

Die Sprache des Gehirns

Gedankenlesen, Gedächtnispillen, Hirnprothesen – all das klingt nach Science-Fiction und wird doch in den Labors der Neurowissenschaftler bereits Wirklichkeit. Forscher stehen davor, den Code zu knacken, mit dem Ideen und Erinnerungen im Hirn verschlüsselt sind.



Es ist ein seltsamer Anblick, wie Joe Tsien das größte Rätsel der Hirnforschung lösen will: Der Molekularbiologe stößt einer Maus ein Kabel an den Kopf und setzt das Tier sodann in einen Kasten aus Plexiglas. Die Box befestigt Tsien an einer weißen Kordel, zieht den Miniaturaufzug über eine Rolle in die Höhe – und lässt los: Einen halben Meter saust die Maus in die Tiefe; einige Lagen Küchenrolle dämpfen den Aufprall.

„Muss es sich nicht so anfühlen, wenn man mit einem Fahrstuhl in die Tiefe rast?“, fragt Tsien. Und der Mann hat noch weitere künstliche Katastrophen auf Lager. Den Luftzug durch das Flügelschlagen einer Eule simuliert der aus China stammende Gelehrte, indem er einer Maus einen Luftstoß aus einer Pressluftflasche auf den Rücken bläst: „Pffft“, macht es. In Panik huscht die Maus davon.

Dann gaukelt der Professor vom Medical College of Georgia im amerikanischen Augusta seinem Versuchstier ein Erdbeben vor: Einen Plexiglastier mit einer verkabelten Maus darin drückt er dazu auf eine brummende Schüttelmaschine und lässt sie 200 Millisekunden lang vibrieren.

„Für die Tiere sind das gravierende Erlebnisse“, erklärt Tsien, 46. „Ich will enträtseln, wie sich die Erinnerungen daran in ihrem Gehirn ablegen.“

Zu diesem Zweck laufen die katastrophenerprobten Mäuse so sonderbar verkabelt herum. 96 Elektroden stecken je-

weils in einem Kopf und haben direkten Kontakt mit Nervenzellen des Hippocampus – also jener Hirnregion, die als Portal der Erinnerung gilt.

Vom Schädel führt das Kabel in die Höhe, wo es an einem mit Helium gefüllten Ballon hängt: Dank dieser Schwebekonstruktion verheddert sich das Tier nicht in der Strippe. Vom Ballon führt das Kabel schließlich zu einem Hochleistungsrechner: In Echtzeit können Tsien und seine Kollegen die elektrische Aktivität von bis zu 260 einzelnen Nervenzellen messen.

Dutzenden Mäusen hat Tsien bereits mit seinen Labor-Katastrophen mitgespielt. Die Nervenzellen feuerten „schnell und stürmisch“ (Tsien) – und hinterließen einen Datensatz, so riesig, dass sich die Forscher zunächst keinen Reim darauf machen konnten. Nach den ersten Tierversuchen mussten Tsien und sein Kollege, der Mathematiker Remus Osan, die scheinbar wirren Muster ein ganzes Jahr lang analysieren und analysieren und analysieren. Dann erst stand fest: In den Gehirnen unterschiedlicher Mäuse werden die jeweiligen Katastrophen in verblüffend ähnlicher Weise verarbeitet und abgespeichert.

„Die mathematischen Beschreibungen dieser Muster sind alle gleich, egal ob sie von Maus A, B oder C stammen“, sagt Tsien. Das aber heißt umgekehrt: Die Forscher können im Gehirn einer beliebigen Maus lesen. Denn anhand der Muster können sie nun umgekehrt sagen: Dieses Tier



Hirnstrommessung bei einem autistischen Kind*: Signale, die sich ausbreiten wie ein Gewitter in einer Sommernacht

hat ein Erdbeben erlebt. Oder es wurde von einer Eule angegriffen.

„Das bedeutet“, sagt Tsien, ein zierlicher Mann in kariertem Hemd und Leinwandhose, „wir können in die Erinnerung der Mäuse schauen.“

Eine, die sich ebenfalls in fremden Gehirnen umschaut, ist die Psychologin Svetlana Shinkareva. Im ersten Stock des Palmetto Health Richland Hospital in Columbia, South Carolina, öffnet sie eine Tür mit der Aufschrift „Vorsicht! Starker Magnet jederzeit angeschaltet“ und zeigt auf ein nagelneues Kernspin-Gerät von Siemens. In der engen Röhre liegt eine junge Probandin, die über zwei kleine Spiegel auf einen Monitor schaut.

Kaum hat Shinkareva, 33, die Tür von außen verriegelt, setzt sich um die Testperson herum der Kernspin dröhnend in Gang. In der linken Hand hält sie einen Panikknopf; den kann sie drücken, falls sie in der Röhre Platzangst kriegen sollte. Doch die Frau liegt entspannt und sieht jetzt drei Wörter, die auf dem Monitor auftauchen: „Gnade“, „Sympathie“, „Mitleid“. Der Kernspin überwacht unterdessen jeden Winkel ihres Gehirns: Präzise protokolliert die Maschine, wo sich darin wie stark die Durchblutung verändert.

Mit diesen und anderen Versuchen bereitet Shinkareva eine neue Studie vor, in der sie herausfinden will, mit welchen neuronalen Prozessen abstrakte Begriffe im menschlichen Gehirn verarbeitet und gespeichert werden.

Lehrreiche bunte Bilder des Denkkorgans hat die Forscherin allerdings nicht sofort parat. Der Rechner im Nebenraum spuckt lediglich einen Zahlensalat aus, der ohne Hilfsmittel nicht zu verdauen ist. „Ich brauche einen halben Tag, bis ich die Daten ausgewertet habe“, seufzt Shinkareva, die in Moskau aufgewachsen ist und dann in den USA Statistik und Psychologie studiert hat.

In den vergangenen Monaten hat Shinkareva besonders viele Abende und Wochenenden am Computer verbracht. Und ihre Mühe, so scheint es, wurde mit einer Sensation belohnt: Die emsige Neurowissenschaftlerin kann nun Gedanken lesen.

Nicht weniger geht aus jener Studie hervor, die Shinkareva kürzlich mit Kollegen der Carnegie Mellon University in Pittsburgh im Fachblatt „PLoS One“ vorgelegt hat. Die Forscher hatten jeweils elf gesunden Testpersonen Zeichnungen von fünf Werkzeugen (wie Hammer oder Bohrer) und von fünf Behausungen (wie Burg und Iglu) gezeigt und unterdessen ihre Gehirne durchleuchtet.

Dank ihrer Rechner hat Shinkareva einen Weg entdeckt, den Code des Gehirns zu entziffern. Denken zwei Menschen an einen Hammer, so erzeugen beide Hirne ähnliche Signalmuster – dies ist der erste experimentelle Hinweis darauf, dass in allen Gehirnen Bilder von Gegenständen verblüffend gleich verarbeitet werden.

* An der York University in Toronto, 2006.

Eindrucksvoll bestätigt hat sich dies, als die Forscher die Versuchsbedingungen weiter erschwerten. Im nächsten Schritt versuchten sie, die Gedanken ihrer Testpersonen allein aus den Kernspin-Mustern zu entschlüsseln. Und siehe da: Mit einer Zuverlässigkeit von 78 Prozent konnten sie sagen, ob der Mensch in der Röhre an einen Hammer oder an eine Zange dachte. Bei einem Probanden lag die Trefferquote sogar bei 94 Prozent.

„Im Prinzip“, sagt Shinkareva, „können wir anhand der Hirnaktivität erkennen, was ein Mensch gerade denkt.“

Unversehens rückt damit eine Vision näher, die Sehnsucht und Urangst der Menschheit gleichermaßen ist: Gedankenlesen, Gedächtnispillen, Hirnprothesen – all das scheint plötzlich in Reichweite zu kommen. Zugleich aber zeichnet sich am Horizont die Möglichkeit totalitärer Überwachung ab, wie sie George Orwell in „1984“ beschrieb: Der „Große Bruder“ kontrolliert in dem Roman des britischen Autors mit Hilfe von Televisoren alle Regungen der Untertanen. Und wer auch nur im Geiste den Aufstand wagt, wird bestraft – wegen eines Gedankenverbrechens.

Im farnamen Science-Fiction-Film „Matrix“ wiederum sind fast alle Menschen an ein weitverzweigtes Computerprogramm angeschlossen: Sie leben, überwacht von einer Maschinenintelligenz, in einem künstlichen Universum, eben der Matrix. Wie ferngesteuert existieren die Menschen vor sich hin und merken gar nicht, dass sie

unterjocht werden von superintelligenten Robotern.

Schritt für Schritt wird nun in den Labors Wirklichkeit, was eben noch pure Science-Fiction war. Fast im Wochentakt berichten Hirnforscher über neue, aufregende Experimente. Anfang März etwa meldeten US-Neurowissenschaftler im Wissenschaftsmagazin „Nature“: Aus den Hirndaten könne man auch lesen, was für ein Bild ein Mensch gerade betrachtet – ich sehe das, was du siehst. Eines Tages, frohlockt der an den Versuchen beteiligte Psychologe Jack Gallant, „könnte es sogar möglich sein, den bildlichen Inhalt von Träumen zu rekonstruieren“.

Diese Durchbrüche bringen jetzt Bewegung in ein Feld, in dem bis vor gar nicht langer Zeit noch pure Ratlosigkeit herrschte. Zwar verrieten winzige Elektroden und tonnenschwere Kernspin-Geräte, welche Hirnregion gerade aktiv ist, wenn ein Mensch redet, Auto fährt oder Sex hat. Doch auf die entscheidende Frage blieb die Antwort aus: Für welche konkreten Inhalte stehen die verwirrenden Signale eigentlich?

Das ändert sich jetzt. „Jeder Gedanke geht mit einem eigenen Muster von Hirnaktivität einher: mit einem jeweils einzigartigen, unverwechselbaren Gedankenabdruck“, sagt John-Dylan Haynes, ein junger Neurowissenschaftler, der am Bernstein Center for Computational Neuroscience in Berlin arbeitet und zugleich eine Gruppe am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig leitet: „Seit einiger Zeit können wir Computerprogramme schreiben, die diese Muster erkennen. Wenn man ein solches Gehirnmuster vorfindet, weiß man, was eine Person gerade denkt.“

Je mehr die Forscher solche Software ausprobieren und verfeinern, desto verblüffender ihre Ergebnisse. In noch unveröffentlichten Experimenten, sagt der US-Psychologe Marcel Just, sei er sogar einem allgemeinen Zusammenhang zwischen Gedanken und ihrem Abbild im Gehirn auf der Spur. „Wir haben eine Theorie, mit der wir das Gedankenmuster eines Wortes vorhersagen können“, erklärt Just, 60, mit aufgeregter Stimme. Und etwas leiser fügt er hinzu: „Vielleicht haben wir den Code des Gehirns geknackt.“

So wie einst die Molekularbiologen James Watson und Francis Crick die Struktur des Erbmoleküls aufklärten und so die Voraussetzung für das Verständnis des genetischen Codes legten, so hoffen jetzt Tsien, Shinkareva, Haynes, Just und andere, dabei zu sein, wenn ein noch größeres Rätsel verstanden wird: Wie lautet die Spra-

che, mit der Gedanken und Ideen, Bilder und Erinnerungen, Freude und Trauer im Denkkorgan verschlüsselt werden?

„Das Gehirn benutzt bestimmte Regeln, um elektrische Aktivität in Wahrnehmungen, Erinnerungen, Wissen und Verhalten umzuschreiben“, sagt Tsien. „Und wenn wir diesen Code einmal verstanden haben, dann können wir die ganze Information im Hirn lesen.“

Der Hirnforscher Anders Sandberg von der University of Oxford etwa meint es

„Eines Tages werden wir unsere Gehirne auf einen Computer laden können – was uns eine Art von Unsterblichkeit beschert wird.“

ernst, wenn er verkündet: „Ich bin ziemlich zuversichtlich, dass wir unsere Gehirne eines Tages auf einen Computer laden können – was uns eine Art von Unsterblichkeit beschert wird.“

Anderer Forscher stimmt das nachdenklich. Geraint Rees vom University College in London beispielsweise warnt vor einer Zukunft, in der Gedanken nicht mehr frei sein werden. In Deutschland wiederum ist es der Max-Planck-Forscher Haynes, 37,

der eine breite Diskussion für überfällig hält: „Sie können sich als Forscher gar nicht auf dieses Feld einlassen, ohne die ethischen Belange zu diskutieren.“

Wären Apparaturen zum Gedankenlesen nicht in der Tat bestens geeignet, Untertanen auszuspionieren? Könnten solche Hirndurchleuchter auch Marketingstrategen dazu dienen, die Sehnsüchte und Schwächen der Konsumenten auszuspionieren und ihnen auf diese Weise das Geld aus der Tasche zu ziehen? Und würden Militärs die Verschmelzung von Mensch und Maschine nicht nutzen wollen, um kybernetische Organismen, Cyborgs, in die Schlachten der Zukunft zu schicken?

Andererseits könnten solche Geräte auch dazu beitragen, Verbrecher der Lüge zu überführen oder kranken Menschen zu helfen. Psychologe Just hat in Pittsburgh bereits die Gehirne von zwölf Autisten im Kernspin untersucht. Er sagt: „Wir wollen verstehen, ob Denkvorgänge bei Autisten anders ablaufen als bei Gesunden.“

Aber auch Menschen, die in einem gelähmten Körper gleichsam eingekerkert sind und nicht sprechen können, öffnet sich womöglich ein Tor, durch das sie erstmals wieder mit der Außenwelt in Verbindung treten können. Noch sind Totalgelähmte wie Jean-Dominique Bauby, dessen Geschichte derzeit der vielfach gerühmte Kinofilm „Schmetterling und Taucherglocke“ erzählt, auf winzige Bewegungen von Augenlidern oder Fingerspitzen angewiesen, wenn sie sich mitteilen wollen. Doch nun entwickeln Ärzte und Informatiker in Tübingen und in Berlin Apparate, die als Schnittstelle zwischen Maschinen und Gehirnen dienen sollen (siehe Kasten Seite 142).

Schließlich verbirgt sich hinter all den möglichen Anwendungen die Aussicht, eines der größten Menschheitsrätsel überhaupt zu lösen: „Den neuralen Code zu knacken bedeutet zu verstehen, wer wir eigentlich sind“, verkündet Miguel Nicolelis von der Duke University in Durham, North Carolina. „Unser Vermögen zu sprechen, zu lieben, zu hassen und die Welt um uns herum wahrzunehmen sowie unsere Erinnerungen, unsere Träume, ja sogar die Geschichte unserer Art sind entstanden aus dem Zusammenspiel vieler kleiner elektrischer Signale, die sich in unserem Gehirn ausbreiten wie ein Gewitter, das in einer Sommernacht über den Himmel fegt.“

Wie diese Ströme dazu führen können, dass Gefühle, Bilder und Dialoge im Gehirn nicht nur niedergelegt werden, sondern sich



Psychologin Shinkareva: Gnade, Sympathie, Mitleid?

BRETT FLASHNICK / WPI

auch gezielt und mit rasender Geschwindigkeit wieder abrufen lassen, darüber zerbrechen sich die Neurowissenschaftler seit mehr als hundert Jahren den Kopf.

Der spanische Neuroanatom Santiago Ramón y Cajal (1852 bis 1934) gehörte zu den Ersten, die ahnten, dass es eine Frage elektrischer Kontakte ist: Die Speicherung von Information geht einher mit veränderten Verbindungen zwischen den Nervenzellen, an den sogenannten Synapsen.

Ein halbes Jahrhundert später entwickelte dann der kanadische Psychologe Donald Hebb diese Vorstellung weiter: Nervenzellen, die im gleichen Augenblick elektrische Signale abfeuern, stärken ihre Verbindungen untereinander. Auf diese Weise werden Erinnerungen ins Nervenzellgeflecht eingeschrieben.

Mit einem speziellen Mikroskop gelang es schließlich dem Physiker Tobias Bonhoeffer und seinen Mitarbeitern am Max-

Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried bei München, diese Veränderungen sogar sichtbar zu machen: Wenn eine Nervenzelle angeregt wird, dann sprießen auf ihrer Oberfläche winzig kleine Dornen, wachsen auf andere Nervenzellen zu und docken dort an. Lassen die Reize nach, dann bilden sich diese Dörnchen wieder zurück.

„Zum ersten Mal konnten wir live beobachten, wie das Gehirn beim Lernen seine Verschaltungen ändert“, erinnert sich Bonhoeffer.

So faszinierend solche Einblicke in die Mikrowelt der Zellen auch waren – das Bild fürs Große konnten sie zunächst nicht entscheidend erhellen. Die Erkenntnis, dass Signale von einer Nervenzelle zur nächsten fließen, sagt nichts darüber aus, was diese Signale tatsächlich bedeuten – und schon gar nichts darüber, wie große Verbände von Nervenzellen zusammen-

arbeiten, wenn das Gehirn die Erinnerung an eine Alpenwanderung oder einen Urlaubsflirt ablegt und sie beim Blick ins Fotoalbum später wieder wachruft.

Unvermittelt wecken Gerüche Kindheitserinnerungen, die man längst vergessen wähnte; Déjà-vu-Erlebnisse tauchen auf wie aus dem Nichts. Die Erinnerung, so hat es der Schriftsteller Cees Nooteboom formuliert, gleicht einem Hund, der sich hinlegt, wo er gerade will.

Wie sehr das Gedächtnis einer Wundertüte gleicht, das haben US-Ärzte kürzlich erst wieder mit einem verblüffenden Experiment gezeigt. Weil sie hofften, so den Appetit zügeln zu können, pflanzten sie einem fettstüchtigen Mann Elektroden ins Gehirn – was zwar seinen Heißhunger kaum bremste; stattdessen aber erlebten die Ärzte eine Überraschung: Mit ihrem Eingriff hatten sie versehentlich die Zeit im Kopf ihres Patienten um 30 Jahre zu-

Pyramide der Erkenntnis

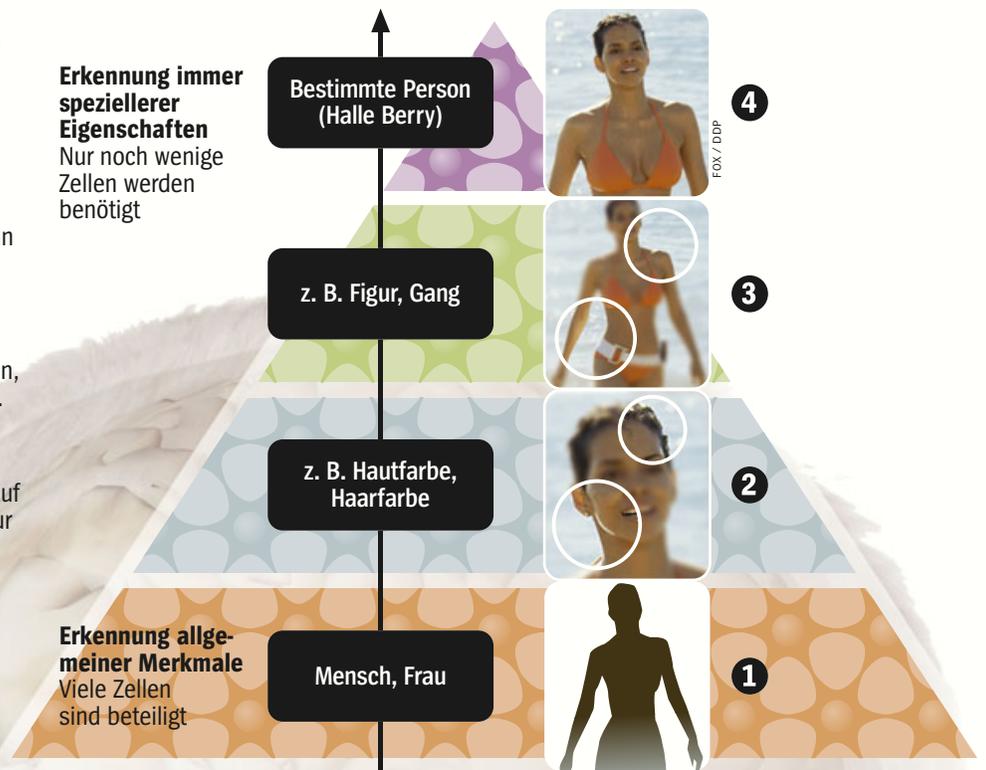
Wie das Gehirn durch schrittweise Analyse einen Menschen erkennt

Das Bild eines Menschen – hier von Halle Berry – wird im Gehirn zunächst auf ganz allgemeine Merkmale hin analysiert. Hierarchisch organisiert, befassen sich dann einzelne **Neuronengruppen** mit immer spezielleren Eigenschaften. Ganz oben in der Hierarchie sitzen zelluläre Halle-Berry-Spezialisten, die nur dann aktiv werden, wenn alle Merkmale darauf schließen lassen, dass die dargestellte Person Halle Berry ist.

Da die Forscher davon ausgehen, dass auf den niedrigen Hierarchiestufen sehr viele, auf den höchsten Hierarchiestufen hingegen nur sehr wenige Zellen an dieser Form der Erkennung beteiligt sind, sprechen sie von einer **Pyramide**.

Erkennung immer speziellerer Eigenschaften
Nur noch wenige Zellen werden benötigt

Erkennung allgemeiner Merkmale
Viele Zellen sind beteiligt



HIPPOCAMPUS

Der Hippocampus spielt eine spezielle Rolle als Portal, das alle Erinnerungen durchlaufen müssen.

Mandelkern

Wahrnehmen



COURTESY EVERETT COLLECTION

Hirnmanipulation im Science-Fiction-Film „Matrix“*: Leben in einem künstlichen Universum

rückgedreht. Der Mann sah auf einmal vor sich, wie er als Jüngling mit Freunden durch einen Park streifte. Deutlich konnte er die Kleidung der anderen und die Farbe des Himmels erkennen.

Wie solche Phänomene zu erklären sind, konnten Forscher bis vor kurzem kaum studieren. Ihre Methoden erlaubten ihnen nur die Untersuchung winziger Details im Hirngeflecht. Um das Große und Ganze zu erfassen, fehlten die technischen Möglichkeiten. „Wenn Sie auf einem Foto immer nur einen Ausschnitt in Millimetergröße betrachten“, erläutert der Berliner Forscher Haynes, „dann werden Sie darauf nicht einmal erkennen können, ob eine Frau oder ein Mann abgebildet ist.“

Nun aber sind Rechenprogramme verfügbar, mit denen das ganze Gehirn auf einen Schlag untersucht werden kann. „Multivariate Mustererkennung“ oder auch „maschinelles Lernen“ heißen die Zauberwörter. Der Trick der entsprechenden Software liegt darin, dass sie von allein immer besser darin wird, komplexe Datenmengen schnell zu analysieren. Je länger das Analyseprogramm also rechnet, desto schlauer wird es auch. So lassen sich auch äußerst verwirrende Signalmuster entschlüsseln, die bislang keinen Sinn ergaben.

Der Berliner Hirnforscher Haynes und Kollegen in London und Tokio waren die Ersten, die selbstlernende Computerprogramme einsetzten und auf diese Weise Gedankeninhalte dechiffrierten. Die Wissenschaftler legten gesunde Probanden in ein Kernspin-Gerät und wiesen diese an, sich zu entscheiden, ob sie zwei Zahlen,

die ihnen gleich gezeigt würden, lieber addieren oder subtrahieren wollten.

Ergebnis: In 71 Prozent der Fälle konnten die Forscher die Absicht der Testpersonen erkennen, noch bevor diese die Zahlen überhaupt zu sehen bekamen, geschweige denn zu rechnen begannen – die geheimen Absichten des Gehirns waren sichtbar gemacht.

Die charakteristischen Gedankenmuster sind bei den Testpersonen zwar nicht identisch, aber deutlich nach dem gleichen Muster verteilt, hat dann die Gruppe um Svetlana Shinkareva herausgefunden. Der Gedanke an einen Hammer etwa kann nur entstehen, wenn neben dem Hippocampus

Ein Gedanke hat keinen festen Sitz im Kopf; er ist vielmehr eine über das ganze Gehirn verstreute Erscheinung.

noch ungefähr zehn weitere Hirnregionen aktiv werden – ein Gedanke hat demnach keinen festen Sitz im Kopf; er ist vielmehr eine über das ganze Gehirn verstreute Erscheinung.

Dieses Ergebnis passt faszinierenderweise genau zu jenen Mustern, die der Neurowissenschaftler Tsien in den Gehirnen seiner Mäuse gefunden hat. Wenn die Tiere eines der Schreckereignisse im Gehirn verarbeiten und im Gedächtnis ablegen, dann spielen jeweils Nervenzellen aus unterschiedlichsten Winkeln des Oberstübchens zusammen – sie bilden einen Zellverband.

* Mit Keanu Reeves, Carrie-Anne Moss, USA 1999.

Einzelne Zellgruppen eines solchen Verbands speichern dabei ganz bestimmte Teilaspekte des simulierten Erdbebens ab: Einige springen auf übergeordnete Eigenheiten des Erlebnisses („Schreck“) an, andere auf spezifische („zitternde Wände“). Diese Nervenzellgruppen kann man sich wie eine Pyramide vorstellen, an deren Basis die allgemeinen Informationen stehen und an der Spitze die speziellen (siehe Grafik Seite 138).

Für diese hierarchische Organisation des Gedächtnisses sprechen auch die Befunde des amerikanischen Neurowissenschaftlers und Hirnchirurgen Itzak Fried. Er hat vielen Menschen, die unter einer Epilepsie leiden, im mittleren Schläfenlappen dauerhaft Elektroden eingepflanzt – so kann er genau jene Stellen der Hirnrinde ausfindig machen, von denen die epileptischen Anfälle ausgehen.

Eines Tages ging Fried und seinen Kollegen jedoch auf: Ihre dauerhaft verkabelten Patienten boten eine einzigartige Gelegenheit, die Aktivität einzelner Zellen zu studieren. Als bald fanden sich einige der Epileptiker vor einem Bildschirm wieder, auf dem ihnen im Sekundentakt menschliche Gesichter gezeigt wurden. Zur gleichen Zeit zeichneten die Forscher die elektrischen Signale der angezapften Nervenzellen auf.

Gleich zwei Überraschungen kamen heraus: Zum einen waren viel weniger Nervenzellen aktiv als gedacht. Zum anderen waren manche der feuernenden Neuronen äußerst wählerisch. Im Mandelkern einer Frau zum Beispiel gab sich eine einzelne Nervenzelle immer dann zu erken-

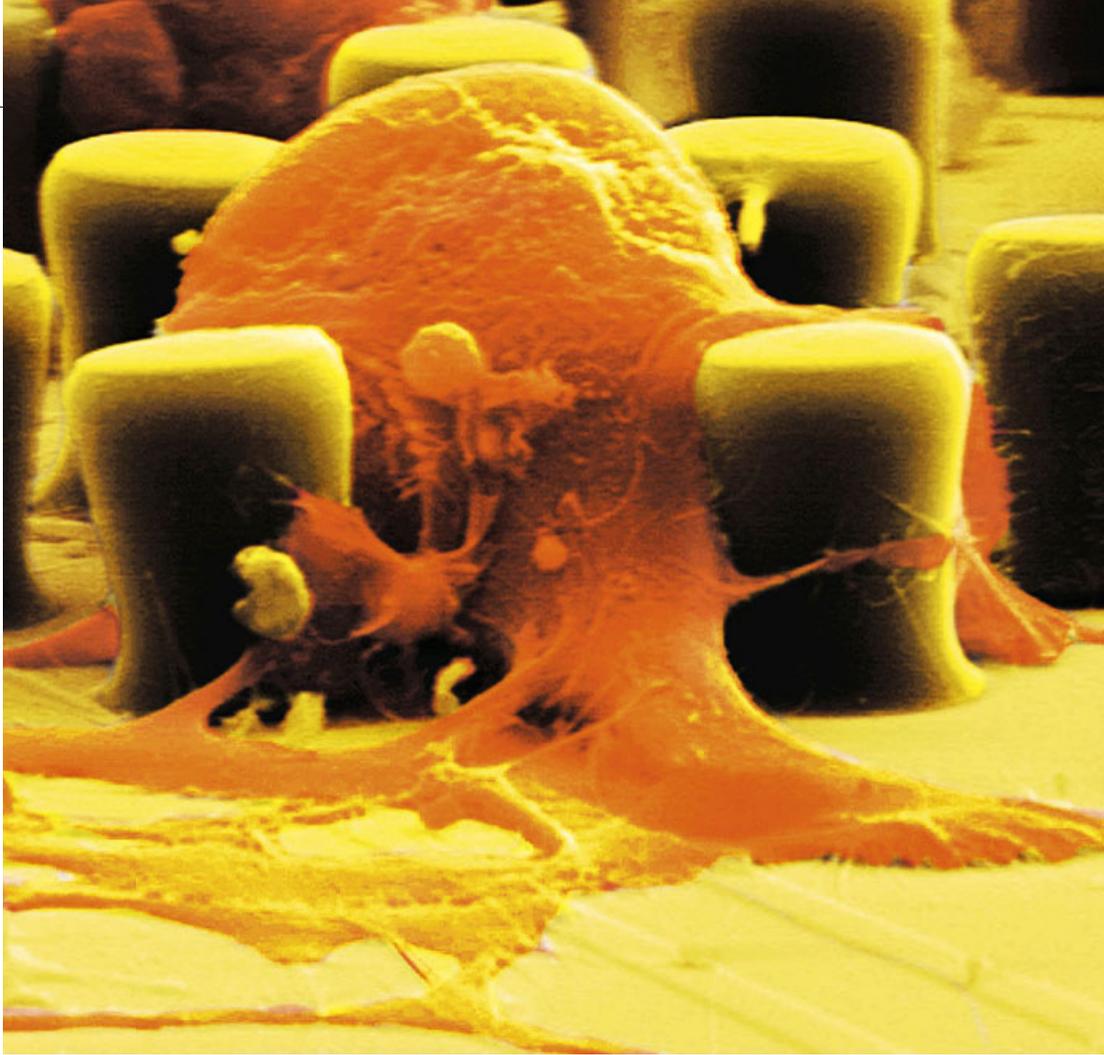
nen, wenn ein Foto des früheren US-Präsidenten Bill Clinton im Blickfeld erschien. Wurde aber zum Beispiel dessen Nachfolger George W. Bush gezeigt, blieb die Zelle stumm.

Bei einer anderen Testperson fand sich im rechten Hippocampus eine einsame Nervenzelle, die ausschließlich auf die glutäugige Schauspielerin Halle Berry ansprang. Ob die Frau nun im Katzenkostüm erschien oder im Bikini dem karibischen Meer entstieg – stets flammte das Signal auf. Selbst als die Forscher nur ihren Namen einblendeten, fühlte sich die „Berry-Zelle“ angesprochen.

Eine große Zahl von Nervenzellen ist demnach zuständig für die grobe Gesichtserkennung. Die genauere Analyse der Mimik wird von einer kleineren Schar Spezialisten übernommen – bis schließlich die „Halle-Berry-Zelle“ feuert und damit signalisiert: Person erkannt!

Das alles bestätigt Tsien's Experimente, die darauf hinweisen, dass Gedanken und Gedächtnisinhalte hierarchisch aufgebaut und abgelegt werden. Dieses ausgeklügelte Speicherverfahren könnte ein uraltes Problem der Gedächtnisforschung auflösen: Wie kann es eigentlich sein, dass die unermessliche Zahl von Gedanken und Erinnerungen, die einem Menschen im Laufe des Lebens durch den Kopf gehen, überhaupt in diesen drei Pfund schweren Gewebeklumpen passen? Würde darin jedes Erlebnis neu abgelegt, wäre der neuronale Speicher bald voll.

Also werden offenbar kleine, bereits gelernte Aspekte je nach Bedarf miteinander kombiniert, postuliert Tsien: „Dadurch wird es möglich, eine unglaublich große Menge an Information im Gehirn zu speichern.“ Mehr noch: Zugleich liefert das Modell eine



FROMMERZ / ZECK / MPI FÜR BIOCHEMIE

Nervenzelle auf Mikrochip: Verschmelzung von Mensch und Maschine

elegante Erklärung, warum Menschen aus ihrer Erfahrung lernen können: Sie greifen auf die alten, bereits erlernten Aspekte zurück und kombinieren diese, um sich vorzustellen, was die Zukunft bringen könnte.

Auf just diesen Zusammenhang sind andere Gedächtnisforscher kürzlich in eigenen Studien gestoßen: Das Gestern und das Morgen sind demnach in der Gedankenwelt ganz eng miteinander verwoben.

Die Psychologin Eleanor Maguire vom University College London etwa ist auf das Phänomen gestoßen, als sie fünf Männer

untersuchte, die aufgrund eines verletzten Hippocampus unter massivem Gedächtnisschwund leiden. Diese Patienten forderte Maguire nun auf, sich vorzustellen, sie lägen auf einem weißen Sandstrand in einer wunderschönen Südseebucht. Zehn gesunden Kontrollpersonen stellte sie dieselbe Aufgabe.

Letztere begannen sofort zu fabulieren: Von Palmen berichteten sie und von süßen Früchten und Winden, die ihnen durchs Haar strichen. Den hirnkranke Studienteilnehmern dagegen fehlte jede Vorstel-

Gedanken werden frei

Die Entschlüsselung des Gehirns und mögliche Anwendungen in der Zukunft

Zunehmend erkennen Wissenschaftler jenen Code, den unser Gehirn benutzt, um Wahrnehmungen, Erinnerungen, Wissen und Verhalten in elektrische Aktivität umzuschreiben. Dadurch eröffnen sich **Anwendungen, die heute noch wie Science-Fiction erscheinen.**



GEHIRN-MASCHINE-SCHNITTSTELLE

Elektrische Signale aus dem Gehirn können in Befehle umgewandelt werden, mit denen etwa ein Cursor auf dem Bildschirm bewegt wird – man spricht von einer **mental**en Schreibmaschine.



lung: „Also, das Einzige, was ich sehen kann, ist blau“, sagte einer.

Das fügt sich zu dem, was der Psychologe Daniel Schacter von der Harvard University bei Kernspin-Untersuchungen festgestellt hat: Er bat gesunde Studenten, sich ein Ereignis ins Gedächtnis zu rufen, das sie in den vergangenen Wochen tatsächlich erlebt hatten. Oder aber sie sollten sich ein entsprechendes Ereignis ausmalen, das sie aber erst in den kommenden Wochen erleben würden. Das erstaunliche Ergebnis: Viele Kernspin-Aufnahmen sahen dermaßen ähnlich aus, dass die Forscher Mühe hatten, sie auseinanderzuhalten.

„Gedächtnis wird ja immer als etwas angesehen, das mit der Vergangenheit zu tun hat“, erklärt Schacter. „Aber eine schnell

„Matthew denkt, dass er den Cursor bewegt, und schon bewegt er sich auch – das ist keine Magie, sondern Wissenschaft.“

wachsende Zahl von neuen Studien zeigt: Das Vorstellen der Zukunft und das Erinnern an die Vergangenheit gehorchen zum Großteil derselben Denkmaschinerie.“

Je mehr die Forscher über diese natürliche Neuronensprache herausfinden, desto größer wird auch die Möglichkeit, damit Roboter und Computer steuern zu können. Gelähmte Menschen wie der englische Physiker Stephen Hawking könnten dann allein mit Hilfe ihrer Gedanken Roboter bedienen, Aufsätze diktieren, im Internet surfen – und vielleicht sogar ihren Körper über ein motorgetriebenes künstliches Skelett bewegen.

Der utopische Film „Firefox“ aus dem Jahr 1982 zeigt, wohin die Reise gehen könnte: Ein Pilot (gespielt von Clint Eastwood) steuert die Waffensysteme eines Kampfflugzeugs mit der bloßen Kraft seiner Gedanken. Der Plot war ganz nach dem Geschmack der US-Luftwaffe – sie ließ heimlich an solchen Lenkhelmen werkeln.

Mittlerweile haben sich mehr als hundert Arbeitsgruppen in aller Welt daran gemacht, die Gehirne von Versuchstieren oder Testpersonen mit elektronischen Geräten zu verdrahten. „Diese sich rasch weiterentwickelnden Konzepte werden medizinisch und kommerziell von großer Bedeutung sein“, erklärt der Neurologe und Psychiater Gabriel Curio von der Charité in Berlin – und fügt hinzu: „Sie könnten aber auch auf militärischem Gebiet An-

Was jedoch Versuche an Menschen angeht, ist keiner weiter als John Donoghue von der Brown University, Rhode Island. Als der Neurobiologe Mitte März im Museum of Science von Boston Befunde und Filme aus seinem Labor präsentierte, stand vielen Zuschauern der Mund offen: Ein fülliger Mann liegt regungslos in einem Sessel, auf seinem Scheitel thront eine Spitze wie die einer Pickelhaube. Matthew Nagle, so der Name des Patienten, wurde



DAVID AUS SERRHOFER

Hirnforscher Haynes: *Wie sind Ideen und Bilder im Denkkorgan verschlüsselt?*

wendung finden, so dass Gehirn-Computer-Schnittstellen heute den futuristischen Phantasien immer näher kommen.“

Zu den Vorreitern gehört der aus Brasilien stammende Neurologe Miguel Nicolelis, dessen Arbeit von der US-Militärbehörde Darpa finanziert wird. An Rhesusaffen ist es ihm bereits gelungen, die elektrische Aktivität für die Bewegung des Arms in einen Computerbefehl zu übersetzen: Taucht das Signal „Arm bewegen!“ im Gehirn eines Affen auf, dann rührt sich synchron dazu ein Roboterarm – Gedanken machen mobil.

bei einer Messerattacke das Rückenmark auf der Höhe des Halses komplett durchtrennt. Jetzt starrt er auf einen Bildschirm und bewegt dort einen Cursor, der Linien zeichnet. Die ersten zwei Versuche enden mit Gekrakel – dann aber kriegt Nagle einen fast perfekten Kreis hin.

„Matthew kann einfach denken, dass er den Cursor bewegt – und schon bewegt er sich auch“, erklärt Donoghue, 58. „Das ist keine Magie, sondern Wissenschaft.“

Insgesamt vier Menschen, wie Matthew vom Hals abwärts gelähmt, hat der For-

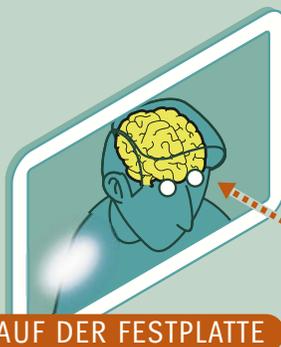
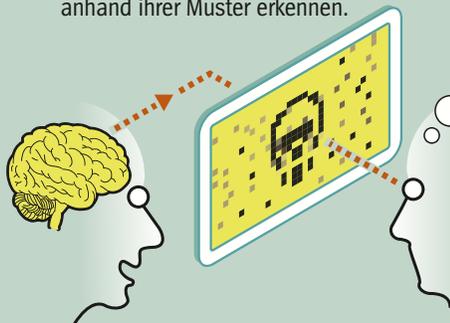
GEDANKENLESEN

Schon heute können Wissenschaftler erkennen, dass das Gehirn **beim Lügen** zusätzliche Areale aktiviert. In Zukunft ließen sich möglicherweise auch konkrete Gedanken anhand ihrer Muster erkennen.



NEURONALE DIAGNOSE

Anhand des Gehirncodes können Ärzte erkrankte Gehirne untersuchen, etwa **bei Alzheimer und Autismus**.



HIRN AUF DER FESTPLATTE

Zukünftige Rechner wären besonders schnell, weil sie die Funktionsweise des Gehirns nachahmen. **Die Inhalte ganzer Gehirne** könnten auf ihnen gespeichert werden.

Gehör für stumme Stimmen

Tübinger Neuroforscher kämpfen darum, Totalgelähmten mit einer Gedankenlesemaschine das Sprechen zu ermöglichen.

Was geschieht im Kopf von Georg Rohrwild? Er sieht nichts. Er kann nicht sprechen. Er kann nichts an seinem Körper bewegen, nicht einmal ein Augenlid.

Stück für Stück hat sein Gehirn die Kontrolle über den Leib verloren. Rohrwild denkt noch, er fühlt, schläft, träumt und wacht. Er hört, und er spürt. Nur reagieren kann er nicht mehr.

Rohrwild, 40, stammt aus der Oberpfalz, er war Ausbilder bei der Bundeswehr, athletisch und durchtrainiert. Jetzt liegt er lang und verbogen in einer Klinik nahe Tübingen, so einsam, wie man nur sein kann. Er hat keinen Kontakt zu engen Angehörigen und ist seit über sechs Monaten eingesperrt in sich selbst.

Manchmal stellen ihm die Pfleger den Fernseher an; an der Wand hängt ein Foto des Papstes, Rohrwild war am Ende stark religiös geworden, er hatte Benedikt XVI. sogar persönlich angeschrieben.

Was mag vorgehen in ihm?

Nur einer will das noch wirklich wissen: Niels Birbaumer, Neurowissenschaftler der Universität Tübingen. Seit Jahrzehnten arbeitet er an seiner Idee: Er will Gehirne unter Umgehung des Körpers direkt an Computer anschließen, damit Schwerstbehinderte auf diese Weise kommunizieren können.

Mit seinem „Gehirn-Computer-Interface“, von Birbaumer großspurig „Gedankenlesemaschine“ genannt, haben bereits Dutzende seiner Patienten eindrucksvolle und weltweit beachtete Erfolge errungen. „Doch Rohrwild“, sagt er, „ist ein besonderer Fall.“

Birbaumer, 62, gibt nicht auf. Er hofft, dass Rohrwild sich mitteilen kann und will – und dass er bisher nur nicht verstanden wird. Er hat rund ein Dutzend junge Forscher vom nahe gelegenen Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik für Rohrwilds Sache gewinnen können. Gemeinsam kämpfen sie darum, einer stummen Stimme Gehör zu verschaffen.

Seit Wochen sprechen die Forscher zu ihrem

Patienten, berühren und bewegen seinen Körper, während die Wissenschaftler gleichzeitig in seinen Hirnströmen nach einer Antwort suchen. Im Elektroenzephalogramm (EEG) messen sie deutliche Ausschläge. Zweifellos ist das Gehirn aktiv, wenn auch gedämpft. Die Forscher



ALS-Patienten Krauss, Rohrwild: Trainieren für die Zeit, in der das Leben reduziert ist

stochern in ihren Daten, bisweilen ereilt sie ein Anflug von Euphorie. Sagt er was? Sagt er nichts? Sie wissen es nicht.

Diesem Schicksal will Liane Krauss, 52, entgehen. Wie Rohrwild leidet die Germanistin aus Tübingen an der Nervenkrankheit „Amyotrophe Lateralsklerose“ (ALS). 2003 bekam sie die Diagnose; Mitte 2005 sprach sie ihr letztes Wort. Die Krankheit lässt die Nerven zu den Muskeln verkümmern, und deswegen versagen diese nach und nach den Dienst.

Liane Krauss wird künstlich beatmet und ernährt. Sie kann lächeln, die Augen bewegen und ein wenig auch den Kopf. Mit Restbewegungen ihrer rechten Hand steuert sie den Cursor ihres

Computers. Mit ihm bildet sie ganze, peinlich korrekte Sätze, die ihr Rechner flüssig mit weiblicher Stimme artikuliert. Ihre Return-Taste trägt die Aufschrift „Sprechen“.

Wie die Zukunft aussieht, weiß sie genau. In wenigen Monaten wird ihr die Hand nicht mehr gehorchen. Sie wird nicht mehr lächeln. Monate später wird ihr wohl auch die Fähigkeit zum Augenzwinkern abhandenkommen, ebenso das Augenlicht. Dann ist auch sie im „Locked-in-Zustand“, eingeschlossen in sich selbst.

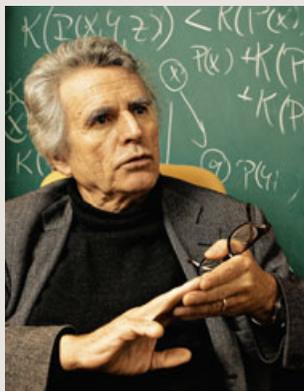
Für die Zeit, in der sie reduziert sein wird auf eine reine Gehirnexistenz, trainiert die Frau schon jetzt. Rohrwild habe

das nicht in ausreichendem Maße getan, glaubt Birbaumer, und das sei der Hauptgrund dafür, dass er sich über die Gedankenlesemaschine bisher nicht meldet.

Dies ist das Ziel von Liane Krauss: Wenn ihr der Rechner ein Alphabet vorliest, will sie in der Lage sein, beliebige Buchstaben mit ihrer Gedankenkraft auszuwählen, um so nach und nach Worte zu bauen. Einmal wöchentlich kommen Birbaumers Mitarbeiter vorbei. Sie setzen ihr Elektroden auf den Kopf und schließen einen EEG-Verstärker an einen Computer an. Dann muss sie sich konzentrieren.

Tatsächlich kann sie den Cursor mittels ihrer Gedanken bewegen. „Wenn alle Faktoren stimmen“, sagt sie, „erreiche ich über 70 Prozent. Manchmal war ich sogar fehlerfrei.“

Doch selbst wenn alles perfekt läuft: Das System wird immer langsam, anstrengend und fehleranfällig sein. Deshalb hat sich Liane Krauss für einen



Hirnforscher Birbaumer
Sagt er was, sagt er nichts?

FOTOS: MARTIN STORZ

Eingriff entschieden. „Eine Option, damit es gut funktioniert, ist, sich die Elektroden direkt ins Gehirn pflanzen zu lassen.“ Die OP steht für den Sommer an, sie fürchtet sie nicht: „Nicht kommunizieren zu können ist schrecklicher“, sagt sie.

Mit der Elektrode gleich unter der Schädeldecke, sagt Birbaumer, kommen zehnmal mehr Informationen im Computer an, darunter auch „Gamma-Wellen“, die im Gehirn auftauchen, wann immer Erkenntnisprozesse ablaufen. Sie gelten als besonders geeignet, Informationen in die Außenwelt zu übertragen. Birbaumer kennt schon mindestens ein

ist, während die Forscher sich mit ihm beschäftigen.

Das Ergebnis war verblüffend. Rohrwilds EEG „zeigte erhöhte Aktivität“, so Birbaumer. Und plötzlich war er sogar wieder in der Lage, die linke Pupille zu bewegen – extrem langsam zwar, aber immerhin.

Für ein „Ja“ sollte er den Augapfel nach links oben führen. Die Forscher stellten Fragen – und Rohrwild antwortete. Ein stundenlanger Dialog entwickelte sich, festgehalten auf Video. „Er schätzt seine Situation optimistisch ein“, berichtet Birbaumer über das bizarre Gespräch. Er habe auch mitgeteilt, dass er nach



auf eine reine Gehirnexistenz

Dutzend ableitbarer Hirnsignale, die zur Kommunikation taugen könnten.

Der Forscher zeichnet für Liane Krauss' Zukunft ein rosigeres Bild, als sich Außenstehende dies vorzustellen vermögen: „Sie wird relativ problemlos kommunizieren können“, sagt er. Schnell wird es nicht gehen, „ein Wort pro Minute wäre schon viel“, aber da sie Zeit habe, werde sie sich daran gewöhnen.

Dutzende Male schon hat Birbaumer den Gemütszustand von ALS-Patienten im Endstadium untersucht. Ergebnis: „Ihre Lebensqualität ist viel besser als die von Depressiven. Sie sind weniger vernügt als die meisten Gesunden, aber ihre Werte liegen immer noch im Normbereich.“

Bei dem gelähmten Soldaten Georg Rohrwild ging Birbaumer in zunehmender Not jetzt dazu über, ihm ein Dopaminpräparat verabreichen zu lassen, 30 Milligramm. Damit wollte er sicherstellen, dass Rohrwild zumindest hellwach

Bayern zurückwolle – und dass der Gedankenleseapparat für ihn von zentraler Bedeutung sei.

Doch schon am nächsten Tag brach der Kontakt zu Rohrwilds Kopf wieder zusammen. Seither ist er allenfalls für Momente da. Für Birbaumer gibt es keine Alternative, als Rohrwilds Sprache in dessen Gehirnströmen zu orten. Dazu hat er noch zwei Monate Zeit, ehe der Gelähmte endgültig nach Regensburg verlegt wird. Dann werden die Tübinger Neuroforscher ihre Bemühungen einstellen.

„Wenn wir es bis dahin nicht schaffen“, sagt Birbaumer, „dann schaffen wir es nie.“ Er fürchtet, dass Rohrwilds Gehirn in der langen, finsternen Nacht der Totalisolation Schaden genommen hat: „Die Fähigkeit zu zielgerichtetem Denken und planvoller Kommunikation könnte ihm verlorengegangen sein.“

Trotzdem: Noch, sagt Birbaumer, „sind wir guten Mutes“.

MARCO EVERS

schon jeweils einen kleinen Chip mit 100 Elektroden in die Hirnrinde implantiert. Als er die Patienten anschließend bat, sich vorzustellen, sie würden eine der gelähmten Gliedmaßen bewegen, da feuerten genau die dafür zuständigen Nervenzellen.

Der Film dokumentiert, wie sich diese bioelektrische Aktivität in Befehle übersetzen lässt, die ein Roboter verstehen kann: Donoghue fordert Matthew darin auf, sich vorzustellen, wie er mit dem Zeigefinger seinen Daumen berührt. Der Arm des Patienten hängt schlaff wie immer – aber die Handprothese, mit der er vernetzt ist, führt die gewünschte Bewegung aus. „Matthew konnte sich nicht rühren“, sagt der Forscher, „und jetzt verändert er die Welt.“

Die spektakulären Bilder können jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es noch dauern wird, bis eine routinemäßige Anwendung möglich erscheint. Von den ersten vier Patienten sind drei inzwischen nicht mehr online. Bei einem wurden die Elektroden entfernt, weil sie allmählich kaputtgingen. Matthew Nagle ist im vorigen Juli an den Spätfolgen seiner Verletzungen gestorben; ein weiterer Teilnehmer ist seiner Grunderkrankung, der Amyotrophen Lateralsklerose, erlegen.

Indes: Die Frau aus der Runde, ein Schlaganfallopfer, lebt nun schon 800 Tage mit den Elektroden im Gehirn. Auf die Frage, wie sie die Technik in ihrem Kopf denn so findet, tippt sie den Satz: „Ich liebe sie.“

Ginge es nach Donoghue, bekäme die Cyber-Frau schon bald wieder Gesellschaft. Der Professor hat nämlich von der zuständigen Arzneimittelbehörde FDA die Genehmigung erhalten, noch sechs weite-

Testpersonen lieferten sich ein munteres Pingpong-Spiel – und dies, obwohl sie regungslos in zwei getrennten Räumen lagen.

ren Patienten die Gedankensteuerung beizubringen. Noch in diesem Jahr hofft er, geeignete Kandidaten zu finden.

Diese werden vielleicht schon mit einer neuartigen Elektrode ausgestattet, die gerade mit Hochdruck entwickelt wird: Sie soll ohne Kabel auskommen und die Daten per Infrarot direkt an den Empfänger schicken. Der Vorteil: Nach dem Einpflanzen könnte das Loch im Kopf zugenäht werden; die Gefahr einer Infektion wäre gebannt.

Noch eleganter wäre es natürlich, die Gedanken abzugreifen, ohne die Schädeldecke überhaupt aufbohren und das Gehirn verletzen zu müssen. Seit längerem versuchen andere Wissenschaftler deshalb, Hirnströme von außen zu erkennen und in Befehle zu übersetzen.

Zunächst kam man auf diesem Feld nicht recht voran – was sich durch das Aufkommen der lernfähigen Entschlüsse-



BRETT FLASHNICK / WPI

Kernspin-Untersuchung*: *Verstehen, wer wir sind*

lungsprogramme gegenwärtig dramatisch ändert. Bis vor kurzem noch musste ein Mensch 100 Stunden üben, ehe er mit seinen Gedanken einen Cursor dirigieren konnte, erklärt der Informatiker Klaus-Robert Müller von der Technischen Universität Berlin: „Jetzt können wir einen Menschen von der Straße holen, und er lernt noch am selben Tag, eine Gehirn-Computer-Schnittstelle zu steuern.“

Gemeinsam mit Kollegen von der Charité und vom Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik in Berlin hat Müller bisher 40 gesunden Probanden blaue Mützen aufgesetzt, auf denen weiße Elektroden angeordnet sind. Mit diesen „Elektroenzephalogramm-Hauben“ können Hirnströme sanft von der Kopfhaut abgegriffen und danach im Computer in klare Befehle übersetzt werden. Auf diese Weise schaffen es die meisten Probanden recht schnell, Buchstaben auf einem Computerbildschirm zu steuern und ganze Sätze zu schreiben. Die schnellste Testperson kann bereits acht Buchstaben pro Minute hervorbringen.

Ob diese mentale Schreibmaschine das Leben kranker Menschen tatsächlich verbessert, wollen die Forscher jetzt in einer weiteren Studie herausfinden: Sechs Frauen und Männer mit hoher Querschnittslähmung üben derzeit, mit nichts als ihren Gedanken Briefe zu schreiben.

Der Neurowissenschaftler Rainer Goebel von der Universität Maastricht wiederum versucht, Gedanken mittels Kernspin zu erkennen und in Befehle zu übersetzen. Er hat gesunden Probanden beigebrachte, Schläger auf einem Bildschirm zu bewegen: Je stärker das Kernspin-Signal, desto

weiter wanderte der Schläger nach oben. Anschließend lieferten sich Testpersonen ein munteres Pingpong-Spiel – und dies, obwohl die Kontrahenten in zwei getrennten Räumen regungslos in Kernspin-Röhren lagen.

Schneller noch als die Entwicklung solcher Schnittstellen zwischen Gehirn und Maschine wird den Experten zufolge aber die Herstellung neuartiger Computer verlaufen. Als Vorbild bei ihrer Programmierung sollen die Befehlsmuster der Neuronen dienen. So könnten Computer entstehen, die genau das leisten, was bisher selbst die leistungsstärksten Rechner nicht fertigbringen: komplexe Entscheidungen zu treffen und blitzschnell Bekanntes wiederzuerkennen. Hirnforscher Tsien nennt das Beispiel eines Klassentreffens: „Selbst nach 20 Jahren erkennen wir unsere Mit-

schüler gleich wieder – und zwar sogar dann, wenn sie sich einen Bart haben wachsen lassen.“

Den Forschern zufolge werden sich auf diesen Neurocomputern der Zukunft die Gedächtnisinhalte ganzer Gehirne speichern lassen. Und der besondere Clou: Unliebsame Erinnerungen, traumatische Erlebnisse oder auch Blamagen, könnte man auf der Speicherplatte aufspüren – und die entsprechenden Muster im Gehirn einfach löschen.

Neu ist diese Idee nicht – zumal es nicht an chemischen Substanzen mangelt, die Erinnerungen ausradieren können. Jeder, der nach einer wüsten Party schon einmal mit einem Filmriss aufgewacht ist, kennt den Effekt. Andere Substanzen sind noch weitaus wirksamer als Alkohol: Während der Rausch nur auf das Kurzzeitgedächtnis schlägt, haben Hirnforscher inzwischen auch Stoffe zur Hand, die Inhalte sogar aus dem Langzeitgedächtnis entfernen.

Biologen aus New York und Rehovot, Israel, haben das im vorigen Sommer erstmals in Tierexperimenten demonstriert: Dazu setzten sie Ratten zunächst eine Zuckerlösung vor, welche die Tiere begierig sofften. 40 Minuten später aber gaben sie den Tieren eine Injektion, die Brechreiz hervorrief. Für gewöhnlich merken sich die Tiere so etwas; sie sind konditioniert und rühren viele Wochen lang keine Zuckerlösung mehr an.

Das aber änderte sich, als die Forscher 25 Tage später einigen der konditionierten



ASICS ist nicht irgendein Name. ASICS ist die Abkürzung für den alten philosophischen Grundsatz Anima Sana In Corpore Sano, der den Zusammenhang zwischen dem gesunden Geist und dem gesunden Körper herstellt. Unser Name ist damit Verpflichtung und Bekenntnis: zu Produkten und Technologien, deren Hauptziel ein ausgewogenes Verhältnis von Körper und Geist ist. Denn nur das setzt die positiven Kräfte frei, die Sportler und Sportlerinnen in allen Disziplinen auf ihrem Weg zum Ziel weiterbringen. Mehr dazu unter: asics.de

Sound mind
poopy body

* Im Rahmen des Forschungsprojekts der Gruppe von Svetlana Shinkareva an der University of South Carolina in Columbia.





Dreharbeiten zu „Schmetterling und Taucherglocke“*: Gelähmten öffnet sich ein Tor in die Außenwelt

Ratten eine Substanz in die Hirnrinde spritzten, die ein wichtiges Protein des Nervengewebes blockiert. Die Wirkung gab sich nach zwei Tagen zu erkennen: Die Tiere schlürften wieder die Zuckerlösung, als wäre nichts gewesen – die schlechte Erfahrung war vergessen.

Für den Menschen allerdings taugt diese Substanz nicht wirklich. Denn im Gehirn der Nager löscht sie nicht nur die Erinnerung an vergangene Übelkeit; sie wirkt wie eine Keule und radiert wahllos Gedächtnisinhalte aus.

Präzisere Methoden zeichnen sich jedoch bereits ab: Neuroforscher schicken Ratten über eine Platte, die unter leichter elektrischer Spannung stand. Zur gleichen Zeit fingen sie das Feuerwerk elektrischer Signale auf, das während der Stromschläge durch das Gehirn zuckte. Je schmerzhafter und damit traumatischer die Erfahrung, desto tiefer wird sie ins Nervengewebe eingraviert – und ebendies ist für Mark Bear vom Massachusetts Institute of Technology der Grund, warum er glaubt, punktgenau eingreifen zu können: mit einem pharmakologischen Wirkstoff, der im Nervengewebe nur die besonders starken Verbindungen löst.

„So würde man die schlechten Erinnerungen los, ohne die guten zu berühren – wäre das nicht schön?“, fragt Bear.

Eine weitere Anwendung des Gedankenlesens besteht darin zu erkennen, wann und wie ein Mensch täuscht und trickst. Alle bisherigen Lügendetektoren haben in dieser Hinsicht versagt. Sie messen keine Gedanken, sondern nur physiologische Veränderungen von Atmung, Blutdruck, Puls oder Schweißbildung. Die Fehlerrate

dieser Geräte ist dermaßen hoch, dass ihr kriminaltechnischer Einsatz in Deutschland bereits vor mehr als 50 Jahren von Rechtsgelehrten für unzulässig erklärt wurde.

Im Vergleich dazu erscheinen die jüngsten Versuche, Lügenbolde mit Hilfe des Kernspin-Tomografen zu erkennen, unglaublich aussichtsreicher. Schließlich schauen diese Geräte direkt in das Organ, in dem die Lügen geboren werden.

Als Pionier der Forschung gilt der Nervenarzt Daniel Langleben von der University of Pennsylvania School of Medicine in Philadelphia. In einer Studie stiftete er Studenten zum Flunkern an. Dann wieder sollten sie die Wahrheit sagen. Mit dem

Lügen kostet Denkkraft – und hinterlässt deshalb eine verräterische Spur im menschlichen Gehirn.

Kernspin verglichen Langleben und seine Mitstreiter dann, was in den lügenden und den ehrlichen Köpfen vorging.

Das Ergebnis: Sämtliche Hirnareale, die bei wahren Aussagen aktiviert waren, wurden beim Schwindeln ebenfalls angeschaltet. Allerdings regten sich im lügenden Gehirn noch zusätzliche Areale. Langleben leitet daraus eine tröstliche Botschaft ab: „Die Wahrheit scheint sozusagen den Grundzustand des menschlichen Gehirns darzustellen.“

Die Lügensignale hingegen deutet der Nervenarzt als Zeichen eines Kampfes, der

im Kopf seiner Probanden stattfindet: Das Gehirn kann sich nur für die Lüge entscheiden, wenn es die Wahrheit aktiv unterdrückt. Lügen kostet Denkkraft – und hinterlässt eine verräterische Spur.

Doch reicht das für eine zuverlässige Anwendung? Langleben ist davon überzeugt; seine Methode wird von der Firma NoLie MRI bereits Detektiven und Privatkunden angeboten: Die Kernspin-Untersuchung, so die Werbebotschaft, sei „die erste und einzige direkte Methode zur Wahrheitsfindung und Lügendetektion der Menschheitsgeschichte“.

Das klingt dick aufgetragen, doch zugleich steht angesichts der raschen Fortschritte zu erwarten, dass die Technik mehr als „wahr“ und „falsch“ unterscheiden kann. Man denke nur an folgendes Szenario: Ein Mordverdächtiger wird nach der Tatwaffe gefragt, mit der das Opfer erschlagen wurde. Er erklärt wortreich, er wisse von nichts, denkt unterdessen aber immerfort an einen Hammer – und der Ermittler „hört“ mit.

Denkbar erscheint auch, in Vorstellungsgesprächen die Gefühle der Kandidaten heimlich zu bespitzeln. Zumindest spricht kein Gesetz der Physik dagegen, das Gehirn eines ahnungslosen Menschen aus der Ferne durchleuchten zu können.

Aber: Einen Trost gibt es für all jene, die ihre geistige Privatsphäre auch künftig wahren wollen. Selbst der modernste Kernspin-Tomograf funktioniert nur, wenn der Untersuchte viele Sekunden lang bewegungslos in der Röhre verharrt.

Wer will, dass seine Gedanken frei bleiben, bewege einfach den Kopf. JÖRG BLECH

* Mit den Darstellern Mathieu Amalric, Emmanuelle Seigner und Regisseur Julian Schnabel, 2007.