

Drei Fragen an....

Lutz Jäncke, Professor für
Neuropsychologie, Zürich

«Dem Gehirn beim Arbeiten zusehen»: das macht Neuroimaging möglich. Lutz Jäncke erklärt, was darunter zu verstehen ist und welches die Chancen und Risiken dieser Methoden sind.

PSC: Sie haben zusammen mit einer Biologin und einer Juristin ein Buch zu den Chancen und Gefahren von bildgebenden Verfahren in der Hirnforschung, dem so genannten Neuroimaging, verfasst. Können Sie zunächst ganz

knapp erklären was Neuroimaging ist und wo es zur Anwendung kommt?

Jäncke: Unter dem Begriff «bildgebende Verfahren» werden in den kognitiven Neurowissenschaften und der Neuropsychologie Methoden zusammengefasst, die es erlauben, hirnanatomische Strukturen anhand bestimmter Messwerte zu rekonstruieren und möglichst präzise dreidimensional zu visualisieren. Des Weiteren werden darunter auch Methoden subsumiert, welche den zeitlichen Ablauf eines physiologischen Prozesses (z.B. lokale Veränderung der Hirndurchblutung oder Stoffwechselfvorgänge) auf anatomische Strukturen beziehen. Mit bildgebenden Verfahren können aber auch Rezeptorbesetzungen von Medikamenten im Gehirn dargestellt werden. Typische bildgebende Verfahren sind:

- die Sonographie (Messung von Schallreflexionen),
- die Computertomographie (CT, Messung der Röntgen-Absorption),
- die Szintigraphie (Aktivität eines Tracers),
- die Positronen-Emissions-Tomographie (PET, Messung der Tracerkonzentration),
- die Magnetresonanztomographie (MRI, magnetische Resonanz von H-Kernen),
- die Spektroskopie,

Bibliografie

- die optische Bildgebung mittels near-infrared-spectroscopy(NIRS) und
- das Diffusion Tensor Imaging (DTI).

Ein wichtiges Prinzip der Bildgebung ist die Rekonstruktion der anatomischen Struktur oder der Funktion einer anatomischen Struktur anhand bestimmter Messwerte, so dass immer ein mehr oder weniger komplexer Transformationsprozess zwischen dem dreidimensionalen Bildern und den Messwerten vorgenommen muss.

Methoden, welche es einem erlauben, bestimmte physiologische Vorgänge zu visualisieren, ohne das ein direkter bzw. präziser Bezug zu anatomischen Strukturen hergestellt wird, werden in der Regel nicht zu den bildgebenden Verfahren gerechnet. Typische Beispiele solcher Methoden sind das Elektromyogramm (EMG), das Elektroencephalogramm (EEG) und die Magnetencephalographie (MEG).

Diese Verfahren erlauben zwar die zeitlich hoch aufgelöste Visualisierung neurophysiologischer Vorgänge, sie liefern jedoch keine genauen Informationen bzgl. der anatomischen Strukturen, die den neurophysiologischen Vorgängen zugrunde liegen. Insbesondere für die EEG- und MEG-Technologie werden derzeit mathematische Modelle entwickelt, die es zunehmend erlauben, auch Hinweise auf die den neurophysiologischen Vorgängen zugrunde liegenden anatomischen Strukturen zu erhalten.

Die hierzu verwendeten mathematischen Modelle sind teilweise komplex und bergen noch eine Reihe von ungelösten Problemen (z.B. inverse Problematik), so dass EEG und MEG derzeit noch nicht allgemein akzeptiert (zumindest im medizinischen Bereich) zu den bildgebenden Verfahren gerechnet werden. Die mathematischen Weiterentwicklungen zur (annähernden) Lösung dieser Probleme sind derzeit weit fortgeschritten, so dass die EEG- und MEG-Technik zunehmend zu bildgebenden Verfahren mutieren.

In den Verhaltenswissenschaften haben die funktionelle und strukturelle Magnetresonanztomographie (fMRI und

sMRI) eine bedeutende Rolle, einerseits was sie zur Entwicklung der Psychologie in den letzten Jahren beigetragen haben und andererseits was von diesen Methoden in der Zukunft noch zu erwarten ist. Die PET-Technologie hat zwar zum Durchbruch der bildgebenden Verfahren für die Verhaltenswissenschaften verholfen, nimmt aber derzeit eher (eine zweifellos wichtige) Randstellung ein. Eine interessante Neuentwicklung ist die Near-Infrared-Spektroskopie (NIRS), mit der nicht-invasiv die kortikale Durchblutung mit hoher zeitlicher und moderater räumlicher Auflösung gemessen werden kann. Im Folgenden soll auf die am häufigsten in der Psychologie und den Neurowissenschaften verwendeten Verfahren (sMRI, fMRI, PET, EEG und MEG) Bezug genommen werden (weiterführend siehe auch Jäncke, 2005).

Welches sind die Chancen von Neuroimaging?

Wesentlich ist, dass mittels einiger bildgebender Verfahren die Aktivität des Gehirns während des Ausführens verschiedener psychologischer Tätigkeiten gemessen und damit visualisiert werden kann. Insofern kann man dem Gehirn quasi bei «der Arbeit» zuschauen. Das bedeutet, dass wir nun Methoden an der Hand haben, mit denen wir nicht invasiv Gehirnaktivitäten bei Personen quasi jeden Alters untersuchen können. Wichtig ist auch, dass wir diese Messungen wiederholt an den gleichen Personen durchführen können. Deshalb sind wir nun in der Lage, auch Lernen, Reifung und das Altern hirnphysiologisch und hirnanatomisch zu verfolgen. Diese Erkenntnisse haben bemerkenswerte Bedeutung für die psychologische Theoriebildung. Man kann z.B. Hinweise für die Stimmigkeit von psychologischen Theorien erwerben. Ein interessantes Beispiel sind die vielen Befunde zur «unbewussten» Wahrnehmung, welche mit bildgebenden Verfahren erzielt werden konnten. Ein anderes Beispiel lässt sich in der Dokumentation der potentiellen Plastizität des menschlichen Gehirns anhand

von neuroanatomischen Studien nachvollziehen.

Welches sind die Gefahren der Methode?

Im Hinblick auf mögliche gefährliche technische Einflüsse auf die Gesundheit werden die Gefahren für die teilnehmenden Personen als eher gering eingeschätzt. Für viel schwerwiegender werden die schon bestehenden und zu erwartenden ethischen Probleme erachtet. Verschiedene ethische Aspekte werden im Zusammenhang mit bildgebenden Verfahren diskutiert. Hierzu gehören ethische Aspekte im Zusammenhang mit der Durchführung von bildgebenden Untersuchungen und dem Umgang und der Interpretation der erhobenen Daten. Für alle bildgebenden Studien ist zwingend notwendig, dass die untersuchte Person über die möglichen Risiken und Konsequenzen der Messung informiert wird. In der Regel quittiert die untersuchte Person dies mit einer Unterschrift unter einem entsprechenden Informationsblatt. Dieses Prozedere ist durch die Deklaration von Helsinki geregelt und wird auch von allen lokalen Ethikkommissionen entsprechend gefordert.

Problematischer wird es allerdings im Hinblick auf den Umgang und die Interpretation der Daten. Wichtige Voraussetzung im Zusammenhang mit Forschungsfragestellungen ist, dass zu jedem Zeitpunkt der Datenanalyse die jeweiligen Datenschutzbestimmungen gewahrt bleiben. Das bedeutet, dass die Identität der gemessenen Person von Dritten nicht aus den Hirnbildern zu erschliessen ist. Hierzu müssen entsprechende Strategien verwendet werden, um dies zu gewährleisten.

Grössere Probleme entstehen allerdings im Zusammenhang mit der Interpretati-



Foto:zVg

on der Daten. Zunächst ist festzuhalten, dass solche Daten von Experten ausgewertet und interpretiert werden sollten, die in der Lage sind, die Befunde in einen normativen Kontext zu setzen. Das bedeutet für den Bereich der kognitiven Neurowissenschaften, dass Neuroradiologen, Neurologen oder kognitive Neurowissenschaftler (Neuropsychologen) die Interpretation der Daten übernehmen müssen, denn nur diese Berufszweige verfügen über die notwendigen Ausbildungshintergründe, um neuroanatomische und neuropsychologische Befunde zu bewerten.

Des Weiteren ist derzeit noch ein erhebliches Mass an Zurückhaltung im Hinblick auf die Interpretation der Daten notwendig. Derzeit werden zunehmend Befunde publiziert, die neuroanatomische und neurofunktionelle Besonderheiten des menschlichen Gehirns mit spezifischen normalen und devianten Verhaltensweisen in Verbindung bringen. Typische Fragestellun-

gen, die derzeit weltweit von kognitiven Neurowissenschaftlern bearbeitet werden, beziehen sich z.B. auf den Zusammenhang zwischen Hirnfunktionen und verschiedene psychische Aspekte:

- Persönlichkeit
- Vulnerabilität für psychiatrische und neurologische Erkrankungen
- Sexuelle Präferenzen
- Politische Gesinnung
- Neigung zu aggressivem Verhalten
- Neigung zu Sucht
- Emotionsverarbeitung
- Intelligenz
- Empathie
- Kaufwünsche
- Lügenverhalten / Glaubwürdigkeit.

Die hier dargestellte Liste repräsentiert eher die problematische Seite der Bildgebung. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch unzählige Fragestellungen existieren, die im Hinblick auf ethische Bedenken eher unbedenklich sind (z.B. Fragen zur Lernfähigkeit, all-

Der Interviewpartner:

Prof. Dr. Lutz Jäncke ist Inhaber des Lehrstuhls für Neuropsychologie an der Universität Zürich.

Anschrift:

Prof. Dr. Lutz Jäncke, Universität Zürich, Psychologisches Institut, Department Neuropsychologie, Treichlerstrasse 10, 8032 Zurich, www.unizh.ch/psychologie/neuropsych/, l.jaencke@psychologie.unizh.ch

gemeine Verarbeitungsprinzipien im Zusammenhang mit der Wahrnehmung und des Gedächtnisses).

Für die oben dargestellten psychischen Bereiche wird die Gefahr gesehen, dass man mittels der bildgebenden Verfahren quasi verdeckte Wünsche, Neigungen und Verhaltensweisen objektiv gegen den Willen des Untersuchten messen könnte. Diese Gefahr ist für einige Aspekte durchaus gegeben, insbesondere für die Erkennung der Vulnerabilität für psychiatrische Erkrankungen aber auch für die Analyse der neuronalen Emotionsverarbeitung. Manche befürchten gar, dass in Zukunft so etwas wie «brain reading» möglich sei. Darunter versteht man die potentielle Möglichkeit anhand der objektivierten Hirnaktivierungen auf die ablaufenden Kognitionen und Emotionen schliessen zu können. In gewissen Grenzen ist dies bereits jetzt schon möglich, obwohl die kognitiven Neurowissenschaften noch sehr weit davon entfernt sind, die Funktionsweise des menschlichen Gehirns derart zu verstehen, um ein perfektes «brain reading» zu gewährleisten.

Es existieren darüber hinaus auch ernst zu nehmende philosophische Einwände, die betonen, dass das subjektive Erleben einer Person nie mittels bildgebender Verfahren ergründbar sein kann, weil die Erste-Person-Perspektive (ich) nie durch eine dritte Person (also aus der Dritte-Person-Perspektive) erschlossen werden könne.

Insofern sind viele der oben aufgeführten psychischen Bereiche noch als spekulative Ausblicke aufzufassen, die sich wahrscheinlich so nie einstellen werden.

Ein typisches Beispiel ist wohl das Neuromarketing, einer neuen Forschungsrichtung, die vorgibt, anhand von Hirnaktivierungen das Kaufverhalten von Kunden vorherzusagen. Aus derzeitiger Sicht der kognitiven Neurowissenschaften ist dieser Ansatz eher kritisch zu sehen.

Ein anderer ethischer Problembereich ist viel virulenter und birgt auch für die Zukunft erhebliche ethische Gefahren. Derzeit akkumulieren Befunde, die

psychiatrische und neurologische Auffälligkeiten mit hirnanatomischen Devianzen in Verbindung bringen.

So konnte z.B. gezeigt werden, dass Soziopathen über neuroanatomische Auffälligkeiten im Frontalkortex verfügen. Es wird davon ausgegangen, dass diese neuroanatomischen Auffälligkeiten die defizitären Verhaltenskontrollfunktionen bei diesen Soziopathen determinieren. Wenn dem so ist, könnte man in der Zukunft alleine anhand neuroanatomischer Bilder in vivo Soziopathen identifizieren und entsprechend behandeln. Dies kann auch zu veränderten Einstellungen zu Soziopathen führen, denn wenn sie einen Hirndefekt haben, dann sind sie offenbar nicht direkt verantwortlich für ihre Taten. Aktuelle Fälle des US-amerikanischen Gerichtswesens belegen den lebhaften Einfluss solcher Überlegungen auf das Rechtssystem.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf zu verweisen, dass die mit bildgebenden Verfahren erhobenen Daten lange gespeichert werden können. Dies kann dazu führen, dass Hirndaten, die vielleicht im Zusammenhang mit einer ärztlichen Routineuntersuchung erhoben wurden, Jahre später zu anderen Zwecken verwendet werden. Möglicherweise könnten sich die Analysemethoden verbessert haben und man würde feststellen, dass eine Person über ein Hirn verfügt, das typisch für ein soziopathisches Gehirn ist. Wenn dies publik würde, wie reagieren dann die Versicherungen, die Angehörigen und der Proband selbst?

Die vielen diagnostischen Möglichkeiten, die bildgebende Verfahren eröffnen, sind auch mit dem Problem verbunden, dass einige Krankheiten früher erkannt werden können. Das könnte von Vorteil sein, wenn entsprechende Behandlungsmethoden zur Verfügung stehen. Wenn allerdings keine Behandlungsmethoden zur Verfügung stehen, dann wird der Patient unter erheblichen psychischen Belastungen leiden. Die weitaus häufiger auftretende Möglichkeit ist, dass nicht eindeutig zu diagnostizierende anatomische Defizite identifiziert werden, die sowohl den

Arzt wie auch den Patienten ratlos zurücklassen (z.B. so genannte «Zufallsbefunde»). Solche Befunde können aber erhebliche Veränderungen im Hinblick auf die Lebenszufriedenheit des Betroffenen auslösen

Wo besteht angesichts dieser Problembereiche für wen welcher Handlungsbedarf?

Handlungsbedarf besteht insbesondere in der sachgemässen Ausbildung der Betreiber. Diese Ausbildung sollte nicht nur den technischen Umgang mit den Geräten beinhalten, sondern insbesondere auch den theoretischen und ethischen Hintergrund der zu untersuchenden Fragen beinhalten. Dies könnte unsachgemässe und übertriebene Hoffnungen bzw. Erwartungen verhindern. Ein typisches Beispiel ist das Neuomarketing, wo Wirtschaftswissenschaftler ohne detaillierte Kenntnis der menschlichen Neuroanatomie und Neurophysiologie vor dem Hintergrund einer eher rudimentären Kenntnis der Psychologie «einfache» aber gut zu verkaufende Experimente zur Überprüfung der Verkaufbarkeit von verschiedenen Produkten durchführen wollen. In den USA weigern sich bereits viele Non-Profit-Organisationen, diese Methoden für solche Fragestellungen zur Verfügung zu stellen.

Ein weiterer Bereich besteht in der Schulung im Hinblick auf ethische Fragen, die im Zusammenhang mit bildgebenden Untersuchungen auftreten können.

Neuropsychologie-Meeting

Vom 26.-30. Juli findet in Zürich das INS (International Neuropsychological Society)- Meeting statt, das dem Thema *From Plasticity To Rehabilitation* gewidmet ist.

<http://www.psychologie.unizh.ch/neuropsychology/INS2006/>