

Seit die Hirnforschung die Feuilletons der Zeitungen erobert, werden immer häufiger ethische und philosophische Aspekte ihrer wissenschaftlichen Ergebnisse diskutiert. Das Schlagwort „Neuroethik“ wird dabei in unterschiedlichen Konnotationen gebraucht. Von manchen Autoren wird es als Studium der ethischen, gesetzlichen und sozialen Fragen verstanden, die sich aus den Ergebnissen der Hirnforschung ergeben und in die Begründung des Strafrechts oder die Gesundheits- und Sozialpolitik hineinwirken könnten. Neuroethik wird aber auch im engeren Sinne als kritische Reflexion neuer Therapiemöglichkeiten oder der Perfektion und Manipulation von Leistungen des gesunden oder kranken menschlichen Gehirns definiert. Letztlich glauben manche Hirnforscher, Ethik könne komplett biologistisch aus dem Zusammenspiel neuraler Systeme verstanden werden, und die so definierte Neuroethik müsse „veraltete“, ethisch-philosophische Ansätze ersetzen.

Hirnforschung beschäftigt sich mit einem Organ, das uns zu einzigartigen Individuen macht, Erkenntnisfähigkeit, Kreativität, Emotionen, Erinnerungen, ja unser gesamtes Verhalten ermöglicht. Daher muss in diesem Kontext über Ziele neurowissenschaftlicher Forschungsansätze und über Grenzen der Verwendung und Bedeutung ihrer Ergebnisse kritisch nachgedacht werden. Auch die Rolle der Hirnforschung bei der Entwicklung neuer therapeutischer Verfahren ist zu diskutieren, da diese entgegen ihrer

ursprünglichen Intention immer häufiger von der Life-Style-Industrie als „Enhancement“, das heißt zur Steigerung menschlicher Fähigkeiten, (aus)genutzt werden.

Die Neuroethik wird aber auch als ein Forschungsbereich verstanden, der unter Rekurs auf neurowissenschaftliche Erkenntnisse ethisches Verhalten generell als biologisch determinierten Prozess zu erklären versucht. Dieser Ansatz muss als ein Versuch der Naturalisierung des Menschenbildes angesehen werden und stellt unter erkenntniskritischen Aspekten eine Reduktion dar. Ein umstrittenes Beispiel für diesen Reduktionismus ist die Frage nach Existenz oder Nicht-Existenz des freien Willens: Während Anhänger des naturalistischen Konzepts Menschen als biologisch determinierte Systeme ansehen („Die Idee eines freien Willens ist mit wissenschaftlichen Überlegungen prinzipiell nicht zu vereinbaren ... Für mich ist unverständlich, dass jemand, der empirische Wissenschaft betreibt, glauben kann, dass freies, also nichtdeterminiertes Handeln denkbar ist.“ W. Prinz, *der Mensch ist nicht frei*, in: Christian Geyer (Hg.), *Hirnforschung und Willensfreiheit. Zur Deutung der neuesten Experimente*, Frankfurt 2004, Seite 22f.), lehnen die Kritiker dieses Konzept aus erkenntnistheoretischen Gründen, aber auch über eine Analyse der Aussagemöglichkeiten neurobiologischer Methoden und Befunde ab.

Aus den vielen aktuellen Entwicklungen der Hirnforschung und der Neuro-

ethik können wir im Rahmen dieses Aufsatzes nur drei Themen in aller Kürze ansprechen: das Neuroimaging als Basis zahlloser Erkenntnisse in der modernen Hirnforschung, die Psychopharmakologie und das darauf basierende „Enhancement“ mentaler Leistungen und schließlich die Frage nach der genetischen Prädisposition neuropsychiatrischer Erkrankungen.

Neuroimaging und seine Grenzen

Zweifellos gibt es ohne Gehirn keine Wahrnehmung von Sinnesindrücken, keine motorischen Aktivitäten und auch keine kognitiven Prozesse. Die zellulären Bausteine des Gehirns sind Nervenzellen (Neurone) und Gliazellen, deren Funktion bei der Signalübertragung bisher nur unvollständig verstanden ist. Neurone sind für Entstehung, Modifikation und Weiterleitung von Erregungen in Form chemischer und elektrischer Signale verantwortlich. Der Verlust einer größeren Anzahl von Neuronen führt unweigerlich zur Einschränkung oder zum Verlust unserer kognitiven, emotionalen, perzeptiven und motorischen Fähigkeiten und damit zu schwersten Persönlichkeitsveränderungen.

Zur Erforschung neurobiologischer Mechanismen kognitiver Leistungen bedienen wir uns in den letzten zwei Dekaden zunehmend sogenannter bildgebender Verfahren, dem Neuroimaging. Eine der wichtigsten dieser Methoden ist die Magnetresonanztomographie (MRT). Sie erlaubt auf nichtinvasive Weise einen Blick in das lebende menschliche Gehirn. Eine strukturelle MRT erlaubt eine millimetergenaue Abbildung der Anatomie des Gehirns. Sie wird routinemäßig zur Diagnose von neurologischen Erkrankungen eingesetzt. Dagegen wird die Methode der funktionellen MRT (fMRT) bisher fast ausschließlich in der Forschung angewandt. Mit der fMRT können die motorischen, perzeptiven, kognitiven oder

emotionalen Funktionen zugrunde liegenden, jeweils spezifisch im Gehirn verteilten, aktiven Regionen sichtbar gemacht werden.

Bereits im achtzehnten Jahrhundert wollte der Arzt Franz Josef Gall mentale Eigenschaften bestimmten Hirngebieten zuordnen. Mit dieser als Phrenologie bezeichneten Lehre versuchte er aus bestimmten Schädelformen Charaktereigenschaften und kognitive Leistungsfähigkeit vorherzusagen und so „Hirnzentren“ als Sitz von Persönlichkeitsmerkmalen zu lokalisieren. Auch wenn viele solcher Zusammenhänge aus konkreten Beobachtungen von Patienten mit Hirnverletzungen herrührten und zum Beispiel für das Verständnis von Sprache zu einem produktiven Ansatz führten, verkam die Phrenologie zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts zu einer Art Unterhaltung der sich als aufklärerisch verstehenden Gesellschaftszirkel. Sie definierte mentale Leistungen in der Begriffswelt der Alltagspsychologie ihrer Zeit und sprach sie monozentrisch nur jeweils einer Hirnregion zu. Dies erwies sich als falsch, da die Alltagspsychologie nicht neuronale Mechanismen, das heißt die Kodierungsstrategie des Gehirns erfasst und eine mentale Leistung nicht von einem „Hirnzentrum“, sondern von einem neuronalen Netzwerk geleistet wird, das aus zahlreichen, interagierenden Hirnregionen besteht. Zudem gibt es Hinweise aus dem Neuroimaging, die zeigen, dass verschiedene Individuen für eine identische kognitive Aufgabe unterschiedliche Lösungsstrategien einschlagen und somit variable Netzwerkkonstellationen nutzen.

fMRT macht nicht Gedanken, Gefühle oder Charaktereigenschaften sichtbar, sondern physiologische Vorgänge, die mit den zugrunde liegenden Hirnleistungen einhergehen. Es handelt sich dabei in der Regel um die Messung des sogenannten BOLD-Effekts („Blood Oxygen Level De-

pendent Effect“), dem eine Änderung der magnetischen Eigenschaften des Blutfarbstoffs und Sauerstoffträgers Hämoglobin durch vermehrte Sauerstoffabgabe und erhöhten Blutfluss im Bereich der jeweils besonders aktiven Hirnregionen zugrunde liegt. Voraussetzungen für die Visualisierung sind daher der Vergleich mit einer Ausgangs-(Kontroll-)bedingung sowie eine Reihe statistischer Berechnungen, die auf Modellannahmen beruhen und letztlich mathematische Konstrukte darstellen, die zwangsläufig auch interpretatorischen Charakter haben. Zwischen einem fMRT-Bild und unseren Gefühlen und Gedanken liegen somit Arbeitshypothesen und neuronale Mechanismen, die auch bei heutigem Kenntnisstand nicht vollständig verstanden sind. Mehr noch: Jede fMRT-Studie setzt konzeptuell neuropsychologische Arbeitshypothesen voraus und beleuchtet letztlich korrelative, nicht kausale Zusammenhänge. Gefühle und die zugrunde liegenden neuronalen Hirnmechanismen sind kategorial verschiedene Ontologien. Sie gleichzusetzen ist naiver Reduktionismus.

Die Erforschung neurologisch-psychiatrischer Störungen profitiert erheblich von der strukturellen und funktionellen Bildgebung. So können heute zwischen gesunden Kontrollpersonen und Menschen, die an neurologischen Erkrankungen und psychischen Störungen leiden, Unterschiede in der Funktionsweise lokalisierbarer Hirnbereiche nachgewiesen werden, die sowohl für die Diagnose als auch für die Entwicklung und das Monitoring von Therapien sowie für neuartige Frühdiagnosemethoden und Prävention von Bedeutung sein werden.

Diagnose oder Gedankenlesen?

Gegenwärtig erscheint das Neuroimaging in den Medien weniger im Kontext erkenntniskritischer Aufklärung, sondern eher als sensationelle Erklärungsmöglich-

keit für philosophische, theologische oder anthropologische Fragestellungen. Wichtige Aspekte wie ein besseres Verständnis neurobiologischer oder psychologischer Prozesse und vor allem neue Diagnose- und Präventionsmöglichkeiten bei neuropsychiatrischen Erkrankungen treten dabei meist in den Hintergrund. Bei der medialen Vermittlung spielt nicht nur das von Journalisten definierte Interesse und unterstellte Kenntnisdefizit der Leser, sondern in gleichem Maße auch das Streben von Wissenschaftlern nach Selbstdarstellung eine Rolle, denn mediale Aufmerksamkeit ist einfach zu einem immer wichtigeren Faktor bei der Einwerbung von Forschungsmitteln in einem harten Konkurrenzkampf geworden. So gibt es zahlreiche Pressemitteilungen mit dem Tenor „Forscher können durch Neuroimaging Gedanken lesen“. Hier wird dann oft die Möglichkeit der fMRT als Beweismittel in Zivil- und Strafprozessen als besserer Lügendetektor erörtert. Wie oben ausgeführt, wird aber durch fMRT keineswegs ein „Lügen- und Wahrheitszentrum“, sondern bestenfalls die begleitende Aktivitätssteigerung in Hirnarealen nachgewiesen, die vermutlich etwas mit dem kognitiven Mehraufwand bei der Konstruktion bewusst falscher Aussagen zu tun haben könnte. Als Beweismittel vor Gericht sind solche Methoden jedoch völlig ungeeignet, da sie Mittelwerte aus Gruppenvergleichen darstellen, aber angesichts der hohen interindividuellen Variabilität der kognitiven Strategien keine Aussage über die Reaktion einer einzelnen Person zulassen. Kritische Wissenschaftler haben wiederholt dieser Behauptung vom „Gedankenlesen durch Neuroimaging“ deutlich widersprochen (allgemein verständliche Darstellung in S. J. Ackerman, *Hard Science, Hard Choices*. Dana Press, New York 2006, Seiten 29 bis 34).

Es ist daher wichtig, durch wissenschafts- und nicht mediengetriebene,

interdisziplinäre Dialoge zu den Implikationen moderner Hirnforschung Stellung zu nehmen und das Wissen um die Grenzen der Aussagekraft dieser Forschung in angemessener Weise zur Diskussion zu stellen.

Enhancement: Das bessere Gehirn

Die Diskussion um „Enhancement“ ist durch die neuen Forschungen zu den neuralen Mechanismen von Lernen, Erinnern, Aufmerksamkeit und Angst und ihren ethischen Implikationen von großer Bedeutung. Mit Enhancement ist meist die Verbesserung kognitiver, exekutiver und emotionaler Fähigkeiten gesunder Personen mithilfe von Psychopharmaka gemeint, die für Therapiezwecke entwickelt wurden. Ist Enhancement daher nur ethisch fragwürdiges mentales Doping, da es der Steigerung der Leistungsfähigkeit neuropsychiatrisch gesunder Menschen dient und nicht der Therapie von Erkrankungen?

Ein konkretes Beispiel ist die Verwendung eines Medikaments mit dem Amphetamin-ähnlichen Wirkstoff Methylphenidat, das zum Beispiel als Ritalin von Ärzten verordnet werden kann. Es entfaltet durch eine Konzentrationserhöhung von Dopamin an Synapsen des Gehirns, vor allem im präfrontalen Cortex und den Basalganglien, seine Wirkung (Herabsetzen der Impulsivität, Konzentrationsverbesserung). Möglicherweise wirkt es auch auf andere Transmittersysteme wie Noradrenalin und Serotonin. Ärztlich verordnet wird Ritalin bei Kindern, die an ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) leiden. Symptome von ADHD sind verminderte Konzentrationsfähigkeit und Störungen der Impulskontrolle, Vergesslichkeit sowie ausgeprägte Hyperaktivität. Die Lebensqualität junger Patienten und deren Eltern kann durch dieses Medikament erheblich verbessert werden. Problematisch wird jedoch der Einsatz von Ritalin als Mittel zur Konzentra-

tionssteigerung bei gesunden Personen. Doch wie kann Gesundheit definiert werden? Durch normative Diagnosetabellen nur bedingt, da es Kinder mit Konzentrationsstörungen geringeren Ausmaßes gibt, die keineswegs die Kriterien für ADHD erfüllen. Können wir ihnen Versagen in der Schule zumuten, wenn sie durch Ritalin leistungsfähiger gemacht werden können? Ist es ethisch verwerflich, wenn professionelle Pianisten ihr natürliches Zittern durch sogenannte Beta-Blocker unterdrücken und dadurch im erbarmungslosen Wettbewerb der Virtuosen bestehen, oder wenn wir im Alter unsere biologisch „normalerweise“ reduzierte Erinnerungsfähigkeit durch Medikamente verbessern, um Lernen und Gedächtnis zu optimieren? Normalität wird als statistische Größe, das heißt als Leistung des Individuums definiert, die dem Durchschnitt einer Population innerhalb eines bestimmten Bereiches entspricht. Warum wird dabei aber nur das Individuum betrachtet, nicht aber die Lebensumstände zum Beispiel als Manager oder Klaviervirtuose, die unter Umständen weit über die normalen Anforderungen hinausgehen?

Es gibt längst eine Ethikdebatte zur Frage von Therapie und Enhancement, eine klare Positionierung zur medizinischen Leistungssteigerung und dieser Art von Lifestyle ist jedoch im öffentlichen Bewusstsein nicht feststellbar. Nicht die Hirnforschung ist das ethische Problem, sondern ihr Missbrauch, hervorgerufen durch gesellschaftlich sanktionierten Leistungsdruck und Wettbewerbsdenken, unreflektierte Selbstaussbeutung, Kommerzialisierung und letztendlich fehlendes Bewusstsein über die persönlichkeitsverändernden Auswirkungen dieser Art von mentalem Doping.

Neurogenetik: Gene als Schicksal

Spätestens seit das menschliche Genom entschlüsselt wurde, werden immer häufiger genetische Grundlagen neurolo-

gisch-psychiatrischer Erkrankungen entdeckt. Die Bedeutung dieser Forschungen wird oft verkürzt unter dem Schlagwort „Gene, dein Schicksal“ dargestellt. Welche Bedeutung haben aber epigenetische Faktoren, das heißt äußere Einflüsse durch Umwelt, Lebensweise und Erziehung auf den Ausbruch einer Krankheit? Einige, meist seltene Krankheiten werden durch einen einzigen Gendefekt hervorgerufen, zum Beispiel die Chorea Huntington. Diese Krankheit führt unausweichlich über den Untergang von Nervenzellen im Gehirn zu schwersten körperlichen und seelischen Störungen und schließlich zum frühen Tod. Jeder Mensch, der einen bestimmten Defekt im sogenannten Huntingtin-Gen aufweist, wird erkranken. Die Diagnose kann schon bei der Geburt, das heißt Jahrzehnte vor Ausbruch der bis heute nicht therapierbaren Erkrankung, gestellt werden.

Ganz anders sieht es jedoch bei den meisten großen neuropsychiatrischen Erkrankungen aus, zum Beispiel bei der genetischen Prädisposition zur Schizophrenie, Depression oder Alzheimer'schen Erkrankung. Auch hier geht man schon lange von einem Einfluss genetischer Faktoren aus. Jüngste Ergebnisse der Neurogenetik zeigen, dass das Krankheitsrisiko für Schizophrenie mit Veränderungen in verschiedenen Genen, unter anderem dem COMT und/oder Neuregulin 1, in Zusammenhang steht. Im Gegensatz zur Chorea Huntington ist die Wahrscheinlichkeit, an Schizophrenie zu erkranken, für einen Träger des veränderten Gens zwar erhöht, aber keineswegs ein unausweichliches Schicksal für jeden einzelnen Menschen mit dieser genetischen Störung. Hier muss ein Zusammenspiel un-

ausweichlicher genetischer und durchaus beeinflussbarer epigenetischer Faktoren angenommen werden.

In beiden Fällen werfen die Erkenntnisse der modernen Hirnforschung ungelöste ethische Probleme auf. Ist es für den Arzt verpflichtend, den Patienten mit seiner genetischen Prädisposition zu konfrontieren, auch wenn er noch nicht erkrankt ist, keine Therapie zur Verfügung steht oder das Erkrankungsrisiko nicht abschätzbar ist?

Die moderne Hirnforschung analysiert mit immer größerem Erfolg die neuronalen Mechanismen aller mentalen Leistungen. Die Lokalisation dieser Mechanismen durch funktionelles und strukturelles Neuroimaging ist ohne Zweifel ein wichtiger Schritt zum Verständnis unseres Gehirns und den biologischen Bedingungen seiner normalen oder pathologisch veränderten kognitiven, perzeptiven und emotionalen Leistungsfähigkeit. Die moderne Genetik trägt mit der Identifikation und Analyse erblich determinierter Faktoren neuraler Vorgänge zur Entschlüsselung dieser Mechanismen bei. Diese Erkenntnisse der modernen Hirnforschung haben aber über die Neurobiologie hinausgehende Bedeutung, da es letztlich nicht nur um zelluläre Funktionen oder Stoffwechsellösungen geht – wie in allen anderen Organen –, sondern um das biologische Verständnis der *Conditio humana* und die Therapie neuropsychiatrischer Erkrankungen. Daher haben Erkenntnisse der Hirnforschung Bedeutung für Diskussionen in völlig anderen Kategorien wie der Philosophie, Ethik oder Diskussionen zu den Grundlagen des Strafrechts, ohne diese ersetzen zu können.