es in akribischer Kleinarbeit geschafft. 2009 erhielt sie für die Röntgenstrukturanalyse der Ribosomen gemeinsam mit Venkataraman Ramakrishnan und Thomas A. Steitz den Nobelpreis für Chemie. Geholfen hat ihr der starke Wille, Unbekanntes zu erklären. „Wissenschaft braucht immer ein inneres Feuer“, sagt die Forscherin.

Inzwischen hat Yonath zudem die Funktionsweise von mehr als 20 Antibiotika aufgeklärt, die die Proteinproduktion in Bakterienribosomen angreifen. Und ihre Neugier ist noch lange nicht am Ende. „Wenn man eine Frage zu den Ribosomen beantwortet hat, tauchen tausend neue auf“, sagt sie und dreht ein Ribosomenmodell aus weißem Plastik in den Händen. Aufhören kommt für die 70-Jährige daher überhaupt nicht infrage. Und der Nobelpreis hat ihre Position gestärkt. Denn die begehrte Auszeichnung hat ihr in Israel den Status einer Vizepräsidentin verschafft. So darf sie weiterhin Forschungsgelder annehmen, was anderen Seniorwissenschaftlern in dem Nahostland untersagt ist.

Zudem hat der Nobelpreis Ada Yonaths Stimme mehr Gehör verschafft. Und auf einmal interessiert die Leute, was die unkonventionelle Forscherin zu sagen hat, die gerne Frieden in ihrer Region sehen würde. „Wir sollten helfen, die Motivation für Terrorismus zu minimieren“, sagt sie, stellt aber gleichzeitig klar, dass sie sich nicht gerne öffentlich zur Politik äußert: Denn das könnte missverstanden werden. Wie schnell das geht, hat sie erlebt, als sie sich kurz nach der Verleihung des Nobelpreises in einem Radiointerview für die Freilassung von palästinensischen Häftlingen aussprach. Ihre Aussage sei verkürzt worden, sagt sie. Was übrig blieb, führte zu einer wahren Flutwelle von Kritik – aber auch einigen positiven Stimmen. „Ich rede lieber über Wissenschaft“, sagt Ada Yonath heute.

Trotzdem hat eines ihrer Lieblingsprojekte viel mit Politik zu tun. Obwohl sie für ihre eigene Arbeit modernere Teilchenbeschleuniger wie Desy in Hamburg



Frühstück mit Ribosomenmodell: Die Nobelpreisträgerin Ada Yonath. MPG/Snatzke

nutzt, hat die Nobelpreisträgerin das Synchrotronlabor Sesame im jordanischen Al-Balqa ins Herz geschlossen. Kernstück des Unesco-Projektes ist der 1999 in Berlin ausgemusterte Speicherring Bessy I, der durch ein neues Modell ersetzt wurde. Sesame steht Wissenschaftlern aus Israel, der Türkei, Jordanien, dem Iran, Ägypten und anderen arabischen Ländern offen. „Ich nenne ihn den Friedensbeschleuniger“, sagt die 70-Jährige. Über die Wissenschaft kommen dort auch Angehörige eigentlich verfeindeter Nationen zusammen.

Ein weiteres Thema, das Ada Yonath umtreibt, ist die Stellung der Frauen in der Wissenschaft. „Frauen gehen heute meist den Weg, den die Gesellschaft von ihnen erwartet“, sagt sie und plädiert für mehr Mut zur Karriere. Wissenschaft und Kinder seien durchaus vereinbar, meint Ada Yonath, die ihre Tochter mithilfe von Tagesmüttern großgezogen hat. Am amerikanischen Massachusetts Institute of Technology bei Boston war sie damals eine Rarität. „Es gab 7000 Frauen an der Uni, aber nur ein Kleinkind“, sagt sie und schüttelt die grauen Locken.

Als Rabenmutter hat sie sich trotz der hohen Arbeitsbelastung in der Forschung und der häufigen Nachtarbeit nie gesehen. „Wenn meine Tochter nach Hause kam, gab es kein warmes Mittagessen wie bei den Nachbarn“, erklärt sie. „Dafür fand sie, dass ich die beste Mutter der Welt bin, weil ich Barbiepuppen aus allen Ländern mitgebracht habe. Man kann auch abseits von warmem Essen eine Menge Liebe geben.“

WEIZMANN-INSTITUT

Ein Gen verbindet

Fettsucht und Diabetes mit Stress

Für den ständigen Stress in unserer modernen Gesellschaft zahlen viele einen hohen Preis: Angststörungen und Depressionen, aber auch Stoffwechselstörungen wie Fettsucht, Typ-2-Diabetes und Arteriosklerose wurden alle mit Stress in Verbindung gebracht.

Diese Probleme haben bereits endemische Ausmasse angenommen: Allein von Diabetes werden bis zum Jahre 2030 etwa 360 Millionen Menschen betroffen sein. Jeder, der einmal vor einer wichtigen Prüfung unbedingt ein Stück Schokolade essen wollte, versteht instinktiv die Verbindung zwischen Stress und Veränderungen im Appetit und ängstlichem Verhalten. Nun hat die Wissenschaft auch Belege dafür finden können,

«Alle Körpersysteme sind in die Stressreaktion involviert.»

obwohl die genauen Gründe noch nicht restlos geklärt sind. Alon Chen vom Fachbereich Neurobiologie am Weizmann-Institut und sein Forschungsteam haben entdeckt, dass Veränderungen in der Aktivität eines einzigen Gens im Gehirn Mäuse nicht nur zu verängstigttem Verhalten veranlassen, sondern auch zu metabolischen Veränderungen führen, die bei Mäusen die Symptome einer

Typ-2-Diabetes hervorrufen. Diese Ergebnisse wurden in dieser Woche in der Online-Ausgabe von «Proceedings of the National Academy of Sciences» veröffentlicht.

Ucn3 im Visier

Alle Körpersysteme sind in die Stressreaktion involviert, damit der Mensch mit Bedrohungen und Gefahren umgehen kann. Verhaltensänderungen, die mit Stress verbunden sind, sind erhöhte Angst und Konzentration, während andere Veränderungen im Körper auch den Anstieg der Körpertemperatur, Veränderungen im Metabolismus verschiedener Substanzen und sogar Veränderungen in Präferenzen für Nahrungsmittel umfassen. Was haben all diese Erscheinungen gemein? Das Weizmann-Team verdächtigte ein Protein: das Urocortin-3 (Ucn3). Dieses Protein wird insbesondere in Zeiten von Stress in bestimmten Gehirnzellen produziert

Datum: 28.05.2010



Sonderbeilage

JM Jüdische Medien AG
8027 Zürich
044/ 206 42 22
www.tachles.ch

und ist dafür bekannt, dass es eine Rolle in der Regulierung der Stressreaktion spielt. Diese Nervenzellen haben Verlängerungen, die als eine Art Schnellstrasse dienen und das Ucn3 sehr schnell an zwei andere Stellen im Gehirn transportieren: Ein Ort ist der Hypothalamus, das Gehirnzentrum für die hormonelle Regulierung grundlegender Körperfunktionen, welche unter anderem über Messungen von Substanzveränderungen das Hunger- und Sättigungsgefühl kontrolliert. Der andere Ort befasst sich mit der Verhaltensregulierung, auch der Angstintensität. Nerven-

zellen in diesen beiden Hirngegenden haben besondere Rezeptoren für Ucn3 auf ihren Oberflächen, und das Protein bindet sich an diese Rezeptoren an, um eine Stressreaktion zu initiieren.

Angst und Zuckerverbrennung

Die Forscher entwickelten eine neuartige Methode zur Beeinflussung der Aktivität einzelner Gene in einer Hirngegend, mit der sie die Ucn3-Mengen, die genau an der Stelle produziert werden, anhoben. Dabei stellten sie fest, dass höhere Proteinmengen zwei unterschiedliche Wirkungen hatten: Das Angstverhalten der Mäuse steigerte sich und in ihrem Körper vollzogen sich ausserdem auch metabolische Veränderungen. Bei grossen Ucn3-Mengen verbrannten ihre Körper mehr Zucker und weniger Fettsäuren und ihre metabolische Rate steigerte sich. Diese Mäuse zeigten das erste Stadium von Typ-2-Diabetes: Ein Sturz der Muskelsensibilität auf Insulin, der die Zuckeraufnahme in diese Zellen verzögerte und den Blutzuckerspiegel anhob. Die Bauchspeicheldrüse produzierte daraufhin grössere Insulinmengen, um für das entstandene «Defizit» aufzukommen. «Wir zeigten, dass die Aktivität eines einzigen Gens an nur einer Stelle im Gehirn bedeutenden Einfluss auf den Metabolismus im gesamten Körper haben kann», sagt Chen. Dieser Mechanismus, der der noralgische Punkt zu sein scheint, welcher die Stressniveaus mit metabolischen Krankheiten verbindet, könnte in Zukunft den Weg zur Behandlung oder Verhinderung einiger stressbedingter Krankheiten weisen. [TA]

WEIZMANN-INSTITUT

FORSCHUNG AUF WELTNIVEAU

> Das Weizmann-Institut in Rehovot, Israel, gehört zu den weltweit führenden multidisziplinären Forschungseinrichtungen. Seine 2600 Wissenschaftler, Studenten, Techniker und anderen Mitarbeiter sind in einem breiten Spektrum naturwissenschaftlicher Forschung tätig. Zu den Forschungszielen des Instituts gehören die Suche neue Möglichkeiten im Kampf gegen Krankheit und Hunger, die Untersuchung wichtiger Fragestellungen in Mathematik und Informatik, die physikalische Erforschung der Materie und des Universums und die Entwicklung neuer Werkstoffe und Strategien für den Umweltschutz. [TA]

