

Plastische Darstellung des Gehirns: Der orange Fleck ist der Laterale Occipital-Komplex (LOC) – wichtig für die Formwahrnehmung. Robert Rauschenberger (rechts) und seine Partner untersuchen den LOC mit MR-Tomographen.



## Beim Denken zusehen

Der Siemens-Forscher Robert Rauschenberger blickt Versuchspersonen ins Gehirn. In Kooperation mit der Harvard Universität und der Universität Utrecht verwendet er MR-Tomographen zur Beobachtung von Wahrnehmungsphänomenen. Was heute reine Grundlagenforschung ist, könnte in Zukunft praktische Anwendung finden.

Das menschliche Gehirn mit seinem komplexen Geflecht aus Abermilliarden von Nervenzellen hat sich lange Zeit der Forschung entzogen. Wie Wahrnehmung funktioniert, oder Denken und Lernen, konnten Neurowissenschaftler nur mit indirekten Experimenten zu klären versuchen. Seit einigen Jahren steht ihnen jedoch eine Methode zur Verfügung, die die Gehirnaktivität abbildet, während Sinnesindrücke verarbeitet werden: die funktionelle Magnetresonanztomographie, kurz fMRT. „Damit können wir dem Gehirn sozusagen beim Denken zusehen“, sagt Dr. Robert Rauschenberger. Der Kognitionspsychologe von Siemens Corporate Research in Princeton im US-Staat New Jersey arbeitet zusammen mit Prof. Frans Verstraten vom Helmholtz-Institut der Universität Utrecht, die das Projekt finanziert hat, und

mit Tom Carlson von der Harvard Universität in Cambridge im US-Staat Massachusetts.

Die fMRT betrachtet den Stoffwechsel im Gehirn und erstellt durch Überlagerung mit den Bildern eines MR-Tomographen eine Karte erhöhter Aktivität. Feuerrnde Neuronen brauchen mehr Sauerstoff, deshalb fließt in aktive Areale mehr Blut. Hier erhöht sich die Konzentration von sauerstoffreichem gegenüber sauerstoffarmem Blut, was sich im Magnetfeld des Tomographen als Signaländerung bemerkbar macht. Die eigentliche Messgröße ist das Eisen im Hämoglobin der roten Blutkörperchen.

„Wir erreichen eine Auflösung von ungefähr einem Kubikmillimeter und können so aktive Areale sehr genau eingrenzen“, erklärt Carlson. „Uns ist es erstmals gelungen, nicht nur zu zeigen, welche Hirnareale bei bestimmten Wahr-

nehmungsprozessen aktiv sind, sondern auch wie sie arbeiten.“ „Die Ergebnisse sind verblüffend“, ergänzt Rauschenberger. „Wir konnten beweisen, dass es einen Informationsfluss zwischen Gehirnzellen und Augen gibt, der dem Bewusstsein verborgen bleibt.“ Die Ergebnisse dieser Grundlagenforschung können unter anderem zu neuen Technologien und Systemen führen, die die Aufmerksamkeit auf Dinge lenken, die Menschen übersehen könnten.

US-Unternehmen wollen sogar neuartige Lügendetektoren mit funktioneller Magnetresonanztomographie auf den Markt bringen, die durch die Messung der Gehirnaktivität Rückschlüsse auf den Wahrheitsgehalt von Aussagen ziehen. Experten zweifeln aber daran, ob dieses Verfahren wie angekündigt bereits in den nächsten Jahren praxistauglich ist. Unklar

ist etwa, ob verdächtige Personen auch dann zielsicher mit fMRT identifiziert werden können, wenn sie kein Unrechtsbewusstsein haben oder große Erfahrung im Lügen. Außerdem fließen in solche Befragungen sehr viele Faktoren ein. „Unsere Experimente sind zwar ähnlich komplex, laufen aber unter kontrollierten Bedingungen ab und sind daher abgesichert“, sagt Rauschenberger.

**Rückkopplung zum Auge.** Mit einem Siemens-Tomographen mit drei Tesla Magnetfeldstärke haben er und der Harvard-Forscher Carlson Versuchspersonen verschiedene Bilder gezeigt und die Reaktionen im Gehirn verfolgt. Aus früheren Experimenten mit für 30 Millisekunden aufblitzenden Wörtern war bekannt, dass diese kurzen, eigentlich nicht bewusst wahrnehmbaren Reize trotzdem im Gehirn ankommen, weil es sofort eine Rückmeldung zum Auge schickt. Das führte manche zu der Annahme, man könnte etwa Kinobesucher mit solch unbewussten Botschaften manipulieren und den Verkauf von

Tomographen. „Wir haben also gleichzeitig die Gehirnaktivität gemessen“, sagt Carlson. Der Blutfluss im Gehirn benötigt zwar einige Sekunden, da aber die zeitliche Abfolge der gezeigten Bilder bekannt ist, kann der Ablauf genau verfolgt werden. Die Versuchspersonen sollten sagen, welches Eck des Quadrats fehlte. Wegen der rasch erfolgten Maskierung war das aber nicht möglich. „Das beweist, dass sie das Quadrat nicht bewusst wahrgenommen haben. Zunächst wird der Sinnesindruck dem Gehirn gemeldet, was wir auch als Signal sehen können“, erklärt Rauschenberger. „Dann fragt das Gehirn zurück, bekommt aber keine Bestätigung, weil inzwischen ja ein neuer Sinnesindruck vorliegt, nämlich der der Maske.“

Gewöhnlich sind die Signale für das Quadrat und die Maske im fMRT klar und unterscheidbar zu sehen. Warum aber „verschwindet“ das Quadrat durch eine erfolgreiche Maskierung aus dem Bewusstsein? „Das ist die spannende Frage“, sagt Rauschenberger. Ist es so, dass die Maskierung den Eindruck des Quad-

Experimentalpsychologen Frans Verstraten demnächst in der renommierten Zeitschrift *Psychological Science* veröffentlicht, untermauern eindrucksvoll, dass man das Gehirn nicht betäuscht kann: Wohl kann das Bewusstsein getäuscht werden, die neurologischen Vorgänge sind aber im fMRT objektiv abgebildet. „Ich war selbst einer der Probanden“, bekennt Rauschenberger. „Obwohl ich den Versuchsaufbau genau kannte, sind meine gemessenen fMRT-Werte exakt dieselben wie bei allen anderen Testpersonen. Auch ich konnte das Ergebnis nicht bewusst verändern.“

**Verbesserung von Hörgeräten.** So grundlagenorientiert die Forschungen von Rauschenberger derzeit sind, eröffnen sie doch eine Perspektive für handfeste Anwendungen. Weil mit fMRT überprüft werden kann, welche Entscheidungen Menschen treffen und auch Aussagen gemacht werden können, wie sie sich dabei fühlen, könnten damit etwa Untersuchungen über Markenwahrnehmung ge-



Produkten ankurbeln. „Das funktioniert aber nicht“, erzählt Rauschenberger. Nur unter ganz bestimmten Bedingungen könnten solche Einblendungen ein Verlangen auslösen, das aber kaum gezielt in Richtung einer Marke steuerbar sei. „Wir zeigten unseren Testpersonen keine Wörter, sondern Quadrate, denen eine Ecke fehlte“, sagt Rauschenberger. Diese einfachen Figuren erzeugen im Gehirn auch einfachere Muster als Wörter, die Assoziationen und Erinnerungen auslösen und damit ein wahres Feuerwerk im fMRT hervorrufen können.

Wie bei dem Wort-Experiment sahen die Testpersonen ein Quadrat für ungefähr 30 Millisekunden und nach einer Pause für 30 bis 100 Millisekunden eine Maskierung, also einen Reiz, der den ersten Seheindruck überlagert. Während des Tests lagen sie in einem MR-To-

rats wirklich auslöscht, oder ist diese Information im Gehirn weiter vorhanden, wird dem Bewusstsein aber nur nicht zugänglich gemacht?

Um das zu klären, veränderten Rauschenberger und Carlson das Experiment und zeigten nach der Maske nochmals das Quadrat mit derselben fehlenden Ecke. Falls der Sinnesindruck noch vorhanden wäre, müsste das zweite Signal schwächer sein, weil der Nervenreiz ja wiederholt wird. „Wir messen aber ein gleich starkes Signal, als hätte es das erste Quadrat nie gegeben“, sagt Rauschenberger. Nach der gültigen Theorie der Neurologie hat das Gehirn also das zweite Signal unabhängig vom ersten verarbeitet. Das heißt, die Maske löscht den ersten Sinnesindruck vollständig aus dem Hirn.

Die Experimente, die Rauschenberger zusammen mit Carlson und dem niederländischen

macht werden – etwa über eine Abbildung des Mandelkerns, der für emotionale Reaktionen zuständig ist. Bewusste Falschaussagen von Testpersonen wären durch Vergleiche von fMRT-Bildern objektiv überprüfbar. Siemens könnte auf vielfältige Weise von dem präzisen Blick ins Gehirn profitieren. Beispiel Hörgeräte: Ältere Personen haben oft Schwierigkeiten, sich an die Sinnesindrücke mit einem neuen Hörgerät zu gewöhnen, jüngeren Menschen fällt das dagegen leichter. Mit fMRT ließe sich klären, ob dabei Wahrnehmungsphänomene im Gehirn eine Rolle spielen oder physiologische Faktoren, die sich mit dem Alter ändern. „Das Ergebnis einer solchen Studie könnte helfen, bessere Hörgeräte für ältere Menschen zu konstruieren“, sagt Rauschenberger. ■ Norbert Aschenbrenner