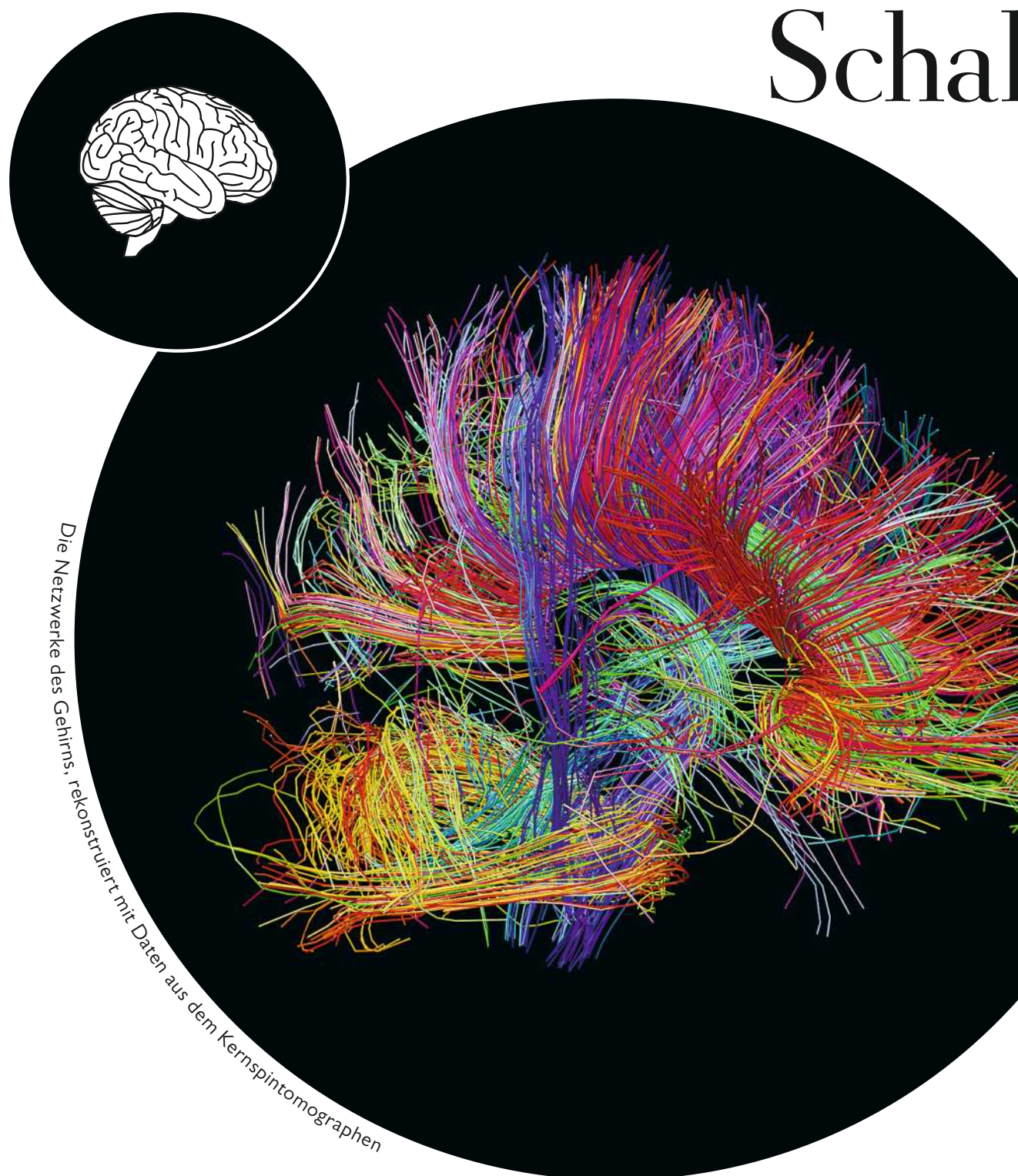


Schaltplan des Gehirns

Wissenschaftler lernen, wie Charaktereigenschaften und psychische Krankheiten im Kopf verschlüsselt sind VON CHRISTIAN HEINRICH



Die Netzwerke des Gehirns, rekonstruiert mit Daten aus dem Kernspintomographen

Als Wladimir Iljitsch Lenin 1924 starb, hinterließ er ein begehrtes Objekt: sein Gehirn. In 30 000 Scheiben zerlegten Wissenschaftler das Denkgorgan des Revolutionärs, um die materielle Basis des politischen Genies zu ergründen. Albert Einsteins Hirn wurde in mehr als 170 Stücke zerlegt. Doch weder Lenins noch Einsteins Gehirnmasse gab post mortem wirklich preis, was sie zu hervorragenden Denkleistungen befähigt hatte.

Heute müssen Neurowissenschaftler nicht mehr den Tod ihrer Forschungsobjekte abwarten. Sie können quicklebendigen Menschen mit Methoden wie etwa der Kernspintomografie in den Schädel schauen. Der Proband braucht sich nur in eine Röhre zu legen, hört einige Sekunden lang ein lautes Klacken, und es entsteht eine Momentaufnahme der feinsten Strukturen des Gehirns. Die Neurotechnik schritt dabei so rasch voran, dass sie die Forscher zu einer utopisch anmutenden Idee inspiriert hat: Könnte man nicht einen Atlas erstellen, der alle Verbindungen zwischen allen Gehirnregionen verzeichnet? Human Connectome Project nennt sich dieser ehrgeizige Plan der amerikanischen National Institutes of Health, der nicht weniger zum Ziel hat als die Erstellung eines vollständigen Schaltplans des Gehirns.

Schon das Kunstwort »Connectome«, gebildet aus *connect* (verknüpfen, verbinden) und *genome*, symbolisiert die Größe des Vorhabens. Schließlich gibt es im menschlichen Gehirn rund eine Million Mal mehr Verbindungen als »Buchstaben« im Erbgut. Das alles zu entschlüsseln mutet noch gewagter an als das Humangenomprojekt, das sich die Entzifferung des Erbguts zum Ziel setzte und 2003 abgeschlossen wurde. Die Hoffnung hinter beiden Projekten ist jedoch eine ganz ähnliche: zu verstehen, was den Menschen zum Menschen macht. Vom Konnektom erwartet man vor allem Aufschlüsse über psychische Krankheiten. Denn das wahre Ich, sagt der Neuroforscher Sebastian Seung, Autor des Buches *Connectome*, sei nicht in den Genen des Menschen verborgen, sondern in den Verknüpfungen aller Nervenzellen seines Gehirns.

Wer wissen will, wie das in der Praxis aussieht, kann beispielsweise zu Martin Walter fahren, der im Magdeburger Leibniz-Institut für Neurologie das Rätselorgan Gehirn erforscht. Am amerikanischen Kartierungsprojekt ist er zwar nicht direkt beteiligt, aber auch er nutzt die neue Lieblingstechnik der Kartierer, das *resting state functional MRI* (rsfMRI). Mit dieser Weiterentwicklung der herkömmlichen Magnetresonanztomografie (MRI) lässt sich der rege Nachrichtenverkehr im ruhenden Gehirn beobachten. Die Probanden brauchen dazu nichts weiter zu tun, als in der Untersuchungsröhre zu liegen und sich auf *nichts* Spezielles zu konzentrieren. »Entweder ist es komplett dunkel, oder da ist nur ein Punkt, auf den man schauen kann. Die Anweisung lautet immer: an nichts denken«, sagt Martin Walter. Der Kernspintomograf registriert unterdessen, wie Erythrozyten durch die Blutgefäße in ihren Gehirnen rauschen und in aktiven Regionen Sauerstoff abgeben. Diese Signale enthalten sehr langsame, synchrone Schwankungen, die verraten, welche Gehirnregionen gerade miteinander kommunizieren.

»Weil wir die Durchblutung des gesamten Gehirns aufnehmen, können wir nachweisen, dass bestimmte Regionen gewissermaßen miteinander »schwingen«, sagt Henrik Walter, der an der Charité in Berlin auch mit dem rsfMRI arbeitet. »Diese Regionen bilden ein sogenanntes funktionelles Netzwerk, und davon gibt es mehrere.« Wie sie miteinander verbunden sind, verrät eine kernspintomografische Aufnahme der Ausbreitungsgeschwindigkeiten von Wassermolekülen im Gehirn: Entlang der Richtung von Nervenfasern bewegen sie sich schneller als rechtwinklig dazu.

Die Netzwerke sind im Grunde nichts anderes als verschiedene Abschnitte im Gehirn, die direkt oder indirekt miteinander verbunden oder aufeinander abgestimmt aktiv sind. Die zwei größten Ruhe-Netzwerke dabei sind zum einen das sogenannte *default mode network*, das Leerlauf-Netzwerk, in dem sich das Gehirn hauptsächlich mit sich selbst beschäftigt, und zum anderen ein Zusammenschluss von verschiedenen Aufmerksamkeitsarealen, die einen Zustand wacher Offenheit für äußere Reize erzeugen. Dazu kommen etliche untergeordnete Netzwerke. Es gibt Versuche, in denen man 30 bis 50 davon nachweisen konnte.

Ohne weitere Informationen über die Probanden hätten die Forscher nicht viel gewonnen. Doch die Kombination der Bilddaten mit einem psychologischen Profil lässt weitergehende Schlüsse über den Zusammenhang von Gehirnaktivität und Persönlichkeit der Pro-

banden zu. So fanden Forscher aus New York und Leipzig mithilfe des rsfMRI stark aktive Nervenverbindungen zwischen Hirnregionen, die jeweils charakteristisch waren für eines von fünf Merkmalen: neurotische Züge, eine extravertierte Art, Offenheit gegenüber neuen Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit. Inzwischen gibt es einige Datenbanken – in Magdeburg ebenso wie an den Universitäten Amsterdam und Münster – in denen rsfMRI-Aufnahmen, kombiniert mit möglichst vielen Patientendaten, gesammelt werden; in manchen dieser Sammlungen sind schon mehr als 1500 Probanden erfasst.

Ist dies der erste Schritt zu einer neurobiologischen Personenerkennung, müssen wir das »gläserne Gehirn« fürchten? Ein Blick in die Labore zeigt, wie weit weg diese Fantasien derzeit vom Forschungsalltag sind. In Magdeburg sammelt Martin Walter, der auch Psychiater ist, erste Erfahrungen mit dieser neuen Untersuchungsmethode. An einem regnerischen Nachmittag scrollt er sich in seinem spartanisch eingerichteten Büro durch Schnittbilder eines Gehirns. Auf dem Bildschirm daneben zeigt ein zweites Fenster Zahlen, Kurven und farbige Flächen. »Weiblich, um die 50 Jahre alt«, stellt Martin Walter knapp fest, »statistisch deuten die Berechnungen darauf hin, dass sie ein erhöhtes Risiko hat, Depressionen zu bekommen.« Die Diagnose klingt beeindruckend, schließlich hat der Psychiater die Frau, deren Gehirn vor ihm auf dem Bildschirm flimmert, noch nie gesehen.

Doch mit den Daten lässt sich bislang nur eine grobe Typologie von Gehirnen erstellen; genauere Aussagen – etwa darüber, ob die Frau wirklich Depressionen hat – sind nicht möglich. »Das rsfMRI kann nur Wahrscheinlichkeiten eines Zusammenhangs von Computerbild und Persönlichkeit angeben«, sagt Martin Walter bescheiden. Bisher sind mit den neuen Techniken kaum präzise Angaben über individuelle Gehirne möglich, noch lässt sich die Denkweise von Genies wie Albert Einstein nicht nachvollziehen.

Das heißt allerdings nicht, dass die Methode nur Bedeutung für die Grundlagenforschung hätte. Auch für die Behandlung von Erkrankungen des Gehirns könnte sich das *resting state functional MRI* als Segen erweisen. Denn bisher waren Mediziner bei Untersuchungen vor allem auf die subjektiven Angaben der Patienten angewiesen. Nun lassen sich psychische Vorgänge auch quantifizieren. Mithilfe des rsfMRI können jüngsten Erkenntnissen zufolge etwa verschiedene Unterarten der Depression unterschieden werden. Dieses Wissen könnte man in Zukunft von vornherein bei der Auswahl des passenden Medikaments einbeziehen.

Das rsfMRI könnte die Leidenszeit von depressiven Menschen verkürzen. »Wenn ein nicht wirksames Medikament abgesetzt wird, muss es oft über mehrere Tage allmählich »ausgeschlichen« werden, und das neue Mittel braucht wiederum einige Zeit, um zu wirken«, sagt Martin Walter. Das rsfMRI könnte die Wirkung der Medikamente bereits erfassen, bevor sie der Patient selbst wahr-

nimmt. Dazu müsste man eine Aufnahme anfertigen, bevor ein Patient ein Medikament gegen Depressionen nimmt, nach ein paar Tagen Therapie wieder eine und dann beide vergleichen. »So könnten wir untersuchen, ob das Medikament im Gehirn schon wirkt«, sagt Martin Walter.

Die Idee nimmt bereits Gestalt an: Seit Kurzem prüft die Universität Leiden in Kooperation mit einem Auftragsforschungsinstitut, ob sich mit dem rsfMRI die Wirkung des weit verbreiteten Antidepressivums SSRI erfassen lässt.

Für echte *connectionists* wie Sebastian Seung sind das allerdings kleine Brötchen. Er entwirft bereits viel weiter reichende Visionen: Die Entschlüsselung des Konnektoms soll endlich jene Hoffnungen einlösen, die das Humangenomprojekt bislang nicht erfüllte. Zwar beruhen die Unterschiede verschiedener Gehirne auch auf den unterschiedlichen Genen ihrer Besitzer. Doch während die Gene festgelegt sind, sind die vielfältigen Verbindungen zwischen den Nerven wandelbar. Sie entwickeln sich, abhängig von Umweltreizen und kulturellen Einflüssen, ständig weiter. Und am Ende ist es gerade dieses Entstehen und Vergehen der Nervenverbindungen, das im Laufe eines Lebens die jeweilige Persönlichkeit ausmacht.

So gesehen, wäre die Heilung psychischer Krankheiten nichts anderes als eine Reparatur des Konnektoms, schreibt Seung. Man müsse nur

ANZEIGE

Stimmt's?

Die Kolumne von Christoph Drösser können Sie auch hören, täglich 6.50 Uhr.

NDR 2

lernen, »welche Veränderungen im Konnektom notwendig sind, um eine erwünschte Verhaltensänderung zu erreichen«. Treffender hätte niemand die amerikanische Idee von Freiheit in neurowissenschaftliche Terminologie übersetzen können: Wir sind nicht durch unsere Gene determiniert, sondern können uns ständig neu formen.

Abb.: Courtesy of the Laboratory of Neuro Imaging at UCLA and Martinos Center for Biomedical Imaging at MIT; Consortium of the Human Connectome Project; ZEIT-Graphik



Wenn sich alle
einig sind, fangen
wir an zu zweifeln.

SPIEGEL-Leser wissen mehr.

DER SPIEGEL