

Begegnungen 27

Frank Vogelsang, Christian Hoppe (Hg.)

Sollen wir den Menschen verbessern?

Versprechungen und Perspektiven des Neuroenhancements

V. Forum Neuroethik

Dokumentation der Tagung 01/2011

21. bis 22. Januar 2011

Evangelische Akademie im Rheinland - Bonn

Bibliografische Information:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Impressum:

Evangelische Akademie im Rheinland
Haus der Begegnung
Mandelbaumweg 2
53177 Bonn
www.ev-akademie-rheinland.de

Umschlagentwurf und Typografie: art work shop GmbH, Düsseldorf
Titelbild : © picture-alliance/ medicalpicture. Fotograf: Patrick Enge

Für den Druck bearbeitet von Dorothea A. Zügner, Wachtberg

© 2011 Evangelische Akademie im Rheinland, Bonn

Die Broschüre und alle in ihr enthaltenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtes ist ohne Zustimmung des jeweiligen Autors bzw. der jeweiligen Autorin und der Evangelischen Akademie im Rheinland nicht zulässig. Soweit die Beiträge auf Mitschnitten beruhen, wurden sie von den Autorinnen und Autoren überarbeitet und zur Veröffentlichung freigegeben.

Druck: ggp media on demand, Pößneck
ISBN 978-3-937621-34-0

Frank Vogelsang Vorwort	5
Christian Hoppe Hirnforschung: Vom Funktionsverlust über die intakte Funktion zur Funktionsverbesserung	7
Frank Vogelsang Enhancement – Die Verbesserung des Menschen als kulturelle Herausforderung	29
Rolf Eckmiller Implantate als Sensoren und Stimulatoren von Hirnfunktionen	43
Boris B. Quednow Muss nur die Chemie stimmen? Verbesserung der Gehirnleistung durch Drogen und Neuropsychopharmaka	57
Jutta Kray Gehirnjogging – Leistungssteigerung durch Training: Was ist möglich?	77
Martin Hubert Schneller, besser, effizienter? Zur Rolle der Medien für eine kompetente gesellschaftliche Diskussion des Neuroenhancements	89
Edgar Dahl Mother's Little Helper Dürfen wir unser Glück in einer Pille suchen?	105
Ulrich Eibach Neuroenhancement und Menschenbild Sollen wir den Menschen verbessern? Die menschliche Natur als Gabe und Aufgabe	111

Anhang	
Autorenverzeichnis	129
Das Forum Neuroethik	135

Frank Vogelsang

Vorwort

Sollen wir den Menschen verbessern? Nun mag man erstaunt sein über die Frage – besser werden kann der Mensch doch immer, wir kennen doch genügend Beispiele dafür, dass Menschen besser werden können und sollen. Aber natürlich ist es ein kleiner Unterschied, ob man fragt, ob der Mensch besser werden kann oder ob man danach fragt, ob man den Menschen verbessern kann. Die Alltagssprache unterscheidet deutlich: Soll der Mensch besser werden? Diese Frage stammt aus dem moralischen Diskurs. Wir sind stets dazu aufgefordert, besser zu werden. Die Aufforderung „Bessere Dich!“ meint etwas, was jeder und jede jederzeit tun kann und sollte. Anders ist schon die Bedeutung der Formulierung: Soll der Mensch sich verbessern? Hier ist eher die Leistungsfähigkeit gemeint. Ich kann mich im Sport verbessern, wenn ich mehr trainiere. Ich kann mich verbessern, indem ich konzentrierter arbeite. Doch die Frage der Tagung lautet wiederum anders: Sollen wir den Menschen verbessern? Hier ist der Mensch, für den die Verbesserung diskutiert wird, nicht selbst angesprochen, es wird über ihn gesprochen. Der Mensch ist hier Objekt, in dem sprachlichen Ausdruck und auch im Handlungszusammenhang. Dies sagt schon viel über das zugrunde liegende Problem. Wer ist der Akteur, auf wen richtet sich die Aktion? Wird der Mensch zum Objekt, wird er zum behandelbaren Gegenstand? Zwei Traditionen kommen in das Blickfeld, die einer solchen Entwicklung kritisch gegenüber stehen. Zum einen ist es die religiöse Tradition. Im jüdisch-christlichen Kontext ist der Mensch Geschöpf Gottes. Darf er dann es sich zum Ziel setzen, den Menschen zu verbessern? Zum anderen sind es humanistische Traditionen. Eine Formulierung des kategorischen Imperativs Kants lautet: Handle so, dass du die Menschheit sowohl in deiner Person, als in der Person eines jeden anderen jederzeit zugleich als Zweck, niemals bloß als Mittel brauchst.

Verschärft wird die Diskussion um die Verbesserung des Menschen durch den rasanten Wissenszuwachs im Bereich der Neurowissenschaften. Vieles, was lange höchstens hypothetisch diskutiert werden konnte, ist nun in den

Bereich des Machbaren gerückt. Cochlea Implantate haben schon vielen Menschen geholfen, erstmalig Hörerlebnisse zu haben oder nach Ertaubung wieder hören zu lernen. Bei locked-in Patienten, die sich etwa nach einem Unfall nicht mehr bewegen können, gelingt es mit Gehirn-Computer-Interfaces ihnen Mittel zur Kommunikation bereit zu stellen. Psychopharmaka können die Stressresistenz erhöhen. Dürfen wir, sollen wir nun aber nicht nur Krankheiten ausgleichen, dürfen wir, sollen wir auch gesunde Menschen durch solche Techniken verbessern? Was ist möglich, was ist erlaubt?

Christian Hoppe

Hirnforschung: Vom Funktionsverlust über die intakte Funktion zur Funktionsverbesserung

Hirnforschung ist in aller Munde, doch es ist gar nicht so klar, was genau damit eigentlich gemeint ist. Im folgenden Beitrag wird zunächst das wissenschaftliche Denken in Bezug zur alltäglichen Sicht der Wirklichkeit gesetzt (1). Das richtige Verständnis der Hirnforschung setzt eine Kenntnis ihrer Methodologie voraus, die durch eine doppelte Dualität gekennzeichnet ist (2). Aus den Befunden der Hirnforscher ergibt sich insgesamt eine Leitidee (3), deren theoretische und praktische Konsequenzen (4) die Öffentlichkeit schon jetzt sehr stark beschäftigt und in den kommenden Jahren sicher weiter beschäftigen werden. Der Beitrag endet, anknüpfend an den ersten Abschnitt, mit kurzen Überlegungen zum Verhältnis von Wissen und Alltagserfahrung (5).

1. Erkenntnis- und wissenschaftstheoretischer Prolog

Mary Smith¹ ist die perfekte Wissenschaftlerin. In einem Gedankenexperiment stellen wir uns vor, dass sie das Fachgebiet der Osculogie (Lehre vom Küssen) begründet – und sogleich zur Vollendung geführt hat. Sie weiß definitiv alles, was man jemals über das Küssen wissen kann: die Endokrinologie (Hormone!), die Muskelphysiologie (Lippen!), die Neurophysiologie (cerebrale Steuerung), aber auch die Kunst-, Literatur- und Filmgeschichte des Kusses – einfach alles! Die Tragik ihres Lebens besteht jedoch darin, dass sie selbst noch niemals geküsst hat. Was also lernt sie in dem Moment über

1 Das folgende Gedankenexperiment geht auf Frank Cameron Jackson zurück. Bei ihm war die Superwissenschaftlerin Mary jedoch in einem Labor eingesperrt, in dem alles in Grautönen gehalten ist und in dem sie über das Farbsehen forscht. Das Beispiel kann in dieser Form rhetorisch kaum überzeugen, z.B. weil Haut nicht schwarz-weiß ist. Jackson, F.C. (1982) Epiphenomenal qualia. *Philosophical Quarterly* 32, 127-136 und Jackson, F.C. (1986) What Mary didn't know. *Journal of Philosophy* 83, 291-295. Ein ähnliches Gedankenexperiment findet sich bei Thomas Nagel: Nagel, T. (1974) What is it like to be a bat? *Philosophical Review* LXXXIII, 4, 435-450.

die Wirklichkeit des Kusses, als sie zum ersten Mal in ihrem Leben selbst küsst; was weiß sie nun mehr? Diese Frage ist irritierend; denn das Gedankenexperiment bestand ja darin, dass Mary bereits alles über das Küssen wusste – aber wir haben die starke Intuition, dass sie erst jetzt, wo sie eine persönliche Erfahrung mit dem Küssen gemacht hat, wirklich weiß, was Küssen ist.

Die überpersönliche Perspektive des Wissens auf der Basis objektiver Beobachtungen und Messungen kommt einer persönlichen Perspektive der Erfahrung auf Basis eigener, ichbezogener, leibhaftiger Wahrnehmung nicht in die Quere: Während Mary küsst, läuft z.B. die gesamte Biochemie in ihrem Organismus tatsächlich ab, von der sie weiß (man hofft immer nur, dass Mary während des Kusses nicht zu sehr darüber nachdenkt, sondern das Erlebnis ohne störende Gedanken genießen kann) – aber selbst ein vollständiges Wissen kann die Erfahrung nicht ersetzen, sie nicht einholen. Umgekehrt trägt die persönliche Erfahrung als solche nicht zum überpersönlichen Wissen bei – im realen Leben wäre Mary nach ihrem Kuss vielleicht sogar etwas voreingenommen und nicht mehr perfekt objektiv wie zuvor. Wissen und Erfahrung, so scheint es, sind spannungsvoll aufeinander bezogen, aber nicht ineinander überführbar.²

2. Zur doppelten Dualität der Hirnforschung

Der Grund für den Boom der Neurowissenschaften besteht in der schlichten Tatsache, dass wir das Gehirn des Menschen erst seit wenigen Jahrzehnten überhaupt untersuchen können. Bestens verpackt im Schädel war es früher nur bei offenen Schädel-Hirn-Verletzungen (z.B. bei Gladiatoren, Soldaten) oder nach dem Tod zugänglich. Seit 1985 können wir die Hirnstruktur mit Hilfe der Kernspintomographie abbilden – ohne Injektion, ohne ionisierende Strahlung, bei Beachtung aller Voraussetzungen komplett unschädlich; die räumliche Auflösung der Schnittbilder liegt heute bei ca. einem Millimeter! Seit 1990 wird die Technologie auch zur ungefährlichen Messung

2 Weitere analoge Beispiele wären z.B.: der Mediziner, der alles über eine Krebserkrankung weiß – und sie dann selbst erleidet; der Professor, der alles über Bachsche Musik weiß, sie aber aufgrund einer angeborenen Taubheit noch nie gehört hat; usw.

von Blutflussprozessen im Gehirn genutzt, die im Zusammenhang mit neuronaler Aktivität beobachtet werden können (sogenannte BOLD-Response); man spricht von der funktionellen Bildgebung des Gehirns. Die bekannten Hirnbilder mit farblich hervorgehobenen Aktivitätszentren tragen ganz erheblich zur Popularisierung der Hirnforschung in den Medien bei (Stichwort: „dem Hirn beim Denken zusehen“).

Die Kernspintomographie ist wohl das „Schlachtrösschen der modernen Hirnforschung“ aber auch das Elektroenzephalogramm (EEG), das Magnetoenzephalogramm (MEG), die Positronen-Emissions-Computertomographie (PET) und die Single-Photonen-Emissions-Computertomographie (SPECT) sind heute unverzichtbar, besonders auch in der klinischen Diagnostik. Neben den Untersuchungen des Gehirns von Patienten und Gesunden hat sich darüber hinaus die zelluläre Hirnforschung erheblich weiterentwickelt – vorsichtig chirurgisch entnommene Hirnzellen überleben heute ca. 20 Stunden unter dem Mikroskop und können in dieser Zeit elektrophysiologisch untersucht werden. Dadurch wurden sehr viele Informationen über neurophysiologische Elementarprozesse im Gehirn gewonnen (z.B. Langzeitpotenzierung, LTP).

In den folgenden Abschnitten wird eine Methodologie der Hirnforschung vorgeschlagen; in der popularisierten Hirnforschung scheint die methodische Fundierung häufig mehr als unklar zu sein.

2.1 Hirnforschung als reine Neurophysiologie?

Das Gehirn des Menschen – das sind 1.500 Gramm Wasser, Fette und Proteine (und ein wenig andere Substanzen). Eine Struktur, in der Prozesse ablaufen. Man könnte daher die Idee haben, die Funktionsweise dieses Apparates strukturell- und funktionell-neuroanatomisch aufzuklären. Tatsächlich kann man ein ganzes Meerschweinchen-Gehirn lebendig präparieren, so dass es – perfundiert von sauerstoff- und nährstoffreicher Lösung – ca. 30 Stunden lebt. Da man ausschließen möchte, dass dieses Gehirn Schmerzen empfindet (sic!), kühlt man es bis auf 32 °C ab und induziert damit hypothermische Anästhesie. An diesem Präparat kann man nun rein neurophysiologisch arbeiten: Input – Verarbeitung – Output. Würde man

nicht mit Hilfe dieser Untersuchungssituation mit der Zeit die Funktion des Gehirns komplett aufklären können?

Erstens, ist hierzu festzustellen, dass trotz Hypothermie erhebliche tierethische Bedenken bestehen; das Journal of Physiology lehnt daher Studien in diesem experimentellen Paradigma ab. Zweitens, haben Studien an Ganzhirnpräparaten offensichtlich wenig mit der „Hirnforschung“ zu tun, die in den Medien, in der Öffentlichkeit heute diskutiert wird – obwohl es doch reine Hirnforschung zu sein scheint.

2.2 Doppelte methodische Dualität in der Hirnforschung

In der heute dominanten Strategie reizt man ein Gehirn nicht physiologisch (z.B. elektrisch), sondern präsentiert dem Individuum (Tier/Mensch) einen Reiz in einem bestimmten Kontext (z.B. zeigt man einen Apfel). Man misst auch nicht nur physiologischen Output am motorischen Nervensystem oder am Muskel, sondern man beobachtet Verhalten im Kontext (z.B. der Affe nimmt sich den Apfel und beißt hinein). Offensichtlich bestehen hier zwei verschiedene Beobachtungsebenen: Zum einen wird das Individuum in seinem Kontext biologisch bzw. psychologisch beobachtet, und zum anderen wird gleichzeitig das Gehirn als eines der Organe dieses Individuums physiologisch beobachtet. Die Dualität der Beobachtungsebenen nenne ich die erste Dualität in der Methodik der Hirnforschung.

Die Vermischung beider Beobachtungsebenen trägt erheblich zum öffentlichen Streit über die Hirnforschung bei; sie ist die Quelle von inhaltsleerer „Neuromythologie“ und „Neurometaphorik“: Entweder werden dabei neurophysiologische Prozesse/Strukturen biologisierend bzw. psychologisierend beschrieben – z.B. mutiert das Dopamin-System zum „Lustsystem“, obwohl es im Gehirn kein Lust gibt – oder biologisch-psychologische Prozesse werden reduktionistisch auf der Ebene des Gesamtindividuum in Neuroterminologie beschrieben (i.B. Lust ist nichts anderes als das Feuern dopaminergener Neurone). Im Ergebnis entsteht jeweils der Eindruck, dass nur die Hirnprozesse objektiv wirklich seien und dass psychologische Phänomene, die man am Gesamtindividuum beobachtet, nichts anderes als

diese Hirnprozesse seien (nothing-butness bzw. nothing-buttery) – was offensichtlich widersinnig ist.³

Sobald die beiden Beobachtungsebenen geklärt sind, erschließt sich auch die Dualität der experimentellen Zugänge als die zweite Dualität in der Methodik der Hirnforschung: Entweder man führt eine kontrollierte, experimentelle Variation auf der Ebene des Gesamtindividuums durch – z.B. eine psychologische Intervention im Sinne einer Veränderung von Stimuli und/oder Kontext – und beobachtet dabei gleichzeitig, welche Vorgänge im Gehirn mit dieser Variation systematisch verbunden sind; dieser Zugang wird z.B. in der funktionellen Bildgebung des Gehirns realisiert (fMRI). Oder man führt eine kontrollierte Manipulation auf der Hirnebene durch – z.B. Läsion, Elektrostimulation, genetische Variation usw. – und beobachtet, wie sich dies systematisch auf das Verhalten und Erleben des Individuums in seinem Kontext auswirkt. Entsprechend der jeweils abhängigen, d.h. fokussierten Beobachtungsebene nennt man den ersten Zugang Psychophysiologie und den zweiten Zugang Neuropsychologie. Hirnforschung – jedenfalls im populären Sinne – ist tatsächlich entweder Psychophysiologie oder Neuropsychologie oder eine Kombination von beidem (z.B. Neurofeedback), aber es ist niemals nur reine Neurophysiologie.⁴

Die Ergebnisse psychophysiologischer und neuropsychologischer Forschung sind nie nur rein physiologischer Art. Zum Beispiel ist das berühmte Bereitschaftspotential, das auch in den Studien von Benjamin Libet zur Willensfreiheit eine wichtige Rolle spielte, keine rein neurophysiologische, sondern eine psychophysiologische Entität, da der Zeitpunkt 0, rückwärtig zu welchem die Mittelung der elektrophysiologischen Messergebnisse vorgenommen wird (vgl. unten), über das Verhalten (Fingerbewegung) und auch das Erleben des Probanden (subjektive Einschätzung als freiwillige

3 Zum Lächeln braucht es zum Beispiel außer einem Gehirn noch mindestens einen Mund. Vgl. Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S. (2003). *Philosophical foundations of neuroscience*. Oxford: Blackwell Publishers. Die Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von einem mereologischen Fehlschluss, insofern Eigenschaften eines Teils (bzw. des Ganzen) unzulässig dem Ganzen (bzw. einem Teil) zugeschrieben werden.

4 Vgl. hierzu Hoppe, C. (2007). Auf dem Wege zur Neuro-bio-psycho-theo-pharmako-physiologie. *Gehirn & Geist* 16.7.2007 (<http://www.gehirn-und-geist.de/artikel/894440>).

Bewegung) bestimmt ist.⁵ Man erkennt leicht die doppelte Beobachtungsebene: Fingerbewegung/Erlebensurteil einerseits und neuronale Prozesse/EEG andererseits; die Verbindung der Messungen auf beiden Beobachtungsebenen erfolgt über die zeitpunktabhängige Mittelung der Daten. Ein echtes psychophysiologisches Experiment liegt hier übrigens nicht vor, sondern nur eine Messreihe mit gemittelten Daten über zwei verschiedene Bedingungen, die jedoch nicht experimentell kontrolliert wurden (= psychophysiologisches Quasi-Experiment bzw. subsequent effects-Design). Der Hinweis auf die beiden involvierten Beobachtungsebenen verdeutlicht, dass es merkwürdig ist, hier von „Verursachung“ zu sprechen: Bei psychophysiologischen Studien wird ein komplexes Gesamtphänomen unter zwei verschiedenen Aspekten beobachtet; das Auftreten von Zusammenhängen dürfte daher kaum überraschend sein.

Es ist interessant, vor dem Hintergrund dieser Überlegungen die Entwicklung der naturwissenschaftlich orientierten Psychologie nachzuvollziehen. Nach dem Scheitern der introspektiven Psychologie hoffte der Behaviorismus, Verhalten auf der Basis objektiv beobachtbarer Zusammenhänge von Reizen und Reaktionen verstehen zu können. Erst mit der kognitiven Wende der Psychologie seit Mitte der 1980-er Jahre akzeptierte man wieder den Rekurs auf latente, nicht direkt beobachtbare theoretische Größen (z.B. Gedächtnis), weil einfach zu viele interessante psychologische Phänomene andernfalls gar nicht untersucht werden können. Es zeigt sich, dass die vermuteten „kognitiven Prozesse“ modelliert werden können und eine Vorhersage von Verhalten ermöglichen. Seit Mitte der 1990-er Jahre vollzieht sich nun mit der wachsenden Verfügbarkeit noninvasiver Hirnuntersuchungsmethoden die so genannte „neurokognitive Wende“. Man nimmt heute an,

5 Originalstudien: Libet, B. (1985) Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *The Behavioral and Brain Sciences* VIII, 529-539 und Libet, B. (1983), Curtis, A.G., Wright, E.W., Pearl, D.K. (1983) Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activities (Readiness-Potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain* 106, 623-642. – Replikationsstudien: Haggard, P., Eimer, M. (1999) On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Experimental Brain Research* 126, 128-133; Keller, I., Heckhausen, H. (1990) Readiness Potentials preceding spontaneous motor acts: voluntary vs. involuntary control. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 76, 351-361; Trevena, J.A., Miller, J. (2002) Cortical movement preparation before and after a conscious decision to move. *Consciousness and Cognition* 11, 162-190.

dass die bisher nur theoretisch vermuteten kognitiven Prozesse „ihrer Natur nach“ neuronale Signalverarbeitungsprozesse darstellen, dass sie sich also in Nervennetzen (und deren technischen Analoga) realisieren. Hieraus resultiert die doppelt dual angelegte, neurokognitive Methodologie, wie sie oben beschrieben wurde. Man beachte, dass keinesfalls Verhalten und Erleben, sondern die ihnen zugrunde liegenden kognitiven Prozesse auf neuronale Prozesse reduziert werden sollen.

2.3 Mittelung (averaging)

Das Gehirn ist, solange das Individuum lebt, insgesamt aktiv; es gibt darin keine Regionen, die zwischenzeitlich abschalten – allenfalls wechseln einige Regionen phasenweise in weniger stoffwechselintensive Zustände. Wenn man die systematisch mit bestimmten kognitiven Prozessen zusammenhänge Hirnaktivität ermitteln will, hat man demnach ein Filterproblem: Welcher Anteil der Hirnaktivität ist spezifisch für die Aufgabe relevant, welcher Teil ist dagegen eher unspezifische Hintergrundaktivität (signaltechnisch = Rauschen)? Eine Identifikation spezifisch korrelierender Hirnaktivität (= Signal) bedeutet offensichtlich nicht, dass die übrige Hirnaktivität für die erbrachte Leistung irrelevant wäre, dass also auch die isolierten Aktivitätsareale für sich alleine, ohne die Hintergrundaktivität, die entsprechende Leistung vollbringen würden.

Wie kann man vorgehen? Es ist unverzichtbar, mehrere Fälle zu haben. Erst dies ermöglicht es, nach bestimmten Zusammenhängen der Eigenschaften von Phänomenen auf den beiden Beobachtungsebenen (Verhalten/Erleben vs. Gehirn) zu suchen. Wenn man also mit Hilfe eines EEG nach spezifischer Hirnaktivität sucht, die mit einem Klick-Geräusch verbunden ist, wird man einige Male (vielleicht 40 Mal) ein Klick-Geräusch ertönen lassen und jeweils für 1-2 Sekunden die nachfolgende Hirnaktivität messen. Man erhält dann 40 verschiedene kurze EEG-Abschnitte (von jeder Messelektrode). Diese Kurven werden jedoch sehr unterschiedlich aussehen und man hat nicht den Eindruck, dass hier irgendetwas immer gleiches geschieht, wenn das immergleiche Geräusch ertönt.

Man berechnet daher die Mittelwerte aller an einer Elektrode gemessenen Kurven. Dabei nimmt man an, dass sich z.B. eine untypische Erhöhung in einer einzelnen Kurve, z.B. 153 Millisekunden nach Klick Nr. 23, durch niedrigere Messwerte zu diesem Zeitpunkt bei den übrigen Klicks „wegmittelt“. Wäre die Erhöhung jedoch nicht nur zufällig, sondern typisch, dann würde sie auch in anderen Messungen etwa zum selben Zeitpunkt auftreten und sich durch die Mittelung gerade nicht wegmitteln, sondern verstärken. Das heißt: Die rechnerische Mittelung der Kurven wirkt als Filter, sie verstärkt die reiztypische Aktivität und filtert die unspezifische Aktivität heraus. Man spricht von ereigniskorrelierten Potentialen (event-related designs); dieses Prinzip macht man sich sowohl in der Elektrophysiologie (EEG/MEG) wie auch in der funktionellen Bildgebung (fMRI) zunutze. Um die Aussagen auch von dem einzelnen Probanden unabhängig zu machen, mittelt man die individuellen Mittelwerte nochmals über alle Personen der Versuchsgruppe, wodurch die überindividuell typischen Signalverläufe verstärkt und auch noch das individualspezifische Rauschen herausgefiltert wird.

Bei einem Experiment mit funktioneller Bildgebung liegen den individuellen Mittelwerten meist 30-45 Wiederholungen der entsprechenden Versuchsbedingung zugrunde. In der Regel konstruiert man noch eine geeignete Kontrollbedingung, die in allen Aspekten identisch ist (z.B. visuelle Stimulation, erforderliche Antworten), sich aber in dem entscheidenden kognitiven Aspekt unterscheidet (z.B. echte Wörter versus ähnlich aussehende Scheinwörter); die Gesamtdauer der Untersuchung pro Proband liegt meist bei ca. 45-60 Minuten. Die Kontrollbedingung zieht sämtliche unspezifisch mit der Aufgabe assoziierte Hirnaktivität auf sich; subtrahiert man diese Aktivität von der Aktivität während der eigentlichen Experimentalbedingung, behält man nur die spezifisch mit dem kognitiven Prozess (im Beispiel: Verarbeitung von Wortbedeutungen) assoziierte Aktivität übrig. Die farblich hervorgehobenen Regionen weisen spezifisch mit dem kognitiven Prozess assoziierte Aktivierungen auf. Dabei handelt es sich um die gemittelten Ergebnisse von meistens 12 bis ca. 24 Versuchspersonen, also um gruppenstatistische Daten. Die Verwendung der funktionellen Bildgebung in der individuellen Diagnostik steht klinisch noch ganz am Anfang und ist

daher auch in anderen möglichen Anwendungsbereichen (Neuromarketing, Neuroforensik) Zukunftsmusik.

2.4 Beispiele

Die Erforschung und Erkenntnis von Zusammenhängen zwischen hirnpfysiologischen Prozessen und Gesamtphänomenen auf der Ebene der Verhaltens und Erlebens findet Anwendung in sehr verschiedenen Kontexten.

2.4.1 Klinisch

Der Großteil der Hirnforschung (und der Hirnforscher/-innen) ist klinisch orientiert – das wird bei neurophilosophischen Debatten, die die öffentliche Berichterstattung über die Hirnforschung manchmal dominieren, häufig übersehen.

Epileptologie: Mit Hilfe des Video-EEG kann man gleichzeitig das Verhalten der Patienten vor und während des Anfalls beobachten und gleichzeitig damit die elektrophysiologischen Prozesse im Gehirn, soweit sie sich an den Elektroden zeigen. Das Video-EEG steht damit paradigmatisch für die Dualität der Beobachtungsebenen in der Hirnforschung. Das gleichzeitige Auftreten von anfallstypischen Verhaltensänderungen und gleichzeitig auftretenden EEG-Veränderungen (z.B. spikes) ist ein wichtiges Indiz für den Zusammenhang von Epilepsie und (pathologischer) Hirnaktivität, wie ihn als erster Hippocrates von Kos (460-370 v. Chr.) behauptet hatte.⁶ Die Medikation beeinflusst die Hirnphysiologie chemisch und führt bei bis zu 70% aller Patienten zu einem Verschwinden der Anfälle, was - methodologisch gesehen - eine geglückte neuro(pharmako)psychologische bzw. -biologische Intervention wäre.

Elektrostimulation der Hirnrinde: Im Rahmen der prächirurgischen Epilepsiediagnostik ist es in manchen Fällen unvermeidlich, dass Elektroden in das Gehirn implantiert werden müssen. Dies ermöglicht zum einen eine

6 Schrift mit dem ironischen Titel: *De morbus sacer*; in dieser Schrift zeigt Hippocrates, dass die Epilepsie eine natürliche Erkrankung ist, die in nichts heiliger oder weniger heilig ist als andere Krankheiten; sie betreffe im Unterschied zu anderen Krankheiten das Gehirn.

unverzerrte, räumlich exakte Aufzeichnung der elektrophysiologischen Aktivität während eines Anfalls, erlaubt zum anderen aber auch die Simulation möglicher resektiver Hirneingriffe zur Vermeidung späterer OP-Effekte. Für jeden dieser Patienten benötigt der Neurochirurg eine exakte individuelle Hirnfunktionskarte. Eine elektrische Stimulation des Mandelkerns in der Tiefe des Schläfenlappens führt zu einer panischen Angst; diese Angst erleben diese Patienten auch am Beginn ihres Anfalls, vermutlich weil ebenfalls eine Überstimulation dieser Hirnstruktur auftritt. Die Angst, die die Patienten in einer bestimmten Situation angemessen spontan haben, ist nicht zu unterscheiden von der Angst, die sie am Beginn eines Anfalls oder bei der Elektrostimulation haben: Angst ist Angst. Läuft die entsprechende Neurophysiologie ab, so empfinden wir offensichtlich Angst – ohne uns davon innerlich distanzieren zu können. Eine Stimulation im Bereich der motorischen Rinde führt zu Bewegungen der Finger oder des Mundwinkels. Eine Störung der Funktionen des Hinterhauptlappens mittels elektrischer Hirnrindenstimulation kann zum visuellen Eindruck eines hellen Lichts in der Gesichtsfeldmitte führen usw.

2.4.2 Außerklinisch

Neuromarketing: Schon lange untersuchen Psychologen die Wirkung von Werbung und anderen Marketingmaßnahmen auf das Verhalten von Konsumenten. Mit der gesamten Psychologie wird sich auch dieses Teilgebiet der „neurokognitiven Wende“ anschließen und versuchen, mit Hilfe neurokognitiver Untersuchungsverfahren das Verständnis kognitiver Prozesse zu vertiefen. Hier wurden bereits faszinierende Befunde publiziert.⁷ Durch die Verwendung z.B. der funktionellen Bildgebung lassen sich jedoch keine neuen psychologischen Effekte entdecken; dies wird immer Aufgabe aufmerksamer Psychologen und kreativer Marketeers sein. Auch vermeidbare Fehler (z.B. Rückwärtskonditionierung) sowie effizienzsteigernde Werbestrategien (z.B. Wiederholrfrequenz für optimale Gedächtnisbildung) lassen sich psychologisch ohne Verwendung aufwändiger neurowissenschaft-

7 Z.B. Knutson, B. et al. (2007) Neural predictors of purchases. *Neuron* 53, 147-156.

licher Verfahren bestimmen. Die Bildgebung kann allerdings zur Aufklärung zugrunde liegender Mechanismen beitragen. Im Prinzip unterscheiden sich Werbepsychologie und Neuromarketing nicht von der übrigen Psychologie: Zutreffende Kenntnisse über Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Verhaltens und Erlebens können schon immer für eine gezielte Beeinflussung genutzt werden – auch privat machen wir uns unsere Erfahrung im Umgang mit Menschen zunutze. Man sagt so leicht, dass Menschen nicht verführt werden wollen oder dürfen – aber kann Verführung nicht auch etwas sehr angenehmes sein, warten wir nicht oft genau darauf?

Neuroforensik: Weitere zukünftige außerklinische Anwendungen werden im Bereich der Forensik gesehen. Könnte es möglich sein, mit Hilfe der funktionellen Bildgebung des Gehirns die Glaubwürdigkeit von Zeugenaussagen zu beurteilen (mind reading bzw. brain reading)?⁸ In den USA sind bereits zwei Firmen gegründet worden, die funktionelle Bildgebung zur Lügendetektion kommerziell vermarkten wollen (NoLie MRI, Inc.: www.noliemri.com; Cephos Corp.: www.cephoscorp.com). Für die neuroethische Debatte ergibt sich hier eine wichtige Beobachtung: Während Wissenschaftler noch skeptisch sind, fangen Firmen bereits möglicherweise an, Kapital aus den (noch unvollendeten) Methoden und Kenntnissen zu schlagen.⁹ Auch eine objektive, unbeeinflussbare Messung von Einstellungen (z.B. Rassenvorurteilen) erscheint möglich.¹⁰

3. Die Leitidee der Kognitiven Neurowissenschaften

Aus den vorangegangenen Überlegungen zur doppelten Dualität in der Hirnforschung könnte man voreilig schließen, dass die Hirnforschung in Bezug auf das Leib-Seele-Problem (mind-brain) „dualistisch“ sei. Das Gegenteil ist der Fall: Die klare Unterscheidung zweier wissenschaftlicher Beobachtungsebenen verdeutlicht, dass hier verschiedene Facetten eines komplexen Gesamtphänomens mit verschiedenen Methoden in den Blick genom-

8 Haynes, J.-D., Rees, G. (2006) Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience* 7, 523-534.

9 Mandavilli, A. (2006) Action speak louder than images. *Nature* 444, 664-665.

10 Richeson, J.A. et al. (2003) An fMRI investigation of the impact of interracial contact on executive function. *Nature Neuroscience* 6, 1323-1328.

men werden. Selbstverständlich lassen sich die beiden Ebenen – Verhalten und Erleben einerseits und Hirnphysiologie andererseits – ohne weiteres unterscheiden. Was man jedoch zeigen möchte ist, dass sie sich nicht voneinander trennen lassen, eben weil sie Aspekte eines Gesamtphänomens sind. Die komplexen kognitiven Fähigkeiten eines Individuums, die sich in seinem kontextbezogenen Verhalten zeigen, sind selbstverständlich nicht dasselbe wie ein Aktionspotential im Gehirn – aber ohne Aktionspotentiale im Gehirn gäbe es wohl nicht die komplexen Leistungen.

Unterscheidbar, aber nicht voneinander trennbar. Hierfür gibt es ein anschauliches Beispiel: Als Kind haben Sie irgendwann einmal entdeckt, dass Sie mit Ihren Augen sehen. Sie schließen die Augen – das Bild ist weg. Sie öffnen die Augen – und Sie sehen wieder. Sie haben dann auch bald verstanden, dass sich dies bei anderen Kindern ebenso verhält; beim Versteckspiel haben Sie entsprechend darauf geachtet, dass das Kind, das suchen muss, nichts sehen kann, wenn sich die anderen Kinder verstecken: die Augen müssen abgewandt oder verdeckt sein. Bitte beachten Sie, wie eigenartig es ist, dass Sie für das Sehen – was für ein brillanter, lichter Eindruck! – zwei merkwürdige Gewebekugeln in Ihrem Schädel benötigen: ohne Augen geht es nicht! Zudem: Ihre Augen selbst werden Sie niemals sehen, nur deren Spiegelbild. Womit Sie sehen – ist unsichtbar! – Wenn Sie die Augen schließen, können Sie sich immer noch Bilder vorstellen und Sie können natürlich auch noch hören und fühlen usw. Die Leitidee der Kognitiven Neurowissenschaften behauptet, dass sich die geistig-seelischen Phänomene insgesamt zum Gehirn so verhalten, wie sich das Sehen zum Auge verhält: ohne Gehirn gibt es diese geistigen-seelischen Vermögen nicht. Sie können Ihr Gehirn nicht so einfach zeitweisen „schließen“ wie Ihre Augen. Aber nachts, kurz nach dem Einschlafen, sind Sie einfach weg und erleben nichts; wohlge­merkt: Sie erleben nicht das schwarze Nichts, sondern Sie erleben nichts. Und auch die Anästhesie verfügt heute über sichere Techniken, Ihr Gehirn und damit sämtliche geistig-seelischen Vermögen in wenigen Sekunden vorübergehend abzuschalten. Eventuelle Narkoseerlebnisse – Nahtoderlebnisse, außerkörperliche Erlebnisse – geschehen mit höchster Wahrscheinlichkeit in den Übergangsphasen zwischen Bewusstsein und Bewusstlosigkeit, gleichsam am Rande des Schlafes.

Wenn ein Gehirn sich in einem bestimmten Zustand befindet (z.B. Aktivierung des Mandelkerns) – dann treten auch die entsprechen psychischen Phänomene auf (im Beispiel: Angst). Die Leitidee widerspricht der Vorstellung, das Seelische träte aus einem nichtphysischen Raum zu den beobachtbaren natürlichen Prozessen noch hinzu. Die beobachtbaren biologischen oder psychologischen Phänomene lassen sich, so die Leitidee, ohne eine derartige metaphysische Annahme erklären. Oder kurz: Die Physik kennt neben den vier Grundkräften (Gravitation, elektromagnetische Wechselwirkung, starke und schwache Wechselwirkung) keine eigenständigen seelischen Kräfte.

Eine Leitidee fasst die gewonnenen klinischen und wissenschaftlichen Eindrücke griffig zusammen und orientiert die weitere Forschung. Sie ist aber weder durch eine einzelne Studie begründet noch beweisbar. In einer Welt, in der sich tatsächlich niemals irgendetwas wiederholt, ist der Nachweis von Zusammenhängen prinzipiell nur abstrakt, d.h. unter Absehung von unspezifischen konkreten Umständen möglich. Wir definieren „Hirnzustände“ und „mentale Zustände“ (z.B. Aktivierung), obwohl weder Gehirn noch Geist faktisch jemals in einem „Zustand“ sind – aber das Zustandskonzept erlaubt eine empirische Prüfung der Leitidee. Dass die neuropsychologisch und psychophysiologisch entdeckten Zusammenhänge stochastisch, und keinesfalls perfekt sind (Stichwort: Multirepräsentationalität, Plastizität), liegt nicht daran, dass mentale Zustände und Hirnzustände nur lose assoziiert wären, sondern dass wir uns beiden Phänomenebenen nur grob (gruppenstatistisch) nähern und nur unzureichend die jeweils spezifischen Aspekte herausfiltern können.¹¹

11 Möglicherweise ist die heutige Psychologie nicht in der Lage, psychische Phänomene in ihrer Subjektivität zu erfassen. Die kognitive Psychologie objektiviert menschliches Erleben und Verhalten unter dem Aspekt der Informationsverarbeitung. Die auf diese Weise beobachtbaren Phänomene sind aber durchweg auch in nichtbiologischen, technischen Systemen (z.B. menschenähnlichen Robotern) realisierbar. Es wäre vorstellbar, dass ein Roboter sich ununterscheidbar menschlich verhält – aber nichts empfindet und in diesem subjektiven Sinne keine psychischen Eigenschaften aufweist. Die Existenz, die kausale Relevanz und die Objektivierbarkeit psychischer Phänomene in ihrer Subjektivität wären hier, z.B. im Anschluss an den amerikanischen Philosophen Thomas Nagel, zu diskutieren; vgl. z.B. Nagel, T. (1991). Die Grenzen der Subjektivität. Philosophische Vorlesungen. Stuttgart: Reclam.

Die Leitidee wäre im Prinzip auch falsifizierbar: Würde man psychische Phänomene unabhängig von Hirnprozessen beobachten, müsste die Leitidee der Kognitiven Neurowissenschaften aufgegeben werden. Es gibt immer wieder anekdotische Berichte über sogenannte Psi-Phänomene (z.B. außersinnliche Wahrnehmung, Telepathie, Telekinese), die angeblich eine eigenständige, hirnunabhängige Existenz der Seele bzw. seelischer Phänomene beweisen. Eine überzeugende experimentelle Dokumentation dieser Phänomene ist bisher nicht gelungen, obwohl man seit den Anfängen der Psychologie Ende des 19. Jahrhunderts und auch heute noch intensiv gerade nach Psi-Phänomenen sucht. Bisher gibt es keinen überzeugenden Grund, den vier Grundkräften der Physik seelische Kräfte an die Seite zu stellen. Mehr findet man über aktuelle Experimente unter dem Stichwort „AWARE-Study“ (Sam Parnia, Southampton) im Internet.

3.1 Willensfreiheit?

Die Auseinandersetzung um die Hirnforschung und deren provokative Theorien resultieren nicht aus einzelnen Studien, sondern aus der Leitidee. So ist eine bestimmte Vorstellung von Willensfreiheit seitens der Naturwissenschaften und besonders durch die Hirnforschung zu bestreiten: die Vorstellung, dass eine Seele als eigenständige Kraft, welche außerhalb der Natur, außerhalb des Gehirns und damit außerhalb der natürlichen Kausalkette steht, aus sich heraus in das Gehirn eingreifen kann, um auf diese Weise physische Effekte im Gehirn, dann im Körper und schließlich in der (natürlichen und sozialen) Umwelt zu erzielen. Verkümmert Freiheit in einer Welt, die physikalisch betrachtet keine seelischen Kräfte (mehr) kennt, notwendigerweise zu einem rein subjektiven Konzept, zu einer bloßen Empfindung? Oder lässt sich Freiheit auch objektiv aufweisen? Um diese Frage kreist die umfangreiche Debatte.

Die Fragestellung der berühmten Studie von Benjamin Libet zur Willensfreiheit war konzeptuell substanzdualistisch angelegt: Steuert der Wille das Gehirn?¹² Wahrscheinlich warteten seine vier Probanden, die angewiesen waren, nicht auf äußere Signale hin zu reagieren, auf „innere“ Signale.

12 Vgl. Fußnote 5.

Das Bereitschaftspotential, welches früher oder später entsteht, geht möglicherweise mit einem solchen introspektiv wahrnehmbaren „Signal“ einher („the urge to move“). Das Bereitschaftspotential ist aber nicht die Ursache der Bewegung, da es keine hinreichende Bedingung für die Bewegung ist (vgl. Veto-Phänomen und zeitliche Verschiebungen). Vielleicht ist es das physiologische Korrelat eines internen Auslösereizes für eine selbstinitiierte, nicht auf den Kontext bezogene Bewegung; allenfalls ist es eine notwendige Bedingung für willkürliche Bewegungen.

3.2 Leben nach dem Tode

Weit mehr als die Hälfte aller Deutschen glaubt an ein Leben nach dem Tode.¹³ Die Leitidee der kognitiven Neurowissenschaften ist jedoch mit der Vorstellung einer hirnunabhängigen, eigenständigen, substanziellen Seele, die dem Schicksal des Gehirns – nämlich nach dem Tod zu zerfallen – eventuell entgehen kann, nicht vereinbar.

Nahtoderlebnisse (einschließlich außerkörperlicher Erlebnisse) waren schon immer – selbst wenn man sie nicht persönlich hatte – eine gewisse Evidenzquelle für die Möglichkeit eines Weiterlebens der Seele nach dem Tode (z.B. bei Platon). Erst seit wenigen Jahrzehnten sind wesentliche Aspekte dieser Erlebnisse neurowissenschaftlich erklärbar; sie können sogar gezielt mittels einer Stimulation des Gehirns (chemisch, elektrisch) ausgelöst werden.¹⁴

Die korrekte Bezeichnung dieser Bewusstseinszustände wäre „Nah-Bewusstlosigkeits-Erlebnisse“, da sie im Übergang zwischen Wachbewusstsein und Bewusstlosigkeit infolge eines teilweisen Ausfalls von Hirnfunktionen auftreten. Todesnähe stellt weder eine notwendige noch eine hinreichende

13 Laut Emnid-Umfrage im Auftrag von Reader's Digest, 2005: 65%.

14 Außerkörperliches Erlebnis: Blanke, O. et al. (2002) *Stimulating illusory own-body perceptions*. *Nature* 419, 269-270. – Tunnel-Licht-Erlebnis: Jansen, K.L. (2000) A review of nonmedical use of ketamine: use, users and consequences. *J Psychoactive Drugs* 32, 419-433. - Vgl. umfassender zum Thema der Nahtoderlebnisse aus Sicht der Hirnforschung: Hoppe, C. (2006). Nahtoderlebnisse – Blick ins Jenseits? In A. Bieneck, H.-B. Hagedorn & W. Knoll (Hrsg.), „Ich habe ins Jenseits geblickt“ – Nahtoderfahrungen Betroffener und Wege sie zu verstehen (S. 117-153). Neukirchen-Vluy: Neukirchener Verlagshaus.

Bedingung für ihr Auftreten dar. Wir können von diesen Erlebnissen somit einiges über das Bewusstsein lernen, aber ein „Fenster ins Jenseits“ sind sie entgegen weit verbreiteter Behauptungen wohl nicht, weil das „Diesseits“ intakter Neurobiologie zu keinem Zeitpunkt verlassen, die entscheidende Grenze nicht überschritten wird. Insbesondere stellen Nahtoderlebnisse keinen Beweis für die Existenz einer hirnunabhängigen Seele dar.

Wenn jedoch mit dem Untergang einzelner Hirnfunktionen Teile der psychischen Fähigkeiten verloren gehen, ist es dann nicht sehr wahrscheinlich, dass mit dem irreversiblen Untergang des gesamten Gehirns im Tod auch alle psychischen Fähigkeiten irreversibel untergehen? Vorstellungen von einem Jenseits rekurrieren notwendig auf unsere irdischen psychischen Fähigkeiten, deren neuronale Funktionsbasis wir heute jedoch gut kennen. Zu Lebzeiten gibt es zum Beispiel kein Wiedererkennen der geliebten Angehörigen ohne einen intakten Hippocampus sowie andere Hirnregionen (z.B. erkennen Alzheimerkranke selbst ihre Angehörigen in fortgeschrittenem Stadium nicht mehr wieder). Wie soll dies also nach dem Tode, ohne Gehirn möglich sein? Man könnte einwenden, dass das Jenseits eben ganz und gar unvorstellbar sei. Es fragt sich aber dann, was mit dem Glauben daran überhaupt gewonnen wäre, ob dieser Glaube überhaupt noch Trost spendet?

Vieles spricht also dafür, dass unser Erleben mit dem Tod des Gehirns „verlöscht“ – wie beim allabendlichen Einschlafen; in der griechischen Mythologie sind hypnos (Schlaf) und thanatos (Tod) denn auch Zwillingbrüder! Sind wir abends erst einmal eingeschlafen, dann sind wir nicht anderswo, sondern nirgendwo. Wir erleben nicht das Ende des Lebens oder das Nirgendwosein oder das Niemandsein oder gar ein Nichts.

4. Praktische Konsequenzen

Die praktischen Konsequenzen, die auch die Notwendigkeit einer Neuroethik begründen, lassen sich wiederum gut den beiden experimentellen Strategien der Hirnforschung, Psychophysiologie und Neuropsychologie, zuordnen.

4.1 Anwendung der Psychophysiologie

Aus der Leitidee resultiert die diagnostische Möglichkeit, etwas über das Innere des Erlebens einer Person, z.B. über ihre Einstellungen oder ihre Erinnerungen, zu erfahren, indem man in das Gehirn hinein schaut. Das Gehirn einer Person wird – wenn die Kenntnisse über psychophysiologische Zusammenhänge einmal fortgeschritten sein werden – zu einer Art Spiegel ihres inneren Erlebens.

Menschen können zwar bzgl. ihres Wissens oder ihrer wahren Einstellungen ihr Verhalten fast unbemerkt verstellen. Bei bewusster Verstellung treten jedoch sehr wahrscheinlich spezifische Hirnaktivierungen auf: Lügen ist kognitiv und vermutlich auch neuronal sehr aufwändig!¹⁵ Täterspezifisches Wissen könnte sich im Wiedererkennen bestimmter Stimuli „verraten“ und neurophysiologisch als Reaktivierung von Gedächtnisspuren darstellen. Warum aber sollte die kriminologische Spurensuche vor den Gedächtnisspuren im Gehirn Halt machen, wenn sie – mittels DNA-Fingerprinting – ohnehin schon in das Innerste der Person vorgedrungen ist? Wird man wirklich noch das Recht auf Auskunftsverweigerung¹⁶ eines Mordverdächtigen akzeptieren, wenn das Sicherheitsbedürfnis in der Bevölkerung weiter steigt (vgl. Folter-Diskussion im Entführungsfall Jakob Metzler, 2002)?

Eine weitere mögliche klinische Anwendung der Bildgebung besteht in der Prognose von zukünftigen Hirnerkrankungen. Degenerative Prozesse werden häufig erst dann symptomatisch, wenn weit mehr als die Hälfte des notwendigen neuronalen Substrats untergegangen ist (z.B. über 60% der dopaminergen Nervenzellen bei Morbus Parkinson). Funktionell-kernspintomographische Vorsorgeuntersuchungen könnten eines Tages die Kompensationsmechanismen des Gehirns in früheren Phasen der Erkrankung anzeigen und so zur Prognose einer beginnenden Erkrankung beitragen. Es stellt sich u.a. die Frage, wer Zugang zu diesen prognostischen Risikodaten haben darf: Hausarzt? Versicherungen? Arbeitgeber?

15 Vgl. Fußnoten 8-10.

16 §55 und §56 StPO; Rechtsprinzip: nemo tenetur se ipsum accusare.

Neuroethische Stichworte:

- brain privacy
- klinisch: Vorhersage von Erkrankungsrisiken (z.B. Depression, Demenz)
- Neuroforensik: mind reading bzw. brain reading (Täterwissen, Einstellungen)
- Neuromarketing: buy button, gläserner Kunde.

4.2 Anwendung der Neuropsychologie

Fortschreitende Kenntnisse ermöglichen einen Zugriff auf „die Seele“ vermittlels materieller Manipulationen am Gehirn; denn die Hirnmechanik scheint auf das engste mit der „Seelenmechanik“ zusammenzuhängen. Bei Kranken spricht man von Therapie, bei Gesunden von „Enhancement“ bzw. hier: „Neuroenhancement“.

Vieles spricht dafür, dass wir uns nach und nach an Manipulationen des Gehirns gewöhnen werden. Wenn es medizinisch erfolgreich ist – sprich: gute Therapieergebnisse, hohe Verträglichkeit, geringes Komplikationsrisiko – dann werden wir wahrscheinlich den Einsatz von Neuroprothesen (Implantaten), Medikamenten und neuralen Stammzellen akzeptieren. Die Vermeidung oder Beseitigung von Leiden, insbesondere die Wiederherstellung oder Erhaltung von Gesundheit ist ein dominanter Wert, der andere Werte in den Hintergrund rücken wird.

Neuropharmaka könnten zur Modulierung der Gedächtnisfunktion eingesetzt werden: Bestimmte Lerninhalte (z.B. Vokabeln einer neuen Fremdsprache) könnten im Sinne eines Turbolernens gezielt rascher und besser konsolidiert werden; andere Inhalte (z.B. Traumata) könnten dagegen gezielt gelöscht werden. In ähnlicher Weise könnten emotionale Reaktionen kontrolliert werden: Wenn ein Soldat ohnehin in den Kampf zieht und darunter selbst leidet – unterbricht man dann nicht besser seine Gedächtnisbildung (bei erhaltener Reaktionsfähigkeit, z.B. mit den bereits heute zugelassenen Medikamenten Midazolam oder Ketamin) und verhindert pharmakologisch, dass er während des Einsatzes Angst empfindet (Anxio-

lytika)? Dass das prinzipiell möglich ist, weiß jeder, der für die ungezwun-
genere Geselligkeit auf die Wirkung von ein oder zwei Gläschen Kölsch oder
Wein vertraut.

Es stellt sich generell die Frage, ob wir auch nichtklinisch indizierte Eingriffe
am Gehirn akzeptieren werden. Werden z.B. Implantationen von Computer-
chips oder die Verabreichung von Medikamenten zur Steigerung der kogni-
tiven Leistungsfähigkeit akzeptiert, so wie man heute Brustimplantate zur
„Verschönerung“ akzeptiert? Werden wir auf diese Weise genetisch oder
psychosozial benachteiligte Kinder unterstützen und ihnen dadurch spä-
ter volle gesellschaftliche Teilhabe ermöglichen? Wird nicht heute schon
das Medikament Ritalin® (Methylphenidate) auch quasi-außerklinisch ein-
gesetzt, und ist nicht auch der weit verbreitete Einsatz anderer angeblich
„natürlicher“ Interventionsstrategien wie z.B. pflanzlicher oder homöo-
pathischer Substanzen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit gesunder
Kinder ein Hinweis auf die prinzipielle Bereitschaft zu einer Hirnmanipula-
tion auf materieller Basis?

5. Wissen und Erfahrung

Im ersten Abschnitt wurden zwei verschiedene Perspektiven auf die Wirk-
lichkeit – überpersönliches Wissens und persönliche Erfahrung – heraus-
gearbeitet. Die weiteren Abschnitte wurden dann in der Perspektive des
Wissens verfasst. Es wurde dabei gezeigt, dass es für die Biologie und die
Psychologie als Naturwissenschaften nicht besonders sinnvoll wäre, das
Konzept einer eigenständigen Seele bzw. Seelenkraft zu verfolgen. Die wis-
senschaftliche Betrachtung der „Natur“ ist grundsätzlich mit Dualismen
– also Zweitnaturen-Lehren – nicht vereinbar. Auch bei der Erklärung des
Lebens konnte man auf den fast vergessenen élan vital (Henri Bergson,
1859-1941) verzichten. Aber welche Bedeutung hat dann das Subjektive?

Auf der Erfahrungsebene bewährt sich der platonische Leib-Seele-Dualis-
mus Tag für Tag – und ist daher auch so stark verbreitet: Es gibt seltene
Zeiten, in denen man mit seinem Leib ganz eins ist (z.B. starke Emotionen),
aber häufig trennt man die Essenz seiner Person (die Seele) vom Leib, z.B. bei
Krankheiten oder Behinderungen, wenn der Leib nicht dem eigenen Willen

gehört, ein Eigenleben führt oder ästhetisch nicht den eigenen Vorstellungen entspricht. Ein komplett bewegungsunfähiger Patient im Locked-in-Syndrom fühlt sich – zu Recht! – in seinen Körper eingesperrt (vgl. soma sema: der Körper als Kerker der Seele). Ein Mann kann seine Frau unverändert lieben, auch wenn eine Verbrennung ihren Körper entstellt hat, weil er die Essenz der geliebten Person und ihre äußere Erscheinung unterscheiden kann. Jeder prüfende Blick in den Spiegel ist genau genommen dualistisch strukturiert! Und wer hätte nicht schon einmal „neben sich gestanden“? Schließlich erfahren wir auch die intentionale Handlungssteuerung dualistisch: Der Wille lenkt den Leib.

Virtuelles Realitätserleben in Filmen und Videospielen beruht wie die meisten persönlichen Erinnerungen auf fernsinnlichen Eindrücken – Sehen und Hören –, während der Körper abgeschaltet und aus dem Realitätserleben einfach ausgeklammert wird. Die radikalste Form dieses Dualismus der Leiberfahrung ist wohl das außerkörperliche Erlebnis, in dem sich Personen nach eigenem Bericht von ihrem Leib getrennt fühlen – was Außenstehende fehl deuten, wenn behauptet wird, die Betroffenen hätten sich von ihrem Körper nicht qua Leib, sondern qua Organismus und damit auch vom Gehirn getrennt. Kein Betroffener hat dies jemals berichtet und wird dies jemals berichten können, weil uns Hirnprozesse nicht bewusst werden.

Offensichtlich sind überpersönlich beobachtete und persönlich erfahrene Phänomene nicht identisch – aber man wird kaum behaupten, dass beide Phänomene nichts miteinander zu tun hätten. Wer aber hat denn nun Recht: der, der die Wirklichkeit überpersönlich betrachtet, oder der, der sie persönlich an sich erfährt – oder beide? Diese Frage ist keinesfalls akademischer Natur, besonders die Frage nach dem Tod, aber auch die Frage nach der Willensfreiheit ist existenziell relevant. Was ist der Mensch: neuronaler Superroboter oder Person?

Der spannungsvolle Unterschied zwischen Wissens- und Erfahrungsperspektive kann nicht einfach dadurch aufgelöst werden, dass man eine der beiden Perspektiven dominant macht und die andere für illusorisch erklärt. Es ist in keiner Weise überraschend, dass eine auf das Überpersönliche zielende und sich methodisch konsequent darauf ausrichtende Betrachtung

der Wirklichkeit im Sinne von Naturwissenschaft das Persönliche nicht erfassen kann und notwendig verfehlt. Tatsächlich gibt es das Persönliche, Subjektive, Seelische objektiv betrachtet nicht – jedenfalls nicht in der Weise, wie es ein Atom oder einen Massenpunkt gibt. Kurz: Das Subjektive ist nicht messbar und existiert in diesem Sinne nicht. Es wird auch von der Psychologie in seiner Subjektivität verfehlt.

Ich vermute, dass wir es hier nicht mit Widersprüchen in der Wirklichkeit selbst, sondern mit Widersprüchen zwischen verschiedenen, je unvollständigen und auf bestimmte Zwecke ausgerichteten Beschreibungen der Wirklichkeit zu tun haben. Diese Widersprüche resultieren aus der Natur der jeweils verwendeten Begriffe und letztlich aus der Verschiedenheit der den beiden Beschreibungen zugrunde liegenden Abstraktionsperspektiven. Man wird zwar die beobachtbaren Voraussetzungen von Wahrnehmung (und Beobachtung) immer weiter aufklären können, aber das Beobachten selbst ist nicht beobachtbar; es ist jeder Beobachtung von etwas vorgängig. Und es ist im letzten unaussprechlich.

Das eigentliche Wunder ist, dass die Welt da ist, indem sie sich uns zeigt.

Literatur:

- Blanke, O. et al. (2002) Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature* 419, 269-270.
- Haggard, P., Eimer, M. (1999) On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Experimental Brain Research* 126, 128-133.
- Haynes, J.-D., Rees, G. (2006) Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience* 7, 523-534.
- Hoppe, C. (2007) Auf dem Weg zur Neuro-bio-psycho-theo-physiologie. *Gehirn & Geist* (Website, 16.7.2007), <http://www.gehirn-und-geist.de/artikel/894440>.
- Hoppe, C. (2006) Nahtoderlebnisse – Blick ins Jenseits? In A. Bieneck, H.-B. Hagedorn & W. Knoll (Hrsg.), "Ich habe ins Jenseits geblickt". Nahtoderfahrungen Betroffener und Wege sie zu verstehen (S. 117-153). Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlagshaus.
- Jackson, F.C. (1982) Epiphenomenal qualia. *Philosophical Quarterly* 32, 127-136.
- Jackson, F.C. (1986) What Mary didn't know. *Journal of Philosophy* 83, 291-295.

- Jansen, K.L. (2000) A review of nonmedical use of ketamine: use, users and consequences. *J Psychoactive Drugs* 32, 419-433.
- Keller, I., Heckhausen, H. (1990) Readiness Potentials preceding spontaneous motor acts: voluntary vs. involuntary control. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 76, 351-361.
- Knutson, B. et al. (2007) Neural predictors of purchases. *Neuron* 53, 147-156.
- Libet, B. (1983), Curtis, A.G., Wright, E.W., Pearl, D.K. (1983) Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activities (Readiness-Potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain* 106, 623-642.
- Libet, B. (1985) Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *The Behavioral and Brain Sciences* VIII, 529-539.
- Mandavilli, A. (2006) Action speak louder than images. *Nature* 444, 664-665.
- Nagel, T. (1974) What is it like to be a bat? *Philosophical Review* LXXXIII, 4, 435-450.
- Nagel, T. (1991) *Grenzen der Objektivität. Philosophische Vorlesungen*. Stuttgart: Reclam.
- Richeson, J.A. et al. (2003) An fMRI investigation of the impact of interracial contact on executive function. *Nature Neuroscience* 6, 1323-1328.
- Sirigu, A. et al. (2004) Altered awareness of voluntary action after damage to the parietal cortex. *Nature Neuroscience* 7, 80-84.
- Trevena, J.A., Miller, J. (2002) Cortical movement preparation before and after a conscious decision to move. *Consciousness and Cognition* 11, 162-190.

Frank Vogelsang

Enhancement – Die Verbesserung des Menschen als kulturelle Herausforderung

1. Enhancement – Szenarien und Visionen

Die Texte dieser Dokumentation beschäftigen sich mit der Frage, auf welche Weise und in welchem Umfang es in absehbarer Zukunft gelingen kann, mit Hilfe des neurowissenschaftlichen Wissens den Menschen zu verbessern. Im Mittelpunkt steht das Neuroenhancement, die „Optimierung“ des Menschen mit neurowissenschaftlichem Wissen. Neue Technologien bieten neue Möglichkeiten und wecken neue Phantasien. Erst die sich herauschälenden Möglichkeiten einer Realisierung befördert die Notwendigkeit einer gesellschaftlichen Diskussion und der Orientierung. Doch oft sind die Wünsche, die dabei einen Ausdruck finden, schon wesentlich älter. So ist auch die Idee, den Menschen mit Hilfe wissenschaftlicher und technischer Eingriffe zu verbessern, deutlich älter als die Neurowissenschaften selbst. Diese Annahme ist Anlass zu einer kulturellen Auseinandersetzung, es geht um nichts weniger als um die Frage, welche Entwicklung die menschliche Kultur nimmt, welche Bilder vom gelingenden Leben dabei leiten. Am Anfang der folgenden Überlegungen steht also die Vermutung, dass das, was wir verhandeln und worüber wir auch streiten, wenn wir über das Neuroenhancement diskutieren, nicht nur die Anwendung einer bestimmten technischen Möglichkeit ist, sondern darüber hinaus auch die Art und Weise, wie wir uns selbst als Menschen verstehen. Sind wir uns als natürliche Wesen selbst vorgegeben oder haben wir die Freiheit, uns in einem solchen Umfang selbst zu bestimmen, dass wir uns dabei auch über den Kernbestand unserer Natur hinweg setzen dürfen?

Wenn man einmal einen Blick in die Geschichte wirft, zeigt sich, dass die zielgerichtete und weitreichende Manipulation der menschlichen Natur immer wieder schon seit dem Aufkommen der naturwissenschaftlichen Forschung diskutiert und in symbolisch verdichteten Bildern kommuniziert wurde. Die Beschäftigung mit dem Thema findet ihren Niederschlag in der Literatur, aber auch in der bildenden Kunst und im Film. Am Beginn des

19. Jahrhunderts steht einer der berühmtesten Vorläufer dieser Debatte, der Roman „Frankenstein“ von Mary Shelley, jene traurige Erzählung, die zugleich mit der Möglichkeit, menschliches Leben zu schaffen, auch deren Ambivalenz eindrucksvoll darstellt. Im 19. Jahrhundert gibt es immer wieder literarische Zeugnisse, die eine rasch zunehmende Gestaltungsmacht in modernen Gesellschaften widerspiegeln. Die Romane von Jules Verne diskutieren schon früh und visionär die sich am Horizont abzeichnenden technischen Möglichkeiten. Die genannten Bücher sind Zeugnisse kultureller Reflexion von neuem Wissen und Handlungsmöglichkeiten. Zur Zeit Shelleys waren Galvanik und Magnetismus neu entdeckte und viel diskutierte Kräfte. Hat der Mensch nicht mit ihnen gerade jene Kräfte entdeckt, die das Eigentliche der Lebenskraft ausmachen? Kann der Mensch nun sich selbst schaffen? Jules Verne reagierte auf die Erfolge der Schwerindustrie und die Fähigkeit, immer komplexere mechanische Systeme zu bauen.

Im 20. Jahrhundert nahm nicht nur die Entwicklungsgeschwindigkeit der Naturwissenschaften zu, auch die kulturellen Reflexionen auf die Möglichkeiten des Menschen, sich über die eigene natürliche Anlage zu erheben, verdichteten sich. In Schlagworten sei nur einige Beispiele genannt: Zu Beginn des Jahrhunderts wurde die Kunstrichtung des Futurismus populär. Ein Zitat aus dem Manifest des von Nietzsche beeinflussten Autors Filippo Tommaso Marinetti: „Ein aufheulendes Auto ist schöner als die Nike von Samothrake“. Marinetti verherrlicht die Geschwindigkeit, aber auch den Krieg. Plastiken dieser Kunstrichtung zeigen oft einen Menschen, der sich stark einer maschinellen Verwirklichung annähert. Die Kunst des sowjetischen Kommunismus stellt den Menschen als ein neu zu gestaltendes Geschöpf dar. In den 30er Jahren entwickelt sich in den USA der neue literarische Topos des Science Fiction. Immer geht es in der literarischen Beschäftigung mit dem Thema der technischen Beherrschbarkeit und Manipulierbarkeit auch um die Ambivalenzen, die die neuen Möglichkeiten mit sich bringen. Dies zeigen auch solche Romane wie „1984“ von George Orwell oder „Schöne neue Welt“ von Aldous Huxley. Die weitere Entwicklung des Science Fiction nach dem Zweiten Weltkrieg ist wiederum eng gekoppelt an technologische Entwicklungen, insbesondere die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Computern und der Weltraumfahrt, in den 60er

Jahren mit den Vorbereitungen einer bemannten Raumfahrt zum Mond. Nun bekommt auch das Genre des Films ein größeres Gewicht. Die Erzählungen sind geprägt von den technischen Gestaltungsmöglichkeiten des Menschen, der ihn zu vorher ungeahnte Sphären vordringen lässt. „2001 – Odyssee im Weltraum“ von Stanley Kubrick befasst sich im Kern mit dem Problem der künstlichen Intelligenz und der Frage, in welchem Verhältnis sie zu der Identität des Menschen steht. In den 60er Jahren wird zudem erstmals der Begriff des Cyborgs verwendet. Cyborgs sind eine Mischform von Mensch und Maschine, eine neue Form des Menschen, die es diesem ermöglichen soll, so die ursprüngliche Idee, weite Reisen im Weltraum zu unternehmen. Der Film „Blade Runner“ von 1982 thematisiert gänzlich künstliche Wesen, die aber kaum von Menschen mehr zu unterscheiden sind. Die Fortschritte der Gentechnologie schließlich lassen es denkbar erscheinen, dass Menschen schon von Beginn an genetisch manipuliert werden. Der Film „Gattaca“ greift diese Vorstellung auf und stellt die Manipulationsfantasien kritisch dar. Zum Ende des letzten Jahrhunderts wird von der amerikanischen Regierung die Dekade des Gehirns ausgerufen und werden damit die Neurowissenschaften im großen Stil gefördert. Grundlage für diesen Entwicklungsschub sind zuvor erarbeitete Möglichkeiten, durch neue, nichtinvasive Methoden (Kernspintomographie) die Aktivitäten des Gehirns zumindest indirekt sichtbar zu machen. Hierdurch können eine Unzahl von neuen Erkenntnissen gewonnen werden, die die bis dahin hochspekulative Möglichkeit einer Mensch-Maschine-Koppelung machbarer erscheinen lässt. Wiederum in den USA wird im Jahr 2003 eine programmatische Konferenz durchgeführt mit dem Titel „Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science“. (Konvergenz der Technologien zur Verbesserung der menschlichen Leistungen. Nanotechnologie, Biotechnologie, Informationstechnologie und Kognitionswissenschaften, welche eng verknüpft sind mit den Neurowissenschaften). Hier sollen offenkundig alle neuen Spitzentechnologien zusammengefasst werden, explizit zu dem Ziele, menschliche Leistungsfähigkeit zu steigern. Parallel dazu entsteht im angelsächsischen Raum die Bewegung des Transhumanismus, die es sich zur Aufgabe macht, den Menschen unter Nutzung aller technologischen Möglichkeiten zu verbessern und ihm bessere Lebensbedingungen zu schaffen.

Die kurze und sicherlich in vieler Hinsicht unvollständige Aufzählung zeigt dreierlei: Erstens ist die Idee der Verbesserung des Menschen, also das Enhancement, nicht wirklich neu. Insbesondere während des 20. Jahrhunderts hat es immer wieder Varianten der Grundidee gegeben, der Mensch ließe sich mit den neuesten Mitteln von Wissenschaft und Technik verbessern. Zweitens zeigt der Überblick, dass die Enhancement Vorstellungen wohl einerseits als visionär zu bezeichnen sind, sich andererseits aber nicht willkürlich entwickeln, sondern zumeist eng mit spezifischen wissenschaftlichen und technologischen Entdeckungen und Erfindungen verbunden sind. Schließlich zeigt der Überblick drittens, dass die technischen Möglichkeiten von Beginn an in ihrer Ambivalenz diskutiert werden: ist die Verbesserung des Menschen eine Verheißung oder ist sie eine Bedrohung? Stets gab es und gibt es Verfechter beider Seiten.

2. Zur heutigen Praxis des Enhancements

Nach dem Blick in die Ferne, nach der Vision, soll er nun auf das gelenkt werden, was man heute tatsächlich machen kann. Es ist grundsätzlich in der Diskussion wichtig, die Visionen immer wieder auch von den realen Möglichkeiten zu unterscheiden. Visionäre Hochrechnungen von begrenzten wissenschaftlichen Erkenntnissen können erhebliche Fehler beinhalten. So ist noch in den 90er Jahren die Gentechnik stark überschätzt worden. Man nahm einen einfachen genetischen Determinismus an, dem zu Folge, das menschliche Genom eine Blaupause des späteren Organismus ist: Ändert man die Grundinformation, so ändert man auch kontrolliert den sich entwickelnden Organismus. Doch dabei wurde der Einfluss der Epigenetik verkannt. Was hier für die Genetik zutrifft, gilt in gleicher Weise für andere neuere Erkenntnisse und Technologien.

Manche Formen einer gezielten Veränderung der menschlichen Natur sind so alltäglich, dass sie auf erstem Blick banal wirken, wie etwa die Veränderung der Körperästhetik durch die Schönheitschirurgie. Kleinere Eingriffe sind mittlerweile weit verbreitet und akzeptiert, größere Eingriffe können aber auch ethisch sehr relevant werden, etwa dann, wenn einem Menschen durch Transplantation das ganze Gesicht eines anderen, gestorbenen Men-

schen übertragen wird, wie dies im letzten Jahr in Spanien geschehen ist. Die Entwicklung immer leistungsfähigerer Prothesen gehören ebenso zu den eher alltäglichen Veränderungen des menschlichen Körpers. Ethisch in hohem Maße relevant und in der Gesellschaft einhellig wenn auch nicht wirkungsvoll geächtet sind die Methoden, die die Leistungsfähigkeit eines Körpers durch pharmakologische Substanzen erhöhen wollen. Zumindest im Leistungssport ist das Doping eine ständige Bedrohung geworden, ein Wettlauf zwischen den Kontrolleuren und manchen skrupellosen Sportmedizinern. Zu all den neuen Möglichkeiten gehören schließlich auch immer mehr jene, die durch die Neurowissenschaften bereitgestellt werden. Cochlear-Implantate lassen auch völlig Ertaubte wieder Hörerlebnisse machen. Die ersten Schritte sind gemacht, die das Ziel verfolgen, auch das Sehen durch implantierte Sensoren wieder zu ermöglichen. Diese medizinischen und therapeutischen Möglichkeiten sind ohne Zweifel uneingeschränkt zu begrüßen. Wesentlich komplizierter ist es dagegen bei einer gezielten pharmakologischen Beeinflussung der Psyche. In der Psychiatrie haben pharmakologische Substanzen eine große Bedeutung erlangt. Hoch umstritten sind die Substanzen aber bei der Einnahme zur Verbesserung der Stimmung oder auch der Erhöhung der Stressresistenz. Schließlich kann man die Verbesserung der Kognition anstreben. Doch ist dies nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik noch nicht kontrolliert möglich, die Vorgänge sind zu komplex, als dass man sie durch invasive oder pharmakologische Methoden verbessern könnte.

3. Verbesserung der menschlichen Natur aus philosophischer und theologischer Sicht

Die bisherigen Ausführungen haben schon gezeigt, dass mit der Frage nach einer Verbesserung des Menschen zugleich weitreichende philosophische Fragen thematisiert werden. Die philosophische Beurteilung orientiert sich an der anthropologischen Bestimmung des Menschen. Die großen anthropologischen Entwürfe des 20. Jahrhunderts haben nun trotz aller methodischen und begrifflichen Unterschiede eine Erkenntnis in den Mittelpunkt gestellt: Der Mensch ist zwar biologisch beschreibbar aber er kann nicht

vollständig durch eine rein biologische Beschreibung bestimmt werden. In der Begrifflichkeit von Robert Spaemann gilt: Der Mensch ist nicht ein Etwas, sondern ein Jemand.

Der Mensch transzendiert jeden Versuch, ihn begrifflich oder methodisch festzulegen. Gibt es eine normative „Natur des Menschen“? Das Wort Natur ist in seinem Gebrauch nicht ganz eindeutig. Einerseits kann Natur gerade in unserem Zusammenhang das Wesensmäßige meinen. Die Natur des Menschen meint dann sein bestimmbares Wesen, das ihn zu diesem oder jenem prädestiniert. Andererseits kann Natur auch das meinen, was die Naturwissenschaften zu bestimmen in der Lage sind, also der Mensch als biologisches Wesen. Doch in beiden Gebräuchen dieses Wortes gilt, dass man die Natur des Menschen nicht eindeutig bestimmen kann. Sofern man unter Natur eine vollständige, also wesenhafte Bestimmung versteht, zeigt sich immer ein innerer Widerspruch, der die Eindeutigkeit verhindert. In einem anderen, nämlich naturwissenschaftlichen Verständnis von Natur, kann man den Menschen sehr wohl bestimmen, aber diese Bestimmung bleibt stets unvollständig. Diese Unmöglichkeit der Bestimmung hält die Frage des Menschen nach dem, was der Mensch ist, grundsätzlich offen. Der Mensch ist, so kann man vielleicht sagen, derjenige, der stets danach fragen wird, was der Mensch ist.

Die Differenz zur biologischen Beschreibung ist unterschiedlich bestimmt worden. Helmuth Plessner beschrieb dies mit der Formel der exzentrischen Positionalität. Der Mensch hat eine Position, jedoch ist er nie mit dieser identisch, sondern kann sich immer dazu verhalten, er kann sich, bildlich gesprochen, immer selbst über die Schulter schauen. Er steht in einem Verhältnis zu sich selbst und damit immer auch in einer gewissen Differenz zu dem, was allgemein von ihm zu bestimmen ist. Daraus folgt: Wenn wir einen menschlichen Körper in jedem Detail beschreiben könnten, so bliebe dennoch eine Differenz, die aber für das Verständnis des Menschen entscheidend ist. Arnold Gehlen hat den Vorschlag gemacht, den Menschen als biologisches Mängelwesen zu bestimmen. Der Mangel ist aber kein biologisches Faktum, das auch biologisch ausgeglichen werden könnte, vielmehr wird der Mangel durch Kultur ausgeglichen. Gerade diesem Ansatz gelingt es, deutlich zu machen, in welcher konstitutiver Weise die Technik zum

Menschen hinzugehört. Der Mensch ist nie nur ein durch seine Natur bestimmtes Wesen, er ist konstitutiv auf technische Hilfsmittel angewiesen. Der Mensch kann keiner ökologischen Nische zugewiesen werden, er muss sein Verhältnis zur Umwelt immer wieder neu bestimmen. Das Verhältnis des Menschen zur Natur ist immer künstlich. Dadurch ist der Mensch aber nicht nur gezwungen, seine Umwelt, sondern auch sich selbst zu gestalten. Er ist von Natur aus ein Kulturwesen. Eine positive Formulierung dieser Beschreibung ist die, dass er stets weltoffen ist und kreativ auf die ihn umgebende Welt einwirkt. Der Mensch ist homo faber, er setzt sich technisch mit der Welt auseinander.

Die philosophische Reflexion zeigt, dass die entscheidende Frage, welche Natur dem Menschen vorgegeben ist, unlösbar ist. Gibt es nun eine theologische Sicht des Menschen, die uns da weiter führen kann? Aus theologischer Sicht gibt es eine zweifache Bestimmung des Menschen: Der Mensch ist einerseits Geschöpf Gottes. Andererseits, und das ist für die theologische Bestimmung des Menschen noch wichtiger, ist Gott selbst in Jesus Christus Mensch geworden. Die theologische Beschreibung des Menschen als Geschöpf stellt ebenfalls Zweideutigkeiten heraus, auch in biblischen Texten bleibt die unbeantwortbare Frage nach dem Wesen des Menschen. Der Beter des 8. Psalms fragt Gott, den Schöpfer: „Was ist der Mensch, dass du seiner gedenkst, und des Menschen Kind, dass du dich seiner annimmst? Du hast ihn wenig niedriger gemacht als Gott, mit Ehre und Herrlichkeit hast du ihn gekrönt.“ Der Mensch ist Geschöpf, aber zugleich beauftragt, für die Schöpfung Verantwortung zu übernehmen und wird darin fast Gott gleich. Der Mensch ist Geschöpf und doch ist er zu Widerspruch gegenüber seinem Schöpfer befähigt.

Der amerikanische Theologe Philip Hefner hat den Vorschlag gemacht, den Menschen als „created co-creator“ zu verstehen, also als ein Geschöpf, das zugleich aber auch die Fähigkeit zum Schöpferischen hat. Damit will er zum Ausdruck bringen, dass der Mensch von seinem Wesen her kreativ ist, dass Kreativität nicht etwas Zusätzliches ist, sondern zur Grundbestimmung des Menschen gehört. Mit der Kreativität geht die Fähigkeit einher, die Umwelt und auch die eigene Identität immer wieder neu zu bestimmen, Grenzen zu überschreiten. Hefner weist in ganz ähnlicher Weise wie die erwähnten

philosophischen Ansätze darauf hin, dass in der Auffassung des Menschen als „created co creator“ alte Fundamentalunterscheidungen von Technik und Natur aufgehoben werden. Man kann dies in der paradoxen Formel zum Ausdruck bringen: der Mensch ist von Natur aus technisch. Jede neue Technik verändert die Identität des Menschen, es gab und gibt eine kontinuierliche Auseinandersetzung um die technische Veränderung der Welt und den Ausbau von Möglichkeiten. Diese Auseinandersetzung begleitet die menschliche Kulturgeschichte. Der Ansatz von Hefner ist von anderen Theologen zum Teil heftig kritisiert worden. Der Hauptvorwurf ist der, dass die Formel „created co-creator“ den Unterschied zwischen Mensch und Gott zu stark verwischt. Doch offenkundig weist die Formel zurecht auf ein tief liegendes Problem. Einerseits bestätigen auch biblische Stellen die Unsicherheit der Bestimmung des Menschen, zum anderen spiegelt die Formel die philosophische Diskussion. Meiner Ansicht nach ist es entscheidend, wie man die Formel liest. Zunächst und vor allem ist der Mensch erst einmal Geschöpf. Wir haben ein Herkommen, über das wir nicht verfügen. Wir haben nicht den geringsten Anhaltspunkt für eine Erklärung der Tatsache, dass eines Tages in der materiellen Welt jemand die Augen aufschlug, um sich mit der Frage zu beschäftigen, wer er oder sie sei. Beide Seiten der Beschreibung, die Geschöpflichkeit des Menschen wie auch die schöpferische Begabung haben ihre Berechtigung, aber es gibt eine Abhängigkeit des einen von dem anderen, eine Rangfolge, die die verdichtete Vokabel des „created co-creator“ nicht zum Ausdruck bringen kann: immer ist der Mensch zunächst und vorerst einmal geschaffen, auf dieser Basis erst kann er schöpferisch sein

Auf diese Akzentuierung weist auch die zweite theologische Bestimmung des Menschen in der Aussage, dass Gott in Jesus Christus Mensch wurde. Hier ist die Richtung entscheidend. Gott selbst hebt die Differenz zwischen Gott und Mensch auf, aber nicht, indem er den Menschen zu sich hinaufzieht, sondern dadurch, dass er sich selbst erniedrigt. Damit geht eine Verheißung einher. Seine Erfüllung findet der Mensch nicht, indem er sich selbst Himmelreiche schafft, in dem er selbst den Himmel erobert. Seine Erfüllung findet der Mensch, indem er, in der gleichen Bewegungsrichtung wie Gott, auf das Unscheinbare achtet, denn dort beweist sich das kommende

Gottesreich. Die Gleichnisse sprechen gerade deshalb von den alltäglichen Dingen, in denen das Gottesreich aufscheinen kann. Die neue Kreatur, der Mensch, der in Christus ist, ist nicht durch technische Fähigkeiten ausgezeichnet, sondern durch eine andere Art und Weise, sich, die Mitmenschen und die Welt zu sehen. Hier stecken viel mehr Entdeckungsmöglichkeiten als in der Vermehrung des immer gleichen, des Höher, Schneller, Weiter. Worum es also in der zweiten theologischen Bestimmung des Menschen geht, ist nicht die Etablierung einer bestimmten Grenze, die der Mensch nicht überschreiten darf. Es ist vielmehr die Gesinnung, die Richtung der Suche, in der der Mensch sich selbst finden will. Nicht als Himmelsstürmer findet er sich selbst, sondern als der, der auf das Nahe, das Unscheinbare, das Mitmenschliche achtet. Dies steht nicht gegen die Möglichkeiten der Ausweitung technischer Errungenschaften. Aber diese müssen stets in ihrer Ambivalenz gesehen werden. Sie sind vielleicht von Entdeckerfreude bestimmt, aber sie sind nicht mit den Verheißungen der Befreiung von Leid und Begrenzung verbunden. Die Richtung des Christusgeschehens ist eine andere. Es weist uns auf das, was alltäglich und banal zu sein scheint. Hier aber sind die Entdeckungen zu machen, die das Gottesreich aufscheinen lassen.

4. Ethische Beurteilung des Enhancements

Die kurzen philosophischen und theologischen Bemerkungen legen nun eine Erwartung nah: es wird wohl erhebliche Schwierigkeiten aufwerfen, wenn man klare und deutliche Kriterien entwickeln will, welche technischen Möglichkeiten zur Verbesserung des Menschen erlaubt und welche moralisch verwerflich sein sollen. Wenn es schon nicht wirklich gelingt, den Menschen zu definieren, wie will man dann bestimmen, ob eine Veränderung erlaubt ist oder nicht? Auch die unterschiedlichen und facettenreichen Formen des Enhancements zeigen, dass es nicht einfach sein wird, ein allgemeines Bewertungsmaß zu ihrer Beurteilung zu etablieren. Für die Begründung einer moralischen Beurteilung werden in der Regel zwei Unterscheidungen genannt, einerseits die Unterscheidung von Natürlichkeit und Künstlichkeit bzw. Technik, andererseits die Unterscheidung von therapeutischem Handeln und konstruierendem Handeln.

Die Unterscheidung von Natürlichkeit und Künstlichkeit legt nahe, dass man den natürlichen Zustand eines Menschen als normativ anzusehen habe. Jedoch haben wir gesehen: Einen reinen Naturmenschen findet man nicht. Immer schon ist der Mensch der Spezies homo sapiens durch Werkzeuggebrauch, mit denen er sich und seine Umwelt verändert. Es gibt also nicht den homo sapiens im Naturzustand und es gab ihn nie. Wir selbst können uns leicht prüfen, welche zusätzlichen Hilfen wir schon in Anspruch genommen haben. Das beginnt mit den Zähnen, die natürlicher Weise im Alter schlecht werden und ausfallen, das betrifft auch die pharmakologischen Mittel, die wir einnehmen, um den Blutdruck zu senken, die Verdauung zu befördern oder den Schlaf, das betrifft natürlich die Prothesen und vieles andere mehr. Wir verändern unsere „Natur“ übrigens auch mit jeder technischen Innovation: Ein Mensch der Steinzeit wäre völlig überfordert, Geschwindigkeiten wie die im Straßenverkehr zu koordinieren, ein Mensch des 19. Jahrhunderts wäre außerstande, die visuellen Eindrücken eines modernen Kinofilms zu deuten, viele Menschen des 20. Jahrhunderts sind kaum in der Lage, die komplexen Ebenen der Software im Internet zu durchschauen und zu gebrauchen. Die Technologien verändern unsere Wahrnehmungs- und Handlungsmöglichkeiten. Die Fähigkeit, unsere Natur zu überschreiten, beginnt schon früh, nicht erst mit der neuesten wissenschaftlichen Innovation.

Das zweite Kriterium will zwischen therapeutischem und konstruierendem Handeln unterscheiden. Doch wo ist genau die Grenze zu ziehen? Gehören die Inlays, die wir beim Zahnarzt in unsere Zähne implantiert bekommen zur Therapie oder sind sie nicht vielmehr eine konstruktive Verbesserung unserer natürlichen Zähne? Haben die Vielzahl der alltäglichen Psychopharmaka, die Menschen einnehmen, wirklich das Ziel, Krankheiten zu beseitigen oder ermöglichen sie nicht vielmehr, in einer „unnatürlichen“ stressgeprägten Arbeits- und Lebensumgebung zu bestehen? Es gibt berühmte Beispiele: Wie sich erst viel später herausstellte, war John F. Kennedy auf eine Unzahl von Präparaten und Hilfsmaßnahmen angewiesen, die er täglich schluckte. War er von jeher ein kranker Mensch oder war nicht vielmehr die erbarmungslose öffentliche Exposition als amerikanischer Präsident die Ursache seiner Gebrechen? Es gibt also auch hier keine klaren Grenzen.

Weiterhin ändert sich die Vorstellung von Krankheit und Gesundheit, sie ist in hohem Maße kulturrelativ. Insbesondere individuelle Defizite im Vergleich zu einem gewünschten Zustand können oft nur schwer eingeschätzt werden. Ab wann ist eine Vergesslichkeit krankhaft und nicht nur Ausdruck einer bestimmten menschlichen Individualität? Welche Prothese verringert die Einschränkung, welche erhöht die Leistungsfähigkeit?

Die ethische Reflexion darf allerdings nicht verschweigen, dass es eindeutige Grenzen gibt, die sich jedoch nicht aus dem Enhancement selbst ableiten, sondern sich aus anderen Quellen speisen. So darf zum Beispiel das Prinzip der Selbstbestimmung nicht verletzt werden. Damit sind alle Eingriffe verboten und zu verwerfen, die in der frühesten Entwicklung des menschlichen Lebens geschehen oder an kleinen Kindern oder Heranwachsenden vorgenommen werden. Das Szenario von „Schöne neue Welt“ von Aldous Huxley zeigt, dass auch das Selbstbestimmungsrecht von Erwachsenen geschützt werden muss. Wenn Menschen kontrolliert unter glücksspendenden Drogen gehalten werden, verletzt dies die Menschenwürde und die Autonomie eines Menschen. Weiterhin dürfen Enhancement-Eingriffe auch nicht zu langfristigen gesundheitlichen Schäden führen. Doch das sind Mindestanforderungen, die nicht auf die Herausforderung des Enhancements reagieren, sondern sich aus anderen Begründungen ableiten lassen.

5. Das Enhancement als kulturelle Herausforderung

Die ethische Reflexion hat gezeigt, dass es in der Tat sehr schwer ist, klare Grenzen zu setzen, die ein zu verwerfendes Enhancement von begrüßenswerten therapeutischen Maßnahmen unterscheiden. Die Grenze ist in hohem Maße kulturrelativ, stets war und ist der Mensch ein Grenzgänger, der sich und seine Umwelt neu gestaltet hat.

Deshalb sind nach meiner Ansicht die Möglichkeiten des Enhancement nicht so sehr eine ethische als vielmehr eine kulturelle Herausforderung. Die Herausforderungen lassen sich nicht in einfachen und klaren ethischen Urteilen bewältigen, stets gibt es einen unklaren Graubereich. Entscheidend sind die kulturellen Leitbilder, die uns prägen, also die Frage nach dem gelin-

genden Leben, die Frage nach dem normativen Bild vom Menschen. Welche Motive prägen uns, wenn wir eine Verbesserung des Menschen anstreben? Wir haben zu Beginn gesehen, dass die Ausweitung der wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten immer schon zu intensiven Debatten darüber geführt haben, was erlaubt ist und was nicht. Neben den Verheißungen ist immer auch die dunkle Seite dieser Entwicklung hervorgehoben worden. Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik führt unmittelbar auch immer zu einer Weiterentwicklung des Menschen. Doch ist diese Entwicklung stark von Ambivalenzen geprägt. Nun ist die Eingriffstiefe in den letzten Jahren deutlich gewachsen, an der Spitze stehen die Neurowissenschaften, die in vorher ungeahntem Umfang die Vorgänge im Gehirn manipulieren können. Versteht der Mensch sich selbst künftig vor allem als Objekt, das sich den Veränderungsmöglichkeiten unterwirft? Es gibt eine Kälte der reinen Objektivität, die die Vermehrung von neuen Handlungsmöglichkeiten eigentümlich schal erscheinen lässt. Es ist durchaus denkbar, dass im Ergebnis verschiedener Enhancement-Strategien schöne Menschen in schöner Umgebung mit hoher Vitalität und Intelligenz und langer Lebensdauer möglich werden. Doch zugleich sind diese vielleicht innerlich leer und können nur noch über Spiegel mit sich selbst in Kontakt kommen. Sie sind sich selbst nur noch Gegenstand der Betrachtung. Wenn der Mensch sich über das Machbare definiert, verliert er mehr und mehr den Sinn dafür, dass er sich zunächst einmal immer schon vorfindet, dass er sich selbst gegeben ist. Wer das Machbare betont, sieht überall Veränderungsmöglichkeiten und ist deshalb an keinem Ort bei sich selbst.

Die Theologie kann in dieser Diskussion eine Anwältin für das Unverfügbare, das Unverständene sein. Unser Leben ist uns geschenkt, wir haben es nicht gemacht. Dabei kann auch die Theologie keine klaren Grenzen setzen. Der Mensch ist ein klein wenig niedriger gemacht als Gott. Doch er ist auch dann vor allem erst einmal gemacht und nicht sein eigenes Projekt. Der Status des Geschöpfes ermisst sich gerade in der Sensibilität für das Unverfügbare, von dem her jedes Leben sich selbst verdankt. Die Theologie wird deshalb immer für eine Kultur plädieren, die auf das achtet, was sich der Verfügbarkeit entzieht. Das ist keine Selbstbescheidung, die nicht über Grenzen hinauszugehen wagt. Denn solche Grenzen lassen sich kaum aus-

machen. Aber es gibt eine Verheißung auf dasjenige im Leben zu achten, was sich einem objektivierenden Blick entzieht. Gerade in der Zuwendung zu anderen Menschen kann man es erleben. Neue Technologien können unser Leben bereichern. Eine solche Bereicherung ist aber ganz sicher auch durch einen offenen Gespür für all jene Bereiche der Wirklichkeit möglich, die sich unserem kontrollierenden Blick entziehen. Wir bleiben auch als Himmelsstürmer Erdenmenschen. Das ist nicht nur eine Bescheidung, es ist auch eine Verheißung. Wie erfahren wir Sinn? Nun, wir erfahren Sinn und wissen nicht wie, wir können dafür dankbar sein. Sinn zu schaffen, zu erzwingen, ist nicht in unserer Macht, auch nicht mit dem Aufgebot aller technologischen Möglichkeiten. Alles, auch die größten technologischen Erfolge können sinnleer erscheinen. Wir bleiben bei aller Technik Zigeuner am Rande des Universums, wie der Nobelpreisträger Jacques Monod formuliert hat. Nichts sichert einen bleibenden, endgültigen Sinn. Wer aber Sinn erfährt, erfährt auch Lebensfülle. Eine Kultur, die auf das Unverfügbare achtet, folgt dem Gebot der Klugheit, weil vielleicht gerade das Entscheidende im Leben nicht verfügbar ist. Eine solche Kultur wägt nüchtern die vielen technologischen Möglichkeiten ab, nutzt sie und weiß darum, dass sie uns Menschen verändern. Sie sieht in ihnen jedoch keine Verheißung.

Rolf Eckmiller

Implantate als Sensoren und Stimulatoren von Hirnfunktionen

1. Mensch als Objekt und Subjekt von Mensch-Maschine-Interaktionen

Der Mensch baut Maschinen als Hilfsmittel zur Erweiterung seines Aktionsraumes bzw. zu seiner Funktionsoptimierung und tritt mit diesen Maschinen vielfältig in Interaktion. Aus naturwissenschaftlicher Sicht ist der Mensch ein Cluster gekoppelter dynamischer, lernfähiger Systeme mit diversen sensomotorischen (z.B. vom Sehorgan visuell geführte Augenbewegungen, vom Hörorgan auditorisch geführte Sprachmotorik, vom Gleichgewichtsorgan vestibulär geführte Lokomotion) und autonomen Eigenschaften (z.B. die Erzeugung von Systemen und Denkkategorien für Kultur, Philosophie, Politik, Psychologie, Recht, Religion, Technik).

Nicht zuletzt wegen seiner sehr nieder-dimensionalen Kognitionsfähigkeit relativ zur sehr hohen Dimensionalität seiner selbst als eine Art ‚System-Cluster‘ und seiner Umgebung bringen die oft auf widersprüchliche Ziele ausgerichteten sensomotorischen bzw. autonomen Eigenschaften den Menschen mangels einer eindeutigen internen Orientierungs- und Entscheidungsinstanz häufig in Konfliktsituationen bzw. unerwünschte oder ausweglose Situationen.

Der Mensch hat sich als eine seiner größten ‚Errungenschaften‘ Sprachen und Sprachräume erdacht, die zur Selbsterkenntnis, zur Mensch-Mensch-Interaktion, zur Maschinenentwicklung und schließlich zur Mensch-Maschine-Interaktion (Abb.1) wesentlich sind. Ein sehr großer Teil seines Denkens, Empfindens und Handelns basiert jedoch allem Anschein nach auf nicht-verbalen, subjektiven Realitäten. Gezielt und behutsam eingesetzte Interaktion zwischen Mensch und ‚Technischer Intelligenz‘ eröffnet nach Einschätzung mancher Optimisten im Prinzip sogar die Möglichkeit zu einer nachhaltigen Weiterentwicklung des Menschen im Bestreben um ein (sorgfältig zu definierendes) sinnvolles Leben.

Der Mensch als eine besondere Art ‚Biologischer Automat‘ setzt Technische

Automaten und andere Maschinen auch zur Erkennung und Behandlung eigener ‚Betriebsstörungen‘ (Gesundheitsstörungen) ein. Das in unserem Kulturkreis gegenwärtig weit verbreitete Quasi-Monopol einer einzelnen Fachdisziplin (Medizin) für die Bereiche Diagnose und Therapie von Gesundheitsstörungen verändert sich bereits zunehmend zugunsten einer ebenbürtigen Partnerschaft von Medizinern, Naturwissenschaftlern und Technologen. In denjenigen Medizintechnik-Bereichen, die (häufig durch die Integration mit Informationstechnologie und Nanotechnologie) eine Interaktion und Kommunikation mit dem Menschen realisieren, vollzieht sich dieser Wandel bereits durch Bündelung dieses interdisziplinären Fachwissens sowohl unter Gesundheits-Aspekten, als auch zum Zweck der Erweiterung und Verbesserung von Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen.

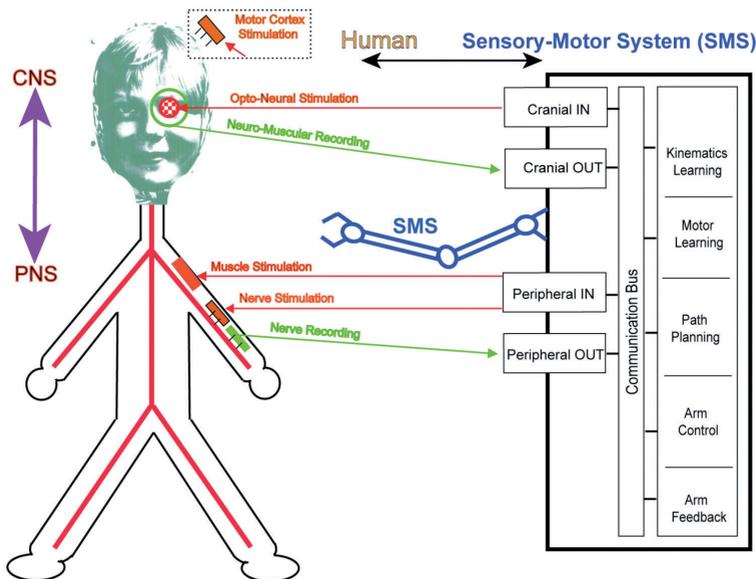


Abb. 1: © Rolf Eckmiller. Fiktive Kopplung und bi-direktionale Interaktion von verschiedenen Bereichen des menschlichen Nervensystems mit einem technischen Roboter System mit sensorischen, handlungsplanenden und motorischen Eigenschaften. Die Schnittstellen zum Nervensystem sind angedeutet als implantierte Mikroelektroden (Neurale Implantate) einerseits zur Stimulation und andererseits zur Signalregistrierung von Nervengewebe. Derartige Neuroimplantate sind seit Jahren für sehr unterschiedliche neuroprothetische Systeme der Medizintechnik im Einsatz bzw. in der Erprobung. CNS = central nervous system; PNS = peripheral nervous system.

In den letzten 30-50 Jahren sind zunehmend Beispiele einer Mensch-Maschine-Interaktion einerseits zur Linderung von Funktionsstörungen des Menschen und andererseits zur versuchten ‚Weiterentwicklung‘ des Menschen entwickelt und erprobt worden. Diese häufig bi-direktionale Interaktion und Kommunikation zwischen Technischem System und Biologischem System ist das zentrale Anliegen des sehr jungen F&E Bereiches der Biosystemtechnologie (Eckmiller 2005), der sich bezüglich der hierfür zu bündelnden Expertise und der zugehörigen Industriezweige von der molekular und gentechnisch geprägten Biotechnologie unterscheidet bzw. sie erweitert.

2. Was sind ‚Neurale Implantate‘?

Es sind implantierte technische Systeme (Abb. 2, 3), die Nervensignale messen oder/und verändern. Der Begriff wird sowohl spezifisch für die implantierte Mikrokontakt-Struktur gewissermaßen als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine verwendet, als auch für ein Gesamtsystem, z.B. als Neuroprothese mit einer implantierten Komponente.

Man kann sich Querschnittgelähmte, Blinde oder Gehörlose und auch Alzheimer- und Parkinson-Patienten vorstellen, deren neuronale Funktionsdefekte durch Neuroprothesen teilweise gelindert werden sollen. Technologisch sind hier oft als kaum lösbar geltende Probleme zu bearbeiten. Einmal muss man in der Lage sein, eine Mikrokontaktverbindung zum Nervengewebe herzustellen, um Nervensignale registrieren zu können, oder um Nervengewebe zu stimulieren. Man möchte zum Beispiel mit asynchronen Pulsfolgen, die ja asynchrone Nervensignale darstellen, eine Bewegungsprothese ansteuern. Oder man möchte an die Netzhaut oder Retina eines Blinden ankoppeln, weil die Retina durch Degeneration unbrauchbar wurde und funktionell durch eine Art technischer Retina ersetzt werden soll.

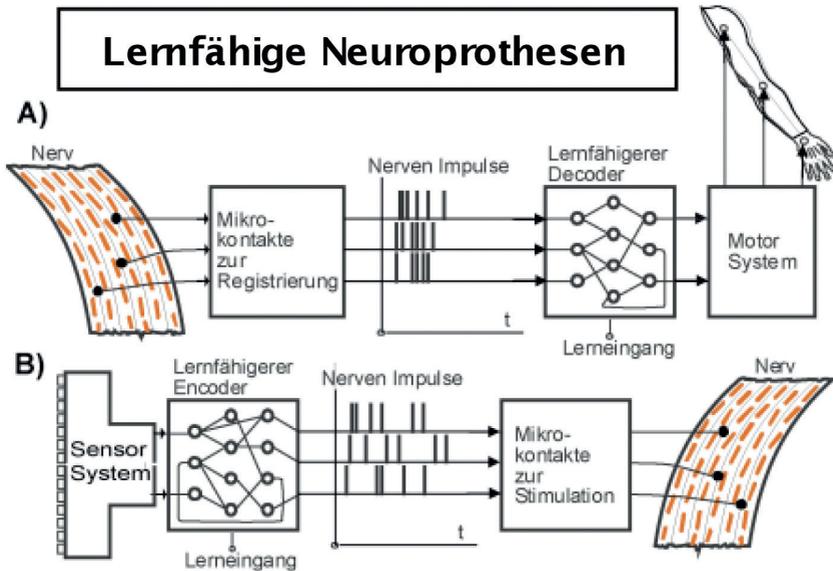


Abb. 2: © Rolf Eckmiller. Zwei typische Schemata für den Einsatz lernfähiger Neuroprothesen, also Neuralen Implantaten.

Fall A): Implantierte Mikroelektroden (schwarze Punkte) in unmittelbarer Nachbarschaft von Nervengewebe ‚belauschen‘ und registrieren die elektrischen Nervenimpuls-Signale, die meist als Folgen (individuell verschieden für jede Nervenfasern und abhängig von der jeweiligen Funktion des Nervensystems) von elektrischen Impulsen von etwa 1 Millisekunde Dauer auftreten. Der angegedeutete lernfähige Decoder soll derartige parallel eintreffende Impulsfolgen so verarbeiten, dass er seinerseits ein technisches motorisches System (z.B. eine Hand- oder Armprothese) steuern kann.

Fall B): Bei Funktionsausfall der Signalwandler eines Sinnesorgans (z.B. Defekt der Netzhaut, Retina oder Defekt des Innenohres, Cochlea) soll ein technisches sensorisches System (z.B. Videokamera oder Mikrophon) die Signalwandlung übernehmen. Die so erzeugten elektrischen Signale sollen von einem lernfähigen Encoder in einen geeigneten parallelen Datenstrom von elektrischen Pulsfolgen gewandelt und über implantierte Mikroelektroden eine Verbindung zu dem noch intakten Teil des sensorischen Nervensystems herstellen.

Abbildung aus
nutzungsrechtlichen Gründen
in der pdf-Fassung ausgeblendet.

Die Grafik ist auf der Website des IEEE
einsehbar:

<https://spectrum.ieee.org/flexible-microsystems-deliver-drugs-through-the-ear>

Abb. 3a © Artwork by Christie, New York/USA

Schema für den möglichen Einsatz von Neuralen Implantaten zur Linderung von Funktionsstörungen des Nervensystems durch lokale Abgabe von Wirkstoffen in kleinen Mengen von implantierten Wirkstoff-Gebern (Drug-Delivery Implants).

Eine besondere Herausforderung besteht darin, gewissermaßen den Code des Nervensystems zu entschlüsseln, damit man einer Teilregion des Gehirns brauchbare, also vom Gehirn interpretierbare Signale zur Kommunikation aufprägen kann. Wenn nun gewissermaßen zwei Computer (Neuroprothese und Gehirn) miteinander reden, dann ist klar, wer ‚Master‘ und wer ‚Slave‘ ist. Das technische System muss also Sklave sein und muss lernen, in den Code für die betreffende Region des Gehirns hineinzukommen. Diese Herausforderungen technischer lernfähiger Systeme sind Gegenstand der Fachgebiete: Neuroinformatik und Künstliche Intelligenz.

3. Beispiel: Lernfähige Sehprothese als Neurales Implantat

Mitte der 90er Jahre begann die Entwicklung einer lernfähigen Sehprothese in einem interdisziplinären Team von Medizinern, Naturwissenschaftlern und Technologen unter meiner Leitung mit signifikanter Förderung durch das Bundesforschungsministerium.

Abb. 4 zeigt schematisch die Schnittdarstellung durch die Retina oder Netzhaut, die gewissermaßen mehr als die Hälfte des Inneren des Augapfels wie eine Art hauchdünnen ‚Teppichbelag‘ auskleidet.

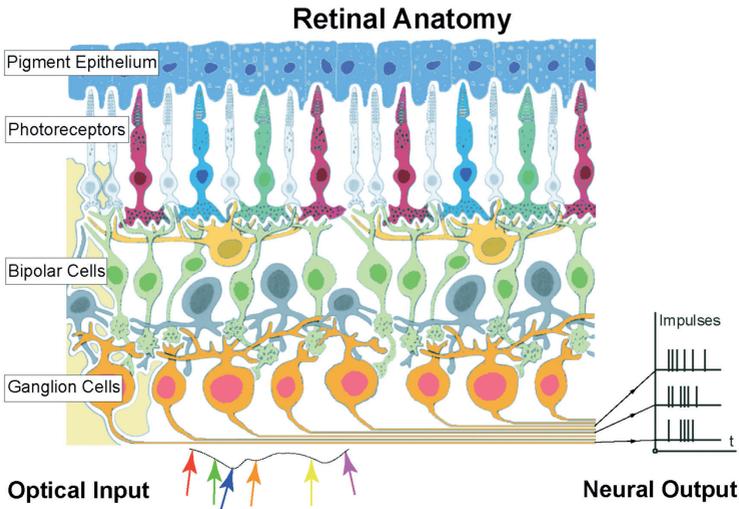


Abb. 4: © Rolf Eckmiller. Schematische Schnittdarstellung durch die Netzhaut des Menschen mit den verschiedenen Nervenzellschichten und einer Mikrokontaktfolie zur elektrischen Stimulation. Während eines normalen Sehvorganges werden von der Linse Lichtmuster als optische Projektionen von der (unteren) Seite (Abb. 4) her kommend faszinierenderweise quasi verlustlos durch all die angedeuteten Nervenzellschichten hindurch zu den lichtempfindlichen Außensegmenten der Photorezeptorzellen geleitet. Damit ist die Retina also quasi ein transparenter Neurocomputer. Für das Retina Implant soll die Netzhaut funktionell überbrückt werden durch einen lernfähigen Retina Encoder. Die Verbindung zum noch intakten zentralen Sehsystem soll durch eine nahe der Ganglienzellschicht implantierte Mikrokontaktfolie erzielt werden.

Die Retina ist anatomisch eine mehrschichtige und sehr filigran vernetzte Nervenzellstruktur, die funktionell als dünnschichtiger, mechanisch sehr flexibler Neurocomputer betrachtet werden kann. Die bei der Wandlung von Lichtmuster-Projektionen in neuronale Signal-Ströme im Sehnerv

(Summe der etwa 1 Million Nervenfasern der Ganglienzellen der Netzhaut) von der Retina zu leistende (mathematisch hoch-komplexe) Informationsverarbeitung lässt sich näherungsweise durch die Funktion eines großen Ensembles von Orts-Zeit Filtern (Abb. 7) technisch simulieren. Es geht bei dem näherungsweise funktionellen Ersatz der Retina durch einen lernfähigen Retina Encoder (Eckmiller, Neumann, Baruth 2005) darum, die vielen Orts- und Zeitparameter vieler Filter in einem geeigneten Lernprozess im individuellen Dialog mit dem Menschen optimal einzustellen.

Das Prinzip der lernfähigen Sehprothese (Retina Implant) basiert darauf, diese defekte Netzhaut, von der nur noch etwa die Hälfte der Ganglienzellen am Netzhaut-Ausgang funktionstüchtig sind, elektrisch zu reizen mit einer zu implantierenden Mikrokontaktfolie. Dazu müssen die Mikrokontakte, die unterschiedlich geformt sein können (Abb. 4), von einem Retina Encoder (Eckmiller, Neumann, Baruth 2005) mit speziellen Signal-Melodien also Zeitfunktionen versorgt werden, die das zentrale Sehsystem versteht und in Seh Wahrnehmungen umsetzen kann.

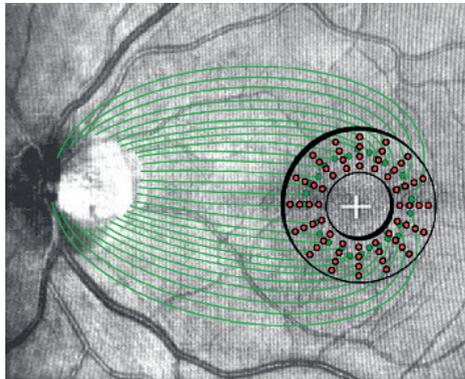


Abb. 5: © Rolf Eckmiller. Aufsicht auf die Netzhaut eines Menschen mit schematischer Darstellung einer ringförmigen Mikrokontakt-Struktur, die um die Fovea als Region des schärfsten Sehens angeordnet ist. Die grün markierten Punkte und Linien deuten schematisch Ganglienzellen und deren Nervenendigungen an. Das weiße Kreuz markiert das Zentrum der Fovea, des Ortes des schärfsten Sehens.

Die Abbildung 5 zeigt eine Darstellung als Blick auf die Retina, wie der Augenarzt sie im Prinzip sieht. Zusätzlich ist hier die Darstellung einer möglichen Kontaktfolie überlagert, die um die Region des schärfsten Sehens herum positioniert werden könnte, um dann entsprechend Ganglienzellen zu reizen. Links im Bild ist der Beginn des Sehnervs mit diversen Ein- und Austrittsstellen für retinale Blutgefäße zu erkennen, der dem sog. ‚Blinden Fleck‘ entspricht.

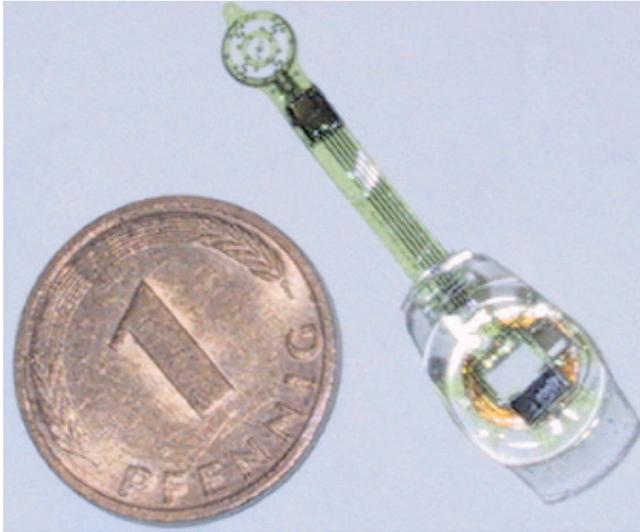


Abb. 6: © Rolf Eckmiller. **Vorläufiges Funktionsmuster des zu implantierenden Teiles für ein Retina Implant.** Oben ist die Anordnung von etwa 25 elastisch aufgehängten Mikrokontakten zu erkennen. Der Teil unten rechts umfasst die Empfangselektronik und soll statt der Linse implantiert werden.

Der implantierte Teil des geplanten Retina Implant (s. Abb. 6 von einer vorläufigen Version) ist eine Kombination von Mikroelektronik, die wir aus der Chipentwicklung kennen, und Mikrosystemtechnik. Sehr verschiedene Materialien im Mikro- und Nanometer-Bereich müssen addiert und mit elektronischen Bauelementen kombiniert werden. Das Implantat muss anschließend biokompatibel gekapselt werden, damit keine Gewebeabstoßung erfolgt. Dabei gilt interessanterweise, dass es zwei Probleme zu lösen gilt: Man muss nämlich dafür sorgen, dass der Fremdkörper im Auge das biologische Gewebe nicht zerstört und dass andererseits das umgebende biologische Gewebe mit der ihm eigenen biochemischen Aggressivität das Implantat nicht korrodiert.

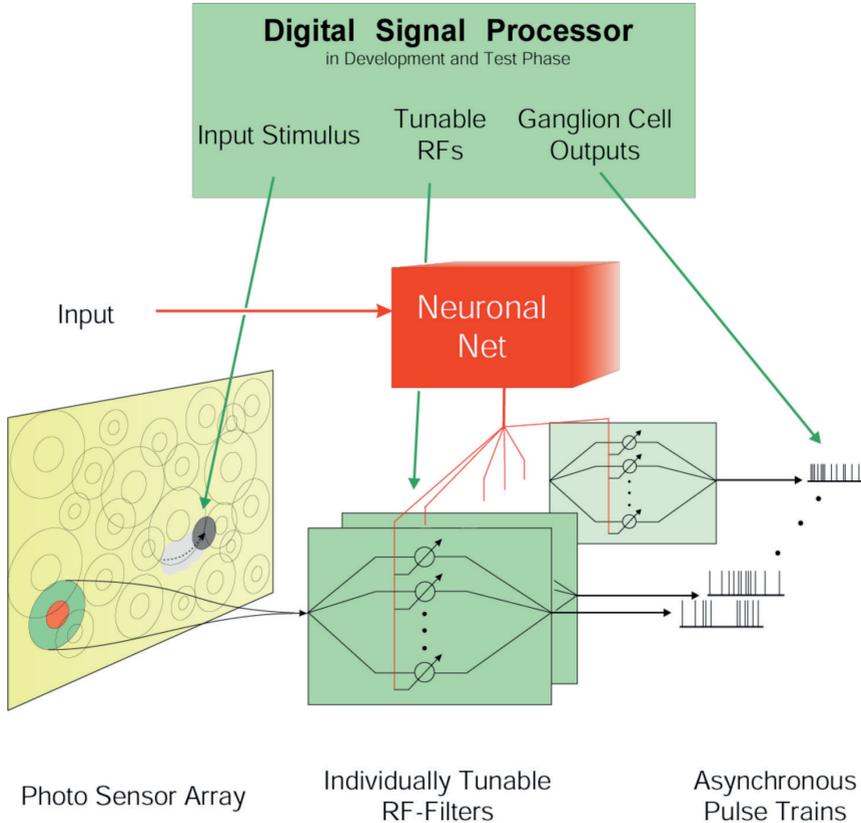


Abb. 7: © Rolf Eckmiller. Schema der Informationsverarbeitung im Retina Encoder zum funktionellen Austausch der defekten Netzhaut. Für Einzelheiten, siehe Literatur (Eckmiller, Neumann, Baruth 2005).

Der nicht implantierte Teil des Retina Implants umfasst den Retina Encoder (Abb. 7), der aus Orts-Zeit (spatio-temporale, ST) Filtern mit optischen Bildmustern am Eingang und asynchronen Pulsfolgen am Ausgang entsprechend der Informationsverarbeitung in der Netzhaut besteht. Diverse Orts- und Zeitparameter der ST Filter sind in einem Lernvorgang verstellbar.

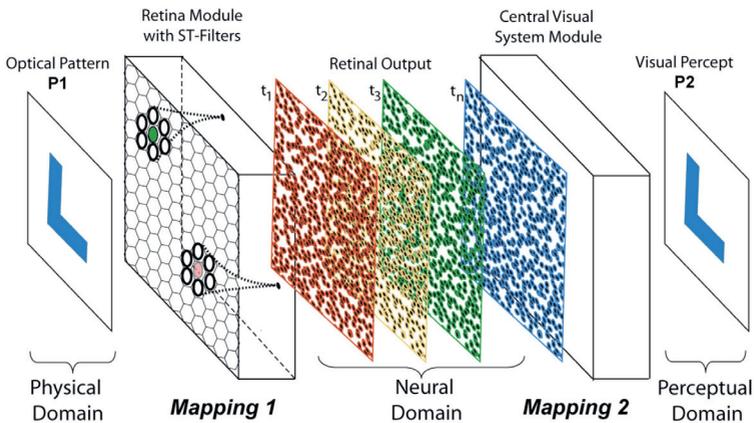


Abb. 8: © Rolf Eckmiller. Funktionsprinzip des Sehsystems als Folge von zwei Abbildungsprozessen: Mapping 1 und Mapping 2, die ein Lichtmuster in der physikalischen Domäne einer Sehwanehmung zuordnen können.

In Abb.8 ist ein neuartiges Schema (Eckmiller, Neumann, Baruth 2005) des Sehsystems vom Menschen dargestellt. Der mathematische Abbildungsprozess (Mapping 1) wird von der Netzhaut geleistet und wandelt ein Bild P1 aus der Physical Domain in die Neural Domain. Anschließend leistet ein zweiter mathematische Abbildungsprozess (Mapping 2) eine Abbildung aus der Neural Domain in die Perceptual Domain und erzeugt dort eine visuelle Wahrnehmung P2.

Wenn wir also zum Beispiel die Sehwanehmung von einem L haben, dann vermuten wir, dass es in der Physical Domain ein optisches Muster gibt, welches dem L entspricht. Wir glauben sicher zu sein, dass die Perceptual Domain nicht identisch ist mit der Physical Domain, sondern dass es sich bei dem Wahrnehmungsraum um eine separates Phänomen handelt. Hier wird das Fachgebiet der Psychophysik berührt, zu dem die übrigen Gebiete der Hirnforschung und auch die Philosophie (Descartes 1641, Fechner 1860, Noe 2008) gewisse, wenn auch teilweise noch sehr unscharfe Verbindungen haben.

4. Wer weiß, wie das menschliche Nervensystem, Gehirn funktioniert?

Ganz nüchtern betrachtet muss die klinische und nichtklinische Hirnforschung insgesamt mit ihren diversen Spezialgebieten (z.B. Neurobiologie, Neuroanatomie, Neurophysiologie, Psychologie) trotz der beeindruckenden Fülle von Teilerkenntnissen konstatieren: Eigentlich Niemand. Dieser Sachverhalt, der wohl der funktionellen und strukturellen Komplexität des menschlichen Nervensystems geschuldet ist, verhindert jedoch nicht, dass mancher Experte oder Journalist gelegentlich den Eindruck erwecken möchte, es zu wissen.

5. Gibt es gegenwärtig Beispiele zur Veränderung von: kognitiven, sensorischen, motorischen, psychischen Leistungen ohne ‚Neurale Implantate‘?

Oh ja, z.B.: Brille, Alkohol, Pharmaka, Medien.

6. Erweiterung von: Lebensqualität, Leistungsfähigkeit, Aktionsradius

Außerhalb der Medizin kommt gegenwärtig bereits eine große Zahl von technischen Systemen zum Einsatz, die mit Menschen unter Verwendung der sensorischen Kanäle (u.a. Hören, Sehen) und diverser motorischer Systeme (u.a. Gestik, Sprache) interagieren. Es bleibt zu hoffen, dass es den einzelnen Menschen gelingen wird, ihre individuelle Aufmerksamkeit und Kreativität zu verteidigen gegen die durch auf ‚Aufmerksamkeitshascherei‘ optimierten elektronischen Medien verursachte ‚Kognitive Umweltverschmutzung‘. Andererseits ist ein weites Spektrum technischer Systeme zur bi-direktionalen Interaktion zum persönlichen Nutzen des Menschen denkbar. Hierzu könnten vorbehaltlich eines sorgfältig erarbeiteten gesellschaftlichen Konsenses bezüglich Nutzen und Risiken gehören:

- ein persönliches portables Interaktionssystem (z.B. als echter Privatsekretär),
- ein teilweise implantierter Datenspeicher mit garantiert personenspezifischem Zugang,
- ein teilweise implantierte Mikrostrukturen zur Kopplung und Kommunikation mit technischen Systemen (z.B. mit Computern, Robotern, Sensorsystemen),

- Systeme zur Kommunikation mit Mensch oder Maschine ohne Verwendung der audio-visuellen Kanäle (z.B. taktil), ferner
- Systeme zur Verbesserung der nicht-verbale Kommunikation zwischen Menschen (z.B. Input von technischem Interpreter des emotionalen Gehaltes des jeweiligen Verhaltensmusters der gerade kommunizierenden Personen), bis hin zu einem
- persönlichen „Intelligenzverstärker“ (z.B. als virtueller Diskussionspartner zur Verbesserung der eigenen Orientierung und der geplanten Entscheidungen durch Rückgriff auf prinzipiell – also ohne die gegenwärtige emotional beeinflusste Situation – als wünschbar vorgegebene Ziele und Prioritäten).

Derartige Entwicklungen werden jedoch immer wieder durch spekulative Szenarien beeinflusst, die zwar attraktiv klingen mögen (z.B. für einzelne Akteure der US-amerikanischen Verteidigungsindustrie), die jedoch weder einen Realisierungstest bestehen, noch den aus meiner Sicht unbedingt erforderlichen gesellschaftlichen Konsens abwarten. Hierzu das Beispiel einiger Prognosen von Ray Kurzweil.

Im Januar 2011 Heft der renommierten internationalen Ingenieursvereinigung IEEE wurde eine Reihe spekulativer technologischer Visionen des US Wissenschaftlers Ray Kurzweil einer kritischen Überprüfung unterzogen (Rennie, J., 2011). Auf der Titelseite erschien das Schema eines menschlichen Gehirns mit dem Aufmachertext: „Shades of THE SINGULARITY“ – „Ray Kurzweil’s future imperfect“. Eine Reihe spekulativer technologischer Visionen des US Wissenschaftlers und Utopisten wurde in dem Heft einer kritischen Überprüfung unterzogen (Rennie, J., 2011). Rennie kam zu sehr ernüchternden (wohl auch beruhigenden) Ergebnissen.

Kurzweil ist insbesondere durch sein Orakel viel zitiert, dass man (etwa im Jahr 2029) durch ‚Reverse Engineering‘ des menschlichen Gehirns (kleine Zwischenfrage des Autors: ‚wessen Gehirn?‘) Künstliche Intelligenz gebaut haben wird, die man von einem Menschen nicht wird unterscheiden können. Nach Kurzweil’s Vision wird die als ‚Singularity‘ benannte Zeitenwende, nach der nicht mehr Menschen die Technik als Diener haben, sondern umgekehrt, bald kommen.

Auf einer Konferenz im Februar 2005 soll Kurzweil u.a. folgende Prognose abgegeben haben:

„By 2010 computers will disappear. They'll be so small, they'll be embedded in our clothing, in our environment. Images will be written directly to our retina, providing full-immersion virtual reality, augmented real reality. We'll be interacting with virtual personalities.”

Für die Zukunft ergibt sich aus technologischer und biomedizinischer Sicht ein sehr weites Feld insbesondere von adaptiven oder sogar lernfähigen technischen Systemen in Interaktion mit Teilstrukturen des Menschen. Unsere Gesellschaft muss sich darauf verständigen, welche dieser Optionen sie zum Wohle des Menschen realisieren möchte.

7. Besteht dringender Bedarf unserer Gesellschaft, die Entwicklung und Verwendung von ‚Neuralen Implantaten‘ von einem fallweise sorgfältig erarbeiteten gesellschaftlichen Konsens abhängig zu machen?

Mit Sicherheit, jedoch besteht dieser Bedarf auch für: Alkohol, Pharmaka und Medien.

Unser gegenwärtiges Menschenbild, (unser philosophisches, ethisches und spirituelles Koordinatensystem) könnte in Zukunft durch implantierte ‚Neural Enhancements‘ in Gefahr geraten.

Bereits heute leiden wir unter nicht-implantierten ‚Neural Enhancements‘, die uns über mehrere Sinnesorgane erreichen in Form von:

- ‚Cognitive Pollution‘ (u.a.: seichte Medienprodukte) und
- ‚Attention Sucking‘ (u.a.: TV- und Internet Sucht).

Aus meiner Sicht hat unsere Zivilisation beeindruckende und gleichzeitig bedrückende technologische Optionen entwickelt. Insbesondere die ethisch, philosophisch und spirituell bewussten Mitglieder unserer Gesellschaft stehen vor der Aufgabe, das technologisch Machbare konsequent dem Menschenwürdigen unterzuordnen. *Lasst uns darauf hoffen!*

Literatur:

Descartes R (1641): Meditationes II.

Quote from 16.: „(...) it is now manifest to me that bodies themselves are not properly perceived by the senses nor by the faculty of imagination, but by the intellect alone; (...) they are not perceived because they are seen and touched, but only because they are understood or rightly comprehended by thought“.

Eckmiller, R. (2005): Biosystemtechnologie: Interaktion zwischen biologischen und technischen Systemen. In: VDI-Berichte 1886 - Deutscher Ingenieurtag 2005: Innovationen Made in Germany, 79-87.

Eckmiller, R.; Neumann, D.; Baruth, O. (2005): Tunable retina encoders for retina implants: why and how. J. Neural Eng. 2, 91-104.

Fechner, G. T. (1860): Elemente der Psychophysik – Zweiter Teil. XLIII Verhältnis zwischen den sinnlichen und den Vorstellungsphänomenen, pp. 458-462 + XLIV Beobachtungen und Bemerkungen über das Verhältnis zwischen Nachbildern und Erinnerungsbildern insbesondere: Erinnerungsnachbilder, Phänomene des Sinnengedächtnisses, Halluzinationen, Illusionen, Träume, pp. 462-517.

Noe A. (2004): Action in Perception (Cambridge: MIT Press).

Rennie, J. (2011): Ray Kurzweil's slippery futurism.: IEEE Spectrum, 47, 22-26,2011.

Boris B. Quednow

Muss nur die Chemie stimmen?

Verbesserung der Gehirnleistung durch Drogen und Neuropsychopharmaka

Die verbreitete Vorstellung, neue Psychopharmaka könnten die kognitive Leistungsfähigkeit bald nebenwirkungsarm und bei jedermann steigern, hält einer näheren Überprüfung nicht stand. Wie die meisten Psychopharmaka setzen auch zahlreiche Neuroenhancer an der chemischen Signalübertragung zwischen den Nervenzellen an. Diese gehorcht bestimmten Gesetzen, die sich auch in Zukunft nicht aushebeln lassen. Bislang stehen keine effektiven Substanzen zur Verbesserung der intellektuellen Leistungsfähigkeit bei Gesunden zur Verfügung und dies wird sich in absehbarer Zeit auch kaum ändern, da das gesunde menschliche Gehirn bereits weitgehend optimal austariert zu sein scheint.¹

Wirkmechanismen von Neuroenhancern

Die Evolution hat unser Gehirn mit einer einzigartigen Mischung aus elektrischer und chemischer Signalverarbeitung ausgestattet. Während das Signal innerhalb einer einzelnen Nervenzelle durch elektrische Spannungsänderungen an der Zellmembran transportiert wird, kommunizieren die Nervenzellen untereinander durch die Ausschüttung chemischer Botenstoffe, auch Neurotransmitter genannt. Wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt, werden in den feinen, knospenähnlichen Endungen der Nervenzellen (Synapsen) kleine Bläschen mit Botenstoffen gespeichert, welche freigesetzt werden, sobald ein elektrisches Signal die Synapse erreicht. Diese Botenstoffe verteilen sich schnell im Spalt zwischen den Nervenzellen (synaptischer Spalt) und docken an spezifischen Rezeptoren an der gegenüberliegenden Nervenzellmembran an. Wenn ausreichend viele Rezeptoren durch die Botenstoffe aktiviert werden, entsteht nun wieder ein elektrisches Potential, welches über die Nervenzelle geleitet wird, bis an deren

Enden wieder Botenstoffe ausgeschüttet werden und so fort. Der einmal ausgeschüttete Botenstoff wird fortlaufend von den Synapsen über sogenannte Transporter zum Teil wieder zurück in die Zelle transportiert und zur weiteren Verwendung eingespeichert. Teilweise werden überschüssige Botenstoffe aber auch von bestimmten Enzymen im synaptischen Spalt abgebaut.²

Abbildung aus
 nutzungsrechtlichen Gründen
 in der pdf-Fassung ausgeblendet.

Der Artikel ist online unter:
<https://www.nature.com/articles/nrd897>

und kann unter bestimmten Voraussetzungen
 (Mitgliedschaft) eingesehen werden.

Abb. 1: Schema einer chemischen Signalübertragung mit dem Neurotransmitter Dopamin, (aus Kreek et al. 2002); © Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Nature Publishing Group.

Wir kennen derzeit bereits mehrere hundert Neurotransmitter, und jede dieser Substanzen hat einen oder mehrere Rezeptoren zu denen sie passt. Die meisten Nervenzellen haben nicht nur einen einzelnen Rezeptortyp, sondern können die Rezeptoren vieler verschiedener Botenstoffe tragen. Die wichtigsten Botenstoffe lassen sich dabei anhand ihrer chemischen Struktur in biogene Amine (z.B. Dopamin, Serotonin, Acetylcholin, Noradrenalin, Adrenalin, Histamin, Melantonin), Neuropeptide (z.B. Endorphine,

Oxytocin, Substanz P, Insulin, Glucagon) und Aminosäuren (z.B. Glutamat, Gamma-Aminobuttersäure [GABA], Aspartat, Serin, Glycin) einteilen. Es existieren aber noch andere Botenstoffe, die nicht in diese Einteilung passen, wie z.B. das Gas Stickstoffmonoxid (NO), das Arachidonsäurederivat Anandamid oder das Nukleosid Adenosin.³

Wie die meisten Psychopharmaka setzen auch viele Neuroenhancer vor allem an der chemischen Signalübertragung zwischen den Nervenzellen an. Hierbei gibt es zahlreiche Möglichkeiten diese Neurotransmission zu modulieren:⁴

1. Neurotransmittersynthese: Man kann bereits die Synthese eines Botenstoffs fördern, so dass mehr Neurotransmitter gebildet und ausgeschüttet werden kann. So hat man z.B. in der Vergangenheit versucht, den angenommenen Mangel an Serotonin in der Depression durch die Gabe der Aminosäure und Serotoninvorstufe Tryptophan zu beheben.

2. Ausschüttung und Wiederaufnahme von Neurotransmittern: Auch die Ausschüttung oder Rückaufnahme von Neurotransmittern lässt sich beeinflussen. So hemmen viele Stimulanzien wie Amphetamin, Methylphenidat und Kokain die Wiederaufnahme von Dopamin und Noradrenalin aus dem synaptischen Spalt, wodurch deren Konzentration und damit auch die Stimulation der entsprechenden Rezeptoren zunehmen (siehe Abbildung 1). Die Folge ist eine verstärkte Reizweiterleitung an den folgenden Nervenzellen. Bestimmte Antidepressiva, die selektiven Serotoninwiederaufnahmehemmer (engl. Abkürzung SSRI), machen sich denselben Mechanismus in Bezug auf das Serotonin zunutze.

3. Stimulation oder Blockierung der Rezeptoren: Viele Substanzen setzen direkt an den Rezeptoren an. Hier unterscheidet man Stoffe, welche die Rezeptoren und damit die Nervenzellen direkt stimulieren (Agonisten), Substanzen die Rezeptoren blockieren (Antagonisten) und Stoffe, die je nach Konzentration beides können (Partialagonisten und inverse Agonisten). Nikotin ist beispielsweise ein Agonist an den verschiedenen Azetylcholin-Rezeptoren, während Koffein als Antagonist an Adenosin-A-Rezeptoren wirkt.

4. Enzymblockade: Eine weitere Möglichkeit die Neurotransmitterkonzentration zwischen Synapse und gegenüberliegender Nervenzelle zu erhöhen und damit die Reizweiterleitung zu befördern, liegt darin, den Abbau der Neurotransmitter in diesem synaptischen Spalt zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen. Hierzu werden die, für viele Botenstoffe vorhandenen, spezifischen Enzyme gehemmt. Bekannte Beispiele sind die als Antidementiva eingesetzten Azetylcholinesterase-Inhibitoren, welche die Verstoffwechslung des Azetylcholins hemmen und so die Konzentration dieses Botenstoffs erhöhen. Aber auch die sogenannten Monoaminoxidase-Hemmer (MAO-Hemmer), welche gegen Depressionen eingesetzt werden funktionieren auf diesem Wege, und erhöhen damit die Serotoninkonzentration. Das Anti-Parkinsonmittel Tolcapon hat dieselbe Wirkung im Dopamin-System und hemmt die Catechol-O-Methyltransferase (COMT), welche Dopamin im synaptischen Spalt abbaut.

5. Verbesserung der Energieversorgung: Die Energieversorgung von Nervenzellen ist ein weiterer Ansatzpunkt, um die Neurotransmission zu beeinflussen. So sollen Gingko biloba-Extrakte z.B. den Untergang der Energielieferanten der Zellen, der Mitochondrien, verhindern und selbst nach deren Schädigung in der Lage sein, mitochondriale Funktionen wiederherzustellen und damit die Energieversorgung der Zelle aufrechtzuerhalten. Eine positive Wirkung des Gingko-Extraktes z.B. bei dementiellen Syndromen ist aber umstritten.

6. Stimulation der Second-Messenger Systeme: Der neueste Ansatzpunkt für Neuroenhancer sind die sogenannten Second-Messenger Systeme in der Nervenzelle. Wird ein Rezeptor stimuliert, führt dies nicht nur zur Entstehung eines neuen elektrischen Impulses, sondern auch zu einer Veränderung bestimmter Signalmoleküle innerhalb der Nervenzelle. Diese Signalmoleküle können dann dazu beitragen, dass z.B. mehr oder weniger neue Rezeptoren in der Zellmembran entstehen, oder sogar beeinflussen, ob neue Synapsen oder Verästelungen an den Nervenzellen wachsen. Somit lässt sich nicht nur die chemische Signalübertragung, sondern sogar direkt das Wachstum von Nervenzellen bzw. Nervenzellteilen beeinflussen. Ein Beispiel hierfür sind die CREB-Aktivatoren wie Rolipram, welche über

eine Anregung des sogenannten Transkriptionsfaktors CREB (*engl. cAMP Response Element-Binding Protein*) bestimmte Gene in der Zelle aktivieren können, welche dann z.B. die Bildung neuer Synapsen veranlassen. Über diesen Weg lassen sich zumindest im Tiermodell Erinnerungen schneller und langfristiger abspeichern.

Stimulanzien und Kognition

Wachheit und Motivation

In der *Neuroenhancement-Debatte* werden zwei Substanzen immer wieder als die prototypischen *Cognitive Enhancer* hervorgehoben: Methylphenidat (Ritalin©, Concerta©), welches primär zur Behandlung von Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörungen ADHS eingesetzt wird, und Modafinil (Modasomil©, Vigil©), das bei Narkolepsie und dem Schichtarbeiter-Syndrom indiziert ist. Zusammen mit den in den USA zur ADHS-Behandlung verbreitet eingesetzten Amphetamin-Präparaten (Adderall©, Vyvanse©) und der illegalen Droge Kokain lassen sich alle diese Stoffe aufgrund ihres Wirkprofils in die Gruppe der Stimulanzien einordnen. Diese Substanzen erhöhen allesamt die Konzentration der Neurotransmitter Dopamin und Noradrenalin in den Zwischenräumen der Nervenzellen und bewirken damit hauptsächlich eine Steigerung der Wachheit (Vigilanz), der inneren Erregung (*engl. Arousal*) und der Motivation. Soweit wir jedoch heute wissen, üben diese Substanzen keinen spezifischen Effekt auf einzelne kognitive Fähigkeiten wie etwa Gedächtnis- oder höhere Planungsfunktionen aus. Eine Beteiligung des Neurotransmitters Dopamin am Arbeitsgedächtnis⁵ wird jedoch seit langem diskutiert.⁶ Die kognitiven Verbesserungen, die man mit Stimulanzien erreichen kann, lassen sich daher wahrscheinlich eher einer gesteigerten Vigilanz oder einer erhöhten Motivation zuschreiben. Somit sind Stimulanzien eher *Cognitive Enhancer* zweiter Ordnung, und aus Gründen der Klarheit müsste man sie eigentlich besser als *Vigilance-* oder *Motivation-Enhancer* bezeichnen.

Die inverse U-Funktion

Interessanterweise konnte gezeigt werden, dass eine Verbesserung der kognitiven Leistung nur bei den Personen zu beobachten ist, welche eine niedrige intellektuelle Basisleistung aufweisen. Bei Personen mit einer hohen intellektuellen Leistungsfähigkeit führen diese Stoffe hingegen oftmals zu verschlechterten kognitiven Testleistungen.⁷ Dies deutet auf ein universelles Prinzip hin, welches verschiedenen Hirnfunktionen und Neurotransmittersystemen gemein ist: die inverse U-Funktion. Nach diesem Prinzip ist eine Verbesserung nur möglich, solange wir noch nicht den optimalen Grad an Wachheit, Erregung oder einer Neurotransmitterkonzentration erreicht oder überschritten haben.⁸ Ein bereits wacher Geist oder ein schon motiviertes Gehirn lässt sich daher kaum mehr durch eine weitere Steigerung der Wachheit oder der Motivation verbessern, im Gegenteil, eine zusätzliche Stimulation führt dann eher zu einer erhöhten Ablenkbarkeit und zu Konzentrationsschwierigkeiten. Da das gesunde und ausgeschlafene Gehirn normalerweise bereits das Optimum seiner Leistungsfähigkeit besitzt und die Selbstregulation (Homöostase) dieses Organs sehr sensibel ist, erscheint eine generelle Verbesserbarkeit des Intellektes für jeden und alle mehr als begrenzt zu sein. Vor diesem Hintergrund überrascht es kaum, dass Stimulanzien – und hier insbesondere Modafinil – vor allem dem durch Müdigkeit verursachten kognitiven Abbau entgegenwirken. Hier konnte gezeigt werden, dass Koffein – ein altbekannter und effektiver *Vigilance-Enhancer* mit tolerablem Nebenwirkungsprofil – ähnlich effektiv wie Modafinil war, um die durch Schlafentzug erzeugten kognitiven Beeinträchtigungen auszugleichen.⁹ Kognitive Verbesserungen bei wohlausgeruhten Probanden liessen sich durch Stimulanzien hingegen selten oder gar nicht nachweisen.¹⁰ Dass einige Personen dennoch das Gefühl haben, besonders Modafinil würde ihre geistige Leistungsfähigkeit auch im ausgeruhten Zustand steigern, könnte damit zusammenhängen, dass die eigene Leistungsfähigkeit unter Modafinil systematisch überschätzt wird.¹¹ Ein Effekt, den wir auch vom Kokain her kennen und der z.B. durch Koffein nicht erzeugt wird.¹²

Arbeitsgedächtnis versus Langzeitgedächtnis

Mehrere Studien konnten zeigen, dass schon innerhalb einer Person eine verbesserte Leistung in einem kognitiven Funktionsbereich mit einer Verschlechterung in anderen Bereichen einhergehen kann. So werden wir, wenn wir z.B. das Arbeitsgedächtnis verbessern, dafür eine gleichzeitige Beeinträchtigung des Langzeitgedächtnisses in Kauf nehmen müssen – verbessern wir hingegen das Langzeitgedächtnis, werden wir voraussichtlich ein schlechteres Arbeitsgedächtnis bekommen. Eine gleichzeitige Verbesserung beider Domänen wird indessen wahrscheinlich kaum möglich sein.¹³ Dasselbe gilt ebenso für die fokussierte vs. die flexible Aufmerksamkeit und wahrscheinlich viele weitere kognitive Funktionen. Diese Phänomene werden zusätzlich dadurch verkompliziert, dass die Substanzeffekte stark zwischen einzelnen Individuen variieren können – eine Substanz kann in Individuum A Domäne X verbessern und Domäne Y beeinträchtigen, aber in Individuum B Domäne X verschlechtern und Domäne Y in der Leistung erhöhen, wie es z.B. bereits für Methylphenidat gezeigt wurde.¹⁴

Aufgrund der unvorstellbaren Komplexität unseres Gehirns erscheint es wenig wahrscheinlich, dass wir den Zielkonflikt (*trade-off*) zwischen Verbesserung und Beeinträchtigung durch pharmakologische Einflüsse überwinden können.

Stimulanzien und Nebenwirkungen

Neben den unerwünschten Effekten auf bestimmte Bereiche der Kognition zeigen die derzeit verfügbaren Substanzen eine ganze Reihe von weiteren psychiatrischen und somatischen Nebenwirkungen, die sie für die Anwendung bei gesunden Personen – nur zum Zwecke der Vigilanz- oder Motivationsverbesserung – als ungeeignet erscheinen lassen. So bergen beispielsweise alle Stimulanzien das Risiko einer Substanzabhängigkeit, welche durch deren spezifischen Wirkmechanismus am dopaminergen System und damit am Belohnungszentrum erklärt werden kann.¹⁵ Neuere Untersuchungen haben indes bestätigt, dass selbst Modafinil das Dopaminsystem im Belohnungszentrum stimuliert, ein Umstand der in früheren Studien zunächst angezweifelt wurde.^{16,17}

Zudem erzeugen Methylphenidat, Modafinil und Amphetamin sehr häufig (>10% der Fälle) Nervosität, Schlafstörungen, Appetitlosigkeit und Kopfschmerzen. Hinzu kommt das, wenn auch seltene bis sehr seltene, Risiko für eine Reihe von schwerwiegenden Ereignissen. So können Methylphenidat und Amphetamin z.B. Psychosen, Wahnvorstellungen, Halluzinationen und depressive Verstimmungen bis hin zum Suizid hervorrufen. Modafinil kann ebenfalls Psychosen, Manien, Wahnvorstellungen, Halluzinationen und Suizidgedanken, schwere Hautreaktionen, inklusive Erythema multiforme und Stevens-Johnson-Syndrom, toxische epidermale Nekrolyse und ein Hypersensitivitätssyndrom zur Folge haben. Allen Substanzen ist zudem gemein, dass sie ein falsches Gefühl des Wohlbefindens erzeugen können.¹⁸ Zur Behandlung von Krankheitszuständen erscheinen diese Nebenwirkungen tolerabel, während sie bei Gesunden nicht akzeptiert werden sollten.

Man kann daher auf das alte pharmakologische Prinzip vertrauen, dass es keine Wirkung ohne Nebenwirkung gibt, was insbesondere für zentral wirkende Pharmaka gilt. Unser Gehirn ist so komplex und unsere Neurotransmittersysteme sind so ineinander verwoben, dass eine kleine Manipulation in einem System nahezu unvorhersehbare Effekte in anderen Teilsystemen und damit auch im Verhalten erzeugt.

Alternative Ansätze des Cognitive Enhancements

Antidementiva

Grosse Hoffnungen setzte man zunächst auf die als Antidementiva eingesetzten Acetylcholinesterasehemmer wie z.B. Donepezil, Rivastigmin und Galantamin. Diese zeigten jedoch selbst bei chronischer Einnahme nur sehr schwache positive Effekte auf das Langzeitgedächtnis bei jungen gesunden Personen,¹⁹ während eine Studie auch über Verschlechterungen der Aufmerksamkeit, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und des Arbeitsgedächtnisses berichtete.²⁰ Eine häufig zitierte Studie an Piloten, deren Leistungen im Flugsimulator durch die chronische Einnahme von Donepezil verbessert worden sein soll,²¹ wurde unterdessen stark für ihr Design kritisiert, welches es schwierig macht, akute und chronische Effekte der Behandlung zu unterscheiden.²² Da Nikotin ebenfalls als subtiler *Cognitive Enhancer*

zumindest bei psychiatrischen Störungen wie der Schizophrenie diskutiert wird, werden derzeit diverse Substanzen, die an nikotinergen Acetylcholinrezeptoren ansetzen, zur Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit schizophrener Patienten getestet.²³ Neuere Untersuchungen zeigen hier interessante Effekte.²⁴ Ob diese Substanzen auch bei Gesunden z.B. die Aufmerksamkeitsleistung verbessern können, werden zukünftige Studien zeigen müssen.

Ampakine

Ein weiterer pharmakologischer Ansatzpunkt ist das Glutamat-Neurotransmittersystem. Hier versprach man sich vor allem von den sogenannten Ampakinen (z.B. CX516 [Ampalex®] oder Farampator), welche mit dem glutamatergen AMPA-Rezeptor interagieren, eine positive Beeinflussung der Gedächtnisleistung. Tatsächlich zeigten Ampakine bei Gesunden moderate positive Effekte auf das Kurzzeitgedächtnis, während sich allerdings das Langzeitgedächtnis verschlechterte.²⁵ Auch NMDA-Rezeptoragonisten wie d-Cycloserin und Glycin zeigten bei Ratten und Rhesusaffen zunächst recht starke positive Gedächtniseffekte,²⁶ welche aber bei gesunden Menschen nicht repliziert werden konnten.²⁷ Eine jüngste Studie demonstrierte, dass es insbesondere zu einer besseren Konsolidierung des Angstgedächtnisses unter solchen Substanzen kommen könnte.²⁸ Dies wäre wohl allerdings ein eher unerwünschter Effekt, da wir gerade unangenehme und angstausslösende Ereignisse meistens lieber weniger gut behalten möchten.

Second-Messenger

Eine der neuesten Wirkmechanismen, auf die man sich bei der Entwicklung von *Cognitive Enhancern* konzentriert, sind sogenannte Second-Messenger- oder CREB-Aktivatoren wie MEM1414 oder Rolipram. Diese Substanzen verändern das Ablesen bestimmter Gene und die Produktion spezifischer Zellproteine und können so die Ausbildung z.B. neuer Synapsen beeinflussen. Diese vermehrte Bildung von Synapsen kann nun mit dazu beitragen, dass Erinnerungen schneller und nachhaltiger gespeichert werden. Man fand auch zunächst beeindruckend starke Effekte auf die Bildung des Lang-

zeitgedächtnisses bei Fruchtfliegen, Nacktschnecken und Nagern.²⁹ Beim Menschen ist die Anwendung jedoch fragwürdig, da hier auch starke negative Effekte zu erwarten sind (z.B. durch Verunmöglichung von Verdrängung etc.).³⁰

Zwischenfazit

Wie wir gesehen haben, verfügen wir derzeit über keine effektiven *Cognitive Enhancer*, die dieser Bezeichnung gerecht werden. Auch wenn es derzeit viele verschiedene Ansätze gibt, spezifisch wirkende Substanzen z.B. zur Verbesserung der Gedächtnisleistung zu entwickeln, so konnte bislang für keine dieser Substanzen ein nachhaltiger und nutzbarer Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit gesunder Personen überzeugend nachgewiesen werden.³¹ Tatsächlich sind wir momentan nicht einmal in der Lage, schwere kognitive Funktionsstörungen, wie sie bei vielen psychiatrischen und neurologischen Erkrankungen auftreten, auszugleichen.³² Aus oben genannten Gründen erscheint es daher insgesamt fragwürdig, dass wir in naher Zukunft Substanzen zur Verfügung haben werden, welche die kognitive Leistungsfähigkeit gesunder Menschen merklich und vorteilhaft beeinflussen können, ohne dabei schwerwiegende Nebenwirkungen hervorzurufen.

Versuch einer Epidemiologie³³

Es wird in den Medien immer wieder von einem epidemischen Missbrauch von *Cognitive Enhancern* wie Methylphenidat und Modafinil gesprochen. Tatsächlich hat sich zwar der Methylphenidatverbrauch in der Schweiz seit 1996 annähernd verzehnfacht,³⁴ doch lässt sich damit noch keine Aussage über das Ausmass und die Art des illegalen Missbrauchs dieses Medikamentes treffen. In Deutschland zeigten sich ein paar Jahre zuvor ähnliche Steigerungsraten im Methylphenidatverbrauch, welche sich aber vor allem durch ein geändertes Diagnose- und Verschreibungsverhalten der Ärzte erklären liessen.³⁵ Da die Verschreibung von Methylphenidat sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland unter das jeweilige Betäubungsmittelrecht fällt, ist es nur schwer vorstellbar, dass die Mehrzahl der Ärzteschaft diese Präparate *off-label* verschreiben soll.

Die Untersuchung einer grossen deutschen Krankenkasse hat jüngst ergeben, dass weniger als 1% der Angestellten berichten, sie hätten mindestens einmal im Leben Stimulanzien gegen Müdigkeit (0,93%) oder zur besseren Konzentration (0,63%) während der Arbeit eingenommen.³⁶ In der Presse wurden diese Zahlen jedoch übertrieben. Hier wurde behauptet jeder Fünfte würde solche Substanzen zur kognitiven Leistungssteigerung konsumieren. Tatsächlich gaben 18,5% der 3'000 Befragten zwischen 20 und 50 Jahren an, sie würden eine Person *kennen*, die schon einmal Medikamente zur geistigen Leistungssteigerung und ohne medizinische Indikation eingenommen hat. Wesentlich häufiger als leistungssteigernde Mittel wurden hingegen Substanzen gegen depressive Verstimmungen oder zur Beruhigung eingenommen.³⁷ Eine aktuelle Befragung von 1035 Schülern und 512 Studenten aus den Jahren 2009 und 2010 zeigte ein ähnliches Bild. Hier lag die Lebenszeitprävalenz für die Nutzung von Neuroenhancern, die als Medikamente zugelassene sind, bei gerade mal 1,3%, die Ein-Jahres-Prävalenz bei 0,3% und die Ein-Monatsprävalenz bei unter 0,1% (siehe Tabelle 1)³⁸. Diese Zahlen stützen keine epidemische Verbreitung von *Cognitive Enhancern* zumindest in Deutschland.

Ausschließliche Nutzung als Cognitive Enhancer	Schüler (n=1035)	Studenten (n=512)	Gesamt (n=1547)
Als Medikamente zugelassene Stimulanzien*			
Lebenszeitprävalenz	1.55%	0.78%	1.29%
Ein-Jahres-Prävalenz	0.29%	0.20%	0.26%
Ein-Monats-Prävalenz	0.10%	0.00%	0.06%
Illegale Stimulanzien**			
Lebenszeitprävalenz	2.42%	2.93%	2.60%
Ein-Jahres-Prävalenz	0.97%	0.98%	0.97%
Ein-Monats-Prävalenz	0.29%	0.20%	0.26%

Tabelle 1: Befragung von 1.035 Schülern und 512 Studenten der Medizin, Pharmazie und Wirtschaftswissenschaften in 2009/10 (Franke et al., 2011). *Methylphenidat, Modafinil, Amphetamin (Adderall®), **Kokain, MDMA, Amphetamin (Speed)

Auch der Missbrauch von Stimulanzien als *Cognitive Enhancer* wurde in den Medien wie auch in der ethischen Debatte häufig übertrieben dargestellt. Nach einer häufig zitierten Studie sollen 13% der High School Studenten und bis zu 20% der College Studenten gelegentlich Methylphenidat eingenommen haben.³⁹ Eine etwas neuere Metaanalyse kommt jedoch zu dem Schluß, dass die Ein-Jahres-Prävalenz für die Einnahme eines Stimulans zur Leistungssteigerung bei 4% und die Lebenszeitprävalenz bei 7% liegt.⁴⁰ Der Missbrauch war am ausgeprägtesten bei weißen, männlichen College-Studenten, die schlechte Noten aufwiesen und in größeren urbanen Gegenden beheimatet waren.⁴¹ Jugendliche, die Stimulanzien zur Leistungssteigerung einnahmen, konsumierten auch vermehrt andere Drogen, wie Alkohol, Ecstasy (MDMA), and Kokain.⁴² Interessanterweise gaben mehr als 40% der Studenten an, dass sie Methylphenidat und Amphetamin nicht nur zur Leistungssteigerung einnahmen, sondern dass sie es ebenfalls zur Stimmungsaufhellung, zum «*high*»-werden oder zum Feiern einnahmen.⁴³ Der Konsum verschreibungspflichtiger Stimulanzien war im Alter zwischen 19 und 24 Jahren am höchsten und nahm mit steigendem Alter stark ab.⁴⁴ Schlußendlich scheint die Lebenszeitprävalenz des Methylphenidat-Konsums bei US-College-Studenten insgesamt eher zu sinken. Hier fiel die Zahl von 5,7% im Jahre 2002 auf 3,9% im Jahre 2006.⁴⁵

Dass der missbräuchliche Konsum von Stimulanzien kein neues Phänomen ist, zeigt die Untersuchung von Rasmussen (2008).⁴⁶ Zwischen den 1940er und den 1960er Jahren wurden die damals noch freiverkäuflichen Amphetamine in Ländern wie den USA, Grossbritannien und Schweden von Millionen von Menschen konsumiert. Im Jahre 1969, kurz bevor die Abgabe von Amphetaminen behördlich kontrolliert und diese Substanzen als Betäubungsmittel eingestuft wurden, war die geschätzte Prävalenz für einen Stimulanzienmissbrauch in den USA vergleichbar ausgeprägt wie im Jahr 2002.⁴⁷ Obwohl in den 50er und 60er Jahren Amphetamine zumeist als milde Antidepressiva vertrieben wurden, bewarb man diese Substanzen bereits auch mit dem Argument, sie würden z.B. die «*mental alertness*» (geistige Wachheit) verbessern.⁴⁸ Dies zeugt davon, dass der Stimulanzienmissbrauch, auch im Sinne eines *Cognitive Enhancements*, keinesfalls ein neues Phänomen ist.

Ein weiteres Ergebnis vieler Untersuchungen ist das unterschiedliche Interesse an einer pharmakologischen Verbesserung der intellektuellen Leistungsfähigkeit. So scheinen beispielsweise Frauen eher Antidepressiva oder beruhigende Substanzen zu bevorzugen, um ihre allgemeine Leistungsfähigkeit zu erhalten, während es überwiegend Männer sind, welche zu leistungssteigernden Stimulanzien greifen, um die Arbeitsleistung zu erhöhen.⁴⁹ Neben einfachen Geschlechtsunterschieden dürfte auch die Persönlichkeit eines Individuums einen starken Einfluss auf sein Bedürfnis ausüben, sich selbst oder seine kognitive Leistung zu verbessern. Man würde vermuten, dass insbesondere narzisstische und leistungsorientierte Personen besonders anfällig für die indikationsferne Einnahme von *Cognitive Enhancern* sein sollten. Unglücklicherweise existiert meines Wissens bislang keine einzige Studie darüber, welche Persönlichkeitseigenschaften die Einnahme von vermeintlich intellektuell leistungsfördernden Substanzen bedingen. Festzuhalten bleibt jedenfalls, dass eher eine Minderheit der Bevölkerung anfällig dafür sein dürfte, *Cognitive Enhancer* auszuprobieren oder chronisch zu verwenden. Zudem wird es immer Personen geben, die vermehrt körperliche oder psychische Nebenwirkungen erleben oder eine Verschlechterung ihrer kognitiven Leistung unter diesen Substanzen erfahren, so dass sie von weiteren Einnahmen absehen werden. Eine epidemische Verbreitung solcher Substanzen erscheint daher eher unwahrscheinlich.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Derzeit verfügbare *Cognitive Enhancer* erhöhen die kognitive Leistungsfähigkeit nur ungenügend. Einige Stimulanzien verbessern die Vigilanz, die Motivation und das Arbeitsgedächtnis, besitzen aber auch eine Reihe von unangenehmen Nebenwirkungen. Bislang sind jedoch keine wirksamen Substanzen z.B. zur Verbesserung des Langzeitgedächtnisses beim Menschen verfügbar. Auch ist die Gesamtwirkung auf die intellektuelle Leistungsfähigkeit der heute verwendeten Substanzen eher klein. Auch neu entwickelte wirksame Substanzen werden stets mit Nebenwirkungen behaftet sein, welche die Anwendung bei Gesunden immer fraglich erscheinen lassen werden. Hinzu kommt, dass die körperlichen und psychischen

Langzeitnebenwirkungen der bislang zugelassenen Substanzen bei gesunden Personen nach wie vor wenig erforscht sind. Hier besteht ein dringender Forschungsbedarf, der sicher hohe ethische Hürden zu nehmen hat.

Des Weiteren scheint das gesunde menschliche Gehirn bereits weitgehend optimal austariert zu sein, wofür es wahrscheinlich evolutionsbiologische Gründe gibt. Pharmakologische Manipulationen an der empfindlichen Homöostase dieses Organs gehen meistens eher mit einer verschlechterten Leistungsfähigkeit einher. Zumindest muss für die Verbesserung einzelner kognitiver Funktionen oft eine Verschlechterung anderer kognitiver Domänen in Kauf genommen werden. Verschiedenen neuronalen Prinzipien zufolge (z.B. der inversen U-Funktion) lässt sich das gesunde Gehirn daher kaum in seiner Gesamtleistung verbessern.

Die Behauptung, der Gebrauch von *Cognitive Enhancern* sei bereits jetzt weit verbreitet, lässt sich momentan ebenfalls nicht empirisch bestätigen, da bislang offenbar nur wenige Personen regelmäßig diese Substanzen einnehmen, um ausschließlich ihre kognitive Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Die als *Cognitive Enhancer* geltenden Stimulanzien werden hingegen häufig zusätzlich oder allein auch als Rauschmittel missbraucht. Zudem ist die Präferenz solcher Präparate geschlechts- und wahrscheinlich auch stark persönlichkeitspezifisch.

Cognitive Enhancement ist auch kein neues Phänomen. Der indikationsferne Gebrauch von Stimulanzien war bereits in den 40er bis 60er Jahren in den USA und in Teilen Europas weit verbreitet, auch ohne dass dies weitreichende Konsequenzen für die jeweiligen Gesellschaften gehabt hätte, wie es aktuell von einigen Bioethikern und Journalisten befürchtet wird. Aus diesen Gründen scheint auch den heftigen ethischen Debatten um das *Cognitive Enhancement* etwas Vorschnelles anzuhaften. Auch wenn man hier der Ansicht ist, dass die Ethik endlich einmal schneller sein könnte als die Technologie, die sie bewerten soll, so bleibt doch zu fragen, ob diese Technologie in absehbarer Zeit in der angenommenen Weise verfügbar sein wird.

Wir sollten unsere Anstrengungen daher eher darauf richten, Substanzen zu entwickeln, die die kognitive Leistungsfähigkeit bei denen verbessern, die im Rahmen psychischer und neurologischer Erkrankungen unter ent-

sprechenden Beeinträchtigungen leiden, anstatt etwas verbessern zu wollen, was nur schwer zu verbessern sein wird: das gesunde Gehirn. *Cognitive Enhancement* ist daher möglich und wünschenswert – jedoch nur bei entsprechend beeinträchtigten Krankheitsgruppen.

Nachbemerkung: Ich danke Katrin Preller und Lea Hulka für die kritischen Anmerkungen und hilfreichen Verbesserungsvorschläge zum Text. Der Autor wurde im Rahmen einer Förderprofessur vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt (Förderung PP00P1-123516/1). Der vorliegende Text wurde bereits in ähnlicher Form als wissenschaftlicher Übersichtsartikel publiziert: Quednow, B.B. (2010): Neurophysiologie des Neuroenhancements: Möglichkeiten und Grenzen. Sucht-Magazin 2: 19-26.

Fußnotenverzeichnis:

- 1 Der Autor verzichtet aus Gründen der besseren Lesbarkeit explizit auf das Suffix «-Innen». Die Verwendung männlicher Formen schließt aber selbstverständlich Frauen grundsätzlich mit ein.
- 2 Zur Übersicht siehe Stahl 2008.
- 3 Vgl. ebd.
- 4 Vgl. ebd.
- 5 Das Arbeitsgedächtnis, je nach Modellvorstellung auch Kurzzeitgedächtnis genannt, stellt eine Art Zwischenspeicher dar, in welchem Informationen vorübergehend gespeichert und bearbeitet werden können. Es ist von der Funktionsweise mit dem Arbeitsspeicher (RAM) in einem Computer vergleichbar.
- 6 Vgl. de Jongh et al. 2008.
- 7 Vgl. Mattay et al. 2000; Mattay et al. 2003 ; Mehta et al. 2000 ; Muller et al. 2004; Randall et al. 2005.
- 8 Vgl. Arnsten/Li 2005; Kahneman 1973; Mattay et al. 2003.
- 9 Vgl. Killgore et al. 2008; Wesensten et al. 2002.
- 10 Zur Übersicht siehe Kumar 2008.
- 11 Vgl. Baranski und Pigeau 1997.
- 12 Vgl. ebd.
- 13 Vgl. de Jongh et al. 2008.
- 14 Vgl. Clatworthy et al. 2009.
- 15 Vgl. Berridge 2007; Kollins et al. 2001.
- 16 Vgl. Volkow et al. 2009.
- 17 Ob Modafinil Abhängigkeiten erzeugen kann, ist derzeit umstritten, da in der Literatur noch keine Fälle beschrieben wurden. Allerdings hat es auch Jahrzehnte gedauert, bis man z.B. die Cannabisabhängigkeit akzeptiert hatte, so dass ein voreiliger Schluss, Modafinil würde nicht abhängig machen, vermieden werden sollte.

- 18 Vgl. www.kompodium.ch; www.drugs.com; www.rxlist.com
- 19 Vgl. Gron et al. 2005.
- 20 Vgl. Beglinger et al. 2005.
- 21 Vgl. Yesavage et al. 2002.
- 22 Vgl. de Jongh et al. 2008.
- 23 Vgl. Kumari/Postma 2005; Freedman et al. 2008.
- 24 Vgl. Freedman et al 2008.
- 25 Vgl. Lynch et al. 1997 ; Ingvar et al. 1997; Wezenberg et al. 2007.
- 26 Vgl. de Jongh et al. 2008.
- 27 Vgl. Otto et al. 2009.
- 28 Vgl. Kalisch et al. 2009.
- 29 Vgl. Josselyn/Nguyen 2005.
- 30 Vgl. Carlezon et al. 2005.
- 31 Vgl. de Jongh et al. 2008 ; Lanni et al. 2008.
- 32 Eine Ausnahme bildet vielleicht Methylphenidat bei der Behandlung von ADHS (Zur Übersicht siehe Pietrzak et al. 2006). Vgl. dazu Artikel von Fatke und Förstl in dieser Ausgabe.
- 33 Über die Verbreitung des Missbrauchs von Neuroenhancern an Schulen und Hochschulen wird an anderer Stelle dieser Ausgabe eingegangen (vgl. Hildt).
- 34 Vgl. www.swissmedic.ch
- 35 Vgl. Schubert et al. 2001; vgl. auch Krämer in dieser Ausgabe.
- 36 Vgl. DAK 2009.
- 37 Vgl. ebd.
- 38 Vgl. Franke et al. 2011
- 39 Vgl. Kapner 2003.
- 40 Vgl. Sussman et al. 2006.
- 41 Vgl. McCabe et al. 2005.
- 42 Vgl. Sussman et al. 2006.
- 43 Vgl. ebd.; Teter et al. 2005.
- 44 Vgl. Johnston et al. 2005.
- 45 Vgl. Kapner 2008.
- 46 Vgl. Rasmussen 2008.
- 47 Vgl. ebd.
- 48 Vgl. ebd.
- 49 Vgl. z.B. DAK 2009.

Literatur:

- Arnstén, A. F./Li, B. M. (2005): Neurobiology of executive functions: catecholamine influences on prefrontal cortical functions. *Biol Psychiatry* 57: 1377-1384.
- Baranski, J. V./Pigeau, R. A. (1997): Self-monitoring cognitive performance during sleep deprivation: effects of modafinil, d-amphetamine and placebo. *J Sleep Res* 6: 84-91.
- Beglinger, L. J./Tangphao-Daniels, O./Kareken, D. A./Zhang, L./Mohs, R./Siemers, E. R. (2005): Neuropsychological test performance in healthy elderly volunteers before and after donepezil administration: a randomized, controlled study. *J Clin Psychopharmacol* 25: 159-165.
- Berridge, K. C. (2007): The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience. *Psychopharmacology (Berl)* 191: 391-431.
- Carlezon, W. A., Jr./Duman, R. S./Nestler, E. J. (2005): The many faces of CREB. *Trends Neurosci* 28: 436-445.
- Clatworthy, P. L./Lewis, S. J./Brichard, L./Hong, Y. T./Izquierdo, D./Clark, L./Cools, R./Aigbirhio, F. I./Baron, J. C./Fryer, T. D./Robbins, T. W. (2009): Dopamine release in dissociable striatal subregions predicts the different effects of oral methylphenidate on reversal learning and spatial working memory. *J Neurosci* 29: 4690-4696.
- DAK (2009): Gesundheitsreport 2009: Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten. Schwerpunktthema Doping am Arbeitsplatz. Hamburg: DAK Forschung.
- de Jongh, R./Bolt, I./Schermer, M./Olivier, B. (2008): Botox for the brain: enhancement of cognition, mood and pro-social behavior and blunting of unwanted memories. *Neurosci Biobehav Rev* 32: 760-776.
- Franke, A.G./ Bonertz, C./ Christmann, M./ Huss, M./Fellgiebel, A./Hiltdt, M./ Lieb, E.K.(2011): Non-Medical Use of Prescription Stimulants and Illicit Use of Stimulants for Cognitive Enhancement in Pupils and Students in Germany. *Pharmacopsychiatry* 44: 60-66.
- Freedman, R./Olincy, A./Buchanan, R. W./Harris, J. G./Gold, J. M./Johnson, L./Allensworth, D./Guzman-Bonilla, A./Clement, B./Ball, M. P./Kutnick, J./Pender, V./Martin, L. F./Stevens, K. E./Wagner, B. D./Zerbe, G. O./Soti, F./Kem, W. R. (2008): Initial phase 2 trial of a nicotinic agonist in schizophrenia. *Am J Psychiatry* 165: 1040-1047.
- Gron, G./Kirstein, M./Thielscher, A./Riepe, M. W./Spitzer, M. (2005): Cholinergic enhancement of episodic memory in healthy young adults. *Psychopharmacology (Berl)* 182: 170-179.
- Ingvar, M./Ambros-Ingerson, J./Davis, M./Granger, R./Kessler, M./Rogers, G. A./Schehr, R. S./Lynch, G. (1997): Enhancement by an amphetamine of memory encoding in humans. *Exp Neurol* 146: 553-559.
- Johnston, L. D./O'Malley, P. M./Bachman, J. G./Schulenberg, J. E. (2005): Monitoring the Future national survey results on drug use, 1975-2004. Volume I and II: Secondary school students and College students and adults ages 19-45. Bethesda, MD: National Institute on Drug Abuse (NIH Publication Nos. 05-5727 and 05-5728).

- Josselyn, S. A./Nguyen, P. V. (2005): CREB, synapses and memory disorders: past progress and future challenges. *Curr Drug Targets CNS Neurol Disord* 4: 481-497.
- Kahneman, D. (1973): *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kalisch, R./Holt, B./Petrovic, P./De Martino, B./Kloppel, S./Buchel, C./Dolan, R. J. (2009): The NMDA agonist D-cycloserine facilitates fear memory consolidation in humans. *Cereb Cortex* 19: 187-196.
- Kapner, D. A. (2003): *Recreational use of ritalin on college campuses*. Newton, Massachusetts: The Higher Education Center for Alcohol and Other Drug Prevention.
- Kapner, D. A. (2008): *Recreational use of ritalin on college campuses*. Newton, Massachusetts: The Higher Education Center for Alcohol and Other Drug Prevention.
- Killgore, W. D./Rupp, T. L./Grugle, N. L./Reichardt, R. M./Lipizzi, E. L./Balkin, T. J. (2008): Effects of dextroamphetamine, caffeine and modafinil on psychomotor vigilance test performance after 44 h of continuous wakefulness. *J Sleep Res* 17: 309-321.
- Kollins, S. H./MacDonald, E. K./Rush, C. R.(2001): Assessing the abuse potential of methylphenidate in nonhuman and human subjects: a review. *Pharmacol Biochem Behav* 68: 611-627.
- Kreek, M. J./LaForge, S./Butelman, E. (2002): Pharmacotherapy of addictions. *Nat Rev Drug Discov* 1(9): 710-726.
- Kumar, R. (2008): Approved and investigational uses of modafinil: an evidence-based review. *Drugs* 68: 1803-1839.
- Kumari, V./Postma, P. (2005): Nicotine use in schizophrenia: the self medication hypotheses. *Neurosci Biobehav Rev* 29: 1021-1034.
- Lanni, C./Lenzken, S. C./Pascale, A./Del Vecchio, I./Racchi, M./Pistoia, F./Govoni, S. (2008): Cognition enhancers between treating and doping the mind. *Pharmacol Res* 57: 196-213.
- Lynch, G./Granger, R./Ambros-Ingerson, J./Davis, C. M./Kessler, M./Schehr, R. (1997): Evidence that a positive modulator of AMPA-type glutamate receptors improves delayed recall in aged humans. *Exp Neurol* 145: 89-92.
- Mattay, V. S./Callicott, J. H./Bertolino, A./Heaton, I./Frank, J. A./Coppola, R./Berman, K. F./Goldberg, T. E./Weinberger, D. R. (2000): Effects of dextroamphetamine on cognitive performance and cortical activation. *Neuroimage* 12: 268-275.
- Mattay, V. S./Goldberg, T. E./Fera, F./Hariri, A. R./Tessitore, A./Egan, M. F./Kolachana, B./Callicott, J. H./Weinberger, D. R. (2003): Catechol O-methyltransferase val158-met genotype and individual variation in the brain response to amphetamine. *Proc Natl Acad Sci U S A* 100: 6186-6191.
- McCabe, S. E./ Knight, J. R./ Teter, C. J./Wechsler, H. (2005): Non-medical use of prescription stimulants among US college students: prevalence and correlates from a national survey. *Addiction* 100: 96-106.

- Mehta, M. A./Owen, A. M./Sahakian, B. J./Mavaddat, N./Pickard, J. D./Robbins, T. W. (2000): Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *J Neurosci* 20: RC65.
- Muller, U./Steffenhagen, N./Regenthal, R./Bublak, P. (2004): Effects of modafinil on working memory processes in humans. *Psychopharmacology (Berl)* 177: 161-169.
- Otto, M. W./Basden, S. L./McHugh, R. K./Kantak, K. M./Deckersbach, T./Cather, C./Goff, D. C./Hofmann, S. G./Berry, A. C./Smits, J. A. (2009): Effects of D-cycloserine administration on weekly nonemotional memory tasks in healthy participants. *Psychother Psychosom* 78: 49-54.
- Pietrzak, R. H./Mollica, C. M./Maruff, P./Snyder, P. J. (2006): Cognitive effects of immediate-release methylphenidate in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neurosci Biobehav Rev* 30: 1225-1245.
- Randall, D. C./Shneerson, J. M./File, S. E. (2005): Cognitive effects of modafinil in student volunteers may depend on IQ. *Pharmacol Biochem Behav* 82: 133-139.
- Rasmussen, N. (2008): America's first amphetamine epidemic 1929-1971: a quantitative and qualitative retrospective with implications for the present. *Am J Public Health* 98: 974-985.
- Schubert, I./Lehmkuhl, G./Spengler, A./Döpfner, M./von Ferber, L. (2001): Methylphenidat bei hyperkinetischen Störungen. *Deutsches Ärzteblatt* 98: A541-A544.
- Stahl, S.M. (2008): *Essential Psychopharmacology*. New York: Cambridge University Press.
- Sussman, S./Pentz, M. A./Spruijt-Metz, D./Miller, T. (2006): Misuse of „study drugs“: prevalence, consequences, and implications for policy. *Subst Abuse Treat Prev Policy* 1: 15.
- Teter, C. J./McCabe, S. E./Cranford, J. A./Boyd, C. J./Guthrie, S. K. (2005): Prevalence and motives for illicit use of prescription stimulants in an undergraduate student sample. *J Am Coll Health* 53: 253-262.
- Volkow, N. D./Fowler, J. S./Logan, J./Alexoff, D./Zhu, W./Telang, F./Wang, G. J./Jayne, M./Hooker, J. M./Wong, C./Hubbard, B./Carter, P./Warner, D./King, P./Shea, C./Xu, Y./Muench, L./Apelskog-Torres, K. (2009): Effects of modafinil on dopamine and dopamine transporters in the male human brain: clinical implications. *Jama* 301: 1148-1154.
- Wesensten, N. J./Belenky, G./Kautz, M. A./Thorne, D. R./Reichardt, R. M./Balkin, T. J. (2002): Maintaining alertness and performance during sleep deprivation: modafinil versus caffeine. *Psychopharmacology (Berl)* 159: 238-247.
- Wezenberg, E./Verkes, R. J./Ruigt, G. S./Hulstijn, W./Sabbe, B. G. (2007): Acute effects of the ampakine farampator on memory and information processing in healthy elderly volunteers. *Neuropsychopharmacology* 32: 1272-1283.
- Yesavage, J. A./Mumenthaler, M. S./Taylor, J. L./Friedman, L./O'Hara, R./Sheikh, J./Tinklenberg, J./Whitehouse, P. J. (2002): Donepezil and flight simulator performance: effects on retention of complex skills. *Neurology* 59: 123-125.

Jutta Kray

Gehirnjogging – Leistungssteigerung durch Training: Was ist möglich?

Die Frage, inwiefern kognitive Trainings dazu beitragen können, unsere generelle intellektuelle Leistungsfähigkeit zu steigern oder zu erhalten, gewinnt mit zunehmendem Lebensalter eine immer größere Bedeutung. In den nächsten 20 Jahren werden wir im Durchschnitt immer älter und somit wird rund $\frac{1}{4}$ unserer Bevölkerung über 65 Jahre alt sein. Angesichts dieser immer älter werdenden Gesellschaft und der Zunahme des relativen Anteils älterer Menschen ist die Frage nach der Trainierbarkeit intellektueller Leistungen auch von hoher gesellschaftlicher Relevanz. Daher ist es vermutlich nicht verwunderlich, dass in den letzten Jahren immer mehr kommerzielle Produkte häufig unter dem Label „Gehirnjogging“ in Medien wie dem Internet vermarktet werden, die nicht nur der Zielgruppe älterer Menschen beispielsweise folgendes versprechen: „Trainieren und verbessern Sie Ihr Gedächtnis und Ihre kognitive Leistungsfähigkeit. Dafür haben wir (...) zusammen mit Psychologen das Online-Gehirnjogging und -Gedächtnistraining entwickelt. Beschäftigen Sie sich mit diesen Aufgaben. Schon zehn Minuten Gehirnjogging und Gedächtnistraining täglich steigern Ihre geistige Fitness. Und wer geistig fit ist, ist im Alltag kreativer und flexibler, kann leichter Probleme lösen und besser Kontakte zu anderen Menschen aufbauen“ (<http://www.ahano.de/gehirnjogging-gedaechtnistraining>). Betrachtet man den Inhalt und Aufbau kommerzieller Gehirnjogging-Produkte und ähnlicher Trainingsangebote im Internet, so enthalten diese häufig Merk- und Denkfähigkeitsaufgaben, wie sie auch in vielen standardisierten psychologischen Tests zur Erfassung der Intelligenz enthalten sind. So erscheint es auf den ersten Blick nicht unplausibel zu sein, dass solche Produkte und Programme helfen können, die intellektuelle Leistungsfähigkeit zu erhalten oder möglicherweise sogar zu steigern. Dabei ist die Bandbreite kommerzieller Produkte – wie wir unser Gehirn auf Trap bringen können – mittlerweile erstaunlich groß. Sie umfasst Produkte, die dies durch das

Lösen von 200 Rätseln erreichen wollen, bis hin zu Gehirnjogging mit Hilfe des Mozarteffekts oder Gehirnjogging mit der Bibel. In diesem Beitrag möchte ich einen kurzen Überblick über den wissenschaftlichen Erkenntnisstand bezüglich der folgenden vier Fragen geben:

- 1) Welche kognitiven Fähigkeiten sind besonders alterssensitiv und welche nicht? Wenn es darum geht, die kognitive Leistungsfähigkeit durch ein Training bis ins hohe Alter zu erhalten, muss man wissen, welche Bereiche intellektueller Fähigkeiten deutlichen Veränderungen über das Lebensalter unterliegen und somit einer kognitiven Intervention bedürfen.
- 2) Welche Anforderungen sind an ein gutes Trainingsprogramm zu stellen bzw. was sollte ein gutes Training leisten können?
- 3) Welche Möglichkeiten und Grenzen kognitiver Leistungssteigerungen gibt es im Alter im Bereich des Gedächtnisses und der Koordination bzw. Kontrolle von Verhalten?
- 4) Was können kommerzielle Gehirnjogging-Produkte an kognitiver Leistungssteigerung leisten?

1. Entwicklung kognitiver Fähigkeiten über die Lebensspanne

Zahlreiche empirische Befunde verweisen auf eine unterschiedliche Alterssensitivität kognitiver Fähigkeiten über die Lebensspanne. Alterungsanfällig sind vor allem solche kognitiven Leistungen, die Schnelligkeit, Genauigkeit und Koordination elementarer kognitiver Prozesse erfordern. So zeigen ältere Menschen beispielsweise erhebliche Leistungseinbußen in Aufgaben zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Merkfähigkeit und dem räumlichen Vorstellungsvermögen. Relativ alterungsresistent sind, zumindest ab dem frühen Erwachsenenalter bis ca. zum 70. Lebensjahr, intellektuelle Leistungen, die die Qualität von Fertigkeiten und den Umfang von Wissensbeständen betreffen. So bleiben beispielsweise Fähigkeiten wie das Kopfrechnen und der Wortschatz bis ins hohe Alter erhalten. Solche empirischen Befunde stehen im Einklang mit theoretischen Modellen der Intelligenzentwicklung über die Lebensspanne, die zwischen biologischen und kulturellen Determinanten kognitiver Fähigkeiten unterscheiden, wie

beispielsweise die Unterscheidung zwischen der Mechanik und der Pragmatik der Kognition von Baltes und Kollegen. Demnach bleiben kulturell erworbene pragmatische Fähigkeiten bis ins hohe Alter erhalten, während biologisch determinierte mechanische Fähigkeiten mit zunehmendem Alter deutlich schlechter werden. Altersbedingte Veränderungen in mechanischen Fähigkeiten werden unter anderem mit altersbedingten Veränderungen in neuronalen Strukturen in Verbindung gebracht, beispielsweise dem dorsolateralen präfrontalen Cortex, der mit der Kontrolle von Verhalten assoziiert wird. Aufgrund der deutlichen Leistungseinbußen mit zunehmendem Lebensalter in vor allem biologisch determinierten mechanischen Fähigkeiten, stellt sich aus anwendungsbezogener Sicht die Frage, ob sich diese negativen Altersveränderungen durch geeignete kognitive Interventionen wie beispielsweise kognitives Training aufhalten lassen oder ihnen sogar entgegengewirkt werden kann, d.h. ob ein 80-Jähriger beispielsweise durch ein Gedächtnistraining wieder die Leistungen eines 60-Jährigen erreichen kann (vgl. z.B. Kray & Lindenberger, 2007).

2. Anforderungen an ein „gutes“ Training

Betrachtet aus einer Lebensspannenperspektive sind demnach kognitive Interventionen wie intensives Üben oder Trainieren vor allem im Bereich der Mechanik der Kognition erforderlich. Man unterscheidet dabei zwischen Leistungssteigerungen, die trainings- bzw. übungsinduziert hervorgerufen werden können. Von trainingsinduzierten Leistungssteigerungen spricht man, wenn Leistungsverbesserungen durch die Vermittlung einer bestimmten Strategie (z.B. einer Gedächtnisstrategie) hervorgerufen werden. Hingegen bezeichnet man Leistungssteigerungen als übungsinduziert, wenn sie durch die wiederholte Ausführung einer kognitiven Aufgabe erzielt werden. Was aber zeichnet ein gutes Training aus? Welche Anforderungen sollte ein effizientes Trainingsprogramm erfüllen? In der Trainingsforschung sind eine Reihe von Kriterien zur Bewertung eines guten Trainings definiert worden, wobei ich im Folgenden nur drei Kriterien aufgreifen möchte, da sie mir für das Thema von besonderer Bedeutung zu sein scheinen. Dazu gehören: (1) der Nachweis eines positiven Effektes

(Leistungssteigerung) in der geübten oder trainierten kognitiven Aufgabe; (2) die Generalisierbarkeit von Trainingseffekten; und (3) die Nachhaltigkeit der Trainingsintervention.

2.1 Der Nachweis eines positiven Trainingseffekts (Leistungssteigerung)

Wann sind Leistungssteigerungen durch ein kognitives Training zu erwarten? Dazu müssen die kognitiven Anforderungen der Trainingsaufgabe gegenüber dem, was Personen auch ohne Übung oder Strategievermittlung leisten können, hoch sein. Sind die Anforderungen zu gering, sind kaum nennenswerte Leistungszunahmen gegenüber dem Ausgangsniveau zu erwarten. Sind die Anforderungen zu hoch, können motivationale Faktoren dazu beitragen, dass Personen von der Trainingsmaßnahme nicht profitieren. Wie aber können auch bei einem längeren Training die Anforderungen an eine kognitive Trainingsmaßnahme konstant hoch gehalten werden, so dass das Training auch am Ende der Intervention nicht zu leicht wird? Und wie muss ein kognitives Training gestaltet sein, damit sowohl Kinder, junge und ältere Erwachsene, die sehr unterschiedliche Ausgangsleistungen in kognitiven Aufgaben mit sich bringen, von der Trainingsmaßnahme profitieren können? Eine Methode, die sich in den letzten Jahren in der Trainingsforschung bewährt hat, ist das adaptive Training. Adaptiv bedeutet, dass die Anforderungen während der Trainingsmaßnahme kontinuierlich an die Leistungen einer Person angepasst werden und die Anforderungen nur dann erhöht oder gesenkt werden, wenn die Person ein bestimmtes Leistungsniveau erreicht hat. So können auch Personen unterschiedlicher Altersgruppen die gleiche kognitive Trainingsaufgabe erhalten, ohne dass Kinder bzw. ältere Erwachsene überfordert oder junge Erwachsene unterfordert werden.

2.2 Generalisierbarkeit der Trainingseffekte

In den letzten Jahren wird von Trainingsforschern zunehmend gefordert, auch die Frage nach der Generalisierbarkeit von Trainingsgewinnen stärker zu untersuchen. Die Bestimmung der Transferbreite, d.h. inwiefern sich das kognitive Training auch positiv auf nicht trainierte kognitive Aufgaben oder

sogar im Alltag auswirkt, ist von großer Bedeutung für den Anwender und für die Bestimmung der Wirksamkeit eines Trainings. Leider wird dies, wie in dem Eingangsbeispiel, häufig von den Vertreibern solcher Gehirnjoggingtrainings als gegeben angenommen, ohne dass eine solche Annahme empirisch geprüft wird (<http://www.mpib-berlin.mpg.de/de/presse/2009/05/nutzen-von-hirnjogging-produkten-fraglich>). Manche der Trainingsforscher unterscheiden in diesem Zusammenhang zwischen einem nahen und weiten Transfer des kognitiven Trainings. Von nahem Transfer spricht man, wenn sich Leistungsverbesserungen in nicht unmittelbar geübten Aufgaben zeigen, diese aber den Aufgaben der Trainingsintervention strukturell sehr ähnlich sind und sich beispielsweise nur im Inhalt (andere Wörter oder Bilder) unterscheiden. Weiter Transfer bedeutet, dass sich auch Leistungsverbesserungen in konstruktähnlichen oder -unähnlichen Aufgaben finden lassen, oder dass das Training sich auch positiv auf die Bewältigung von Alltagsaufgaben auswirkt. Beispielsweise sprechen die Ergebnisse einer Reihe von Trainingsstudien im Bereich der Gedächtnisforschung eher für eine begrenzte Generalisierbarkeit der Trainingseffekte (siehe Abschnitt 3).

2.3 Die Nachhaltigkeit der Trainingsintervention

Wie mittel- oder langfristig halten solche Trainingseffekte an? Relevant für den Anwender oder Nutzer kognitiver Trainingsprogramme ist darüber hinaus die Frage, ob die Trainingsmaßnahme auch längerfristig zu Leistungsverbesserungen in kognitiven Aufgaben führt. Dabei ist anzunehmen, dass bei Nichtnutzung der trainierten Fähigkeit die damit verbundenen Leistungssteigerungen mit der Zeit geringer werden oder verschwinden. Dies konnte eindrucksvoll in einer kürzlich durchgeführten Studie zur neuronalen Plastizität des Gehirns von Draganski und Kollegen (2004) wissenschaftlich belegt werden. Die Teilnehmer dieser Studie bekamen die Aufgabe, innerhalb von 3 Monaten das Jonglieren zu erlernen, eine bislang für alle Versuchsteilnehmer ungeübte visuo-motorische Fähigkeit. Nach 3 Monaten intensiven Übens zeigten die Teilnehmer eine Volumenzunahme der grauen Substanz in denjenigen Arealen des Gehirns, die mit der Verarbeitung visueller Bewegungsinformation und der Koordination von

Bewegungen einhergehen. Anschließend wurden die Studienteilnehmer gebeten, das Jonglieren in den darauffolgenden 3 Monaten nicht mehr zu üben. Nach dieser Zeit fanden die Forscher in der Tat wiederum eine Volumenabnahme der grauen Substanz in den entsprechenden Gehirnarealen. Diese Befunde belegen zudem die enorme neuronale Plastizität auch auf struktureller Ebene des Gehirns in Abhängigkeit der Umweltstimulation.

3. Plastizität und deren Grenzen

Unter Plastizität versteht man ganz allgemein das Potenzial eines Organismus zur Änderung seines Verhaltens. Der Fokus liegt in den folgenden Abschnitten auf der Plastizität in unterschiedlichen Bereichen intellektueller Fähigkeiten, und zwar im Besonderen auf dem episodischen Gedächtnis, der Kontrolle kognitiver Prozesse und der fluiden Intelligenz. Bei einer Vielzahl der Studien sind das Ausmaß und die Intensität der kognitiven Intervention zu gering, um Altersunterschiede an den Leistungsobergrenzen zu bestimmen. Aus entwicklungspsychologischer Sicht ist aber vor allem die Bestimmung von Altersunterschieden an den Leistungsobergrenzen von großem theoretischem Interesse (Baltes, 1997). Bei der Untersuchung von Altersunterschieden in intellektuellen Leistungen fließen zahlreiche Faktoren, wie beispielsweise präexperimentelle, d.h. durch bereits vor der Untersuchung bestehende Unterschiede (z.B. Vertrautheit mit dem Computer) mit in die Interpretation der Befunde ein. Trainiert man Personen über einen längeren Zeitraum in einer neuen Fertigkeit oder Strategie, so lassen sich diese unerwünschten Einflüsse weitgehend vermindern. Zudem ermöglicht die Messung intellektueller Leistungen an den Leistungsobergrenzen eine bessere Abschätzung des latenten Entwicklungspotenzials der Personen im trainierten Bereich. Die Strategie des Grenztestens oder *testing-the-limits* ist für diesen Zweck besonders gut geeignet. Dabei werden Personen unterschiedlichen Alters durch intensives Üben oder Training sowie durch leistungsabhängige Veränderungen der Aufgabenschwierigkeit (*adaptive Testen*) möglichst nahe an ihre asymptotischen Leistungsmaxima herangeführt. An diesen Grenzen sind Altersunterschiede mit größerer Sicherheit auf die Mechanik der Kognition zurückführen als Altersunterschiede im

normalen Leistungsbereich (vgl. Kray & Lindenberger, 2007). Im Folgenden werde ich den zentralen Erkenntnisstand zur Plastizität von Gedächtnisleistungen und deren Grenzen im hohen Alter sowie deren Generalisierbarkeit zusammenfassen.

3.1 Gedächtnistraining im Alter: Grenzen der Plastizität und der Generalisierbarkeit

Das Ziel der meisten Trainingsstudien zur Verbesserung episodischer Gedächtnisleistungen ist die Bestimmung der möglichen Leistungssteigerungen durch die Vermittlung spezieller Gedächtnistechniken (Memo-techniken) wie der berühmte Knoten im Taschentuch. Dazu hat man Versuchsteilnehmer beispielsweise eine Liste von bis zu 16 Wörtern vorgegeben, die sie sich merken sollten. Üblicherweise können sich die Teilnehmer zu Beginn des Trainings nur wenige Wörter merken. Dann wird eine spezielle Gedächtnistechnik instruiert und unter Anleitung geübt. Bei der Methode der Orte lernen die Teilnehmer beispielsweise zunächst bestimmte Orte mental abzugehen. Beim Einprägen der zu erinnernden Wörter werden diese mit Hilfe einer ungewöhnlichen Assoziation an einen der Orte gebunden. Nach einem intensiven Training in dieser Gedächtnistechnik (Assoziationstechnik) können sich junge wie ältere Teilnehmer bedeutend mehr Wörter merken. Dieser Befund spricht zunächst für eine gewisse Plastizität von Gedächtnisleistungen, auch im hohen Alter. In einer Reihe von Studien wurde zudem als Forschungsstrategie die oben erwähnte *testing-the-limits* Methode eingesetzt. Trainiert man junge und ältere Erwachsene in der Methode der Orte, so treten sowohl das latente Potenzial der älteren Probanden als auch die deutlichen Altersunterschiede in dem Ausmaß der Gedächtnisplastizität deutlich zum Vorschein. Bei einer Untersuchung von Baltes und Kliegl (1992) erreichte am Ende des Trainings kein einziger der älteren Erwachsenen die mittlere Leistung der jungen Erwachsenen. Die Länge des Trainings, die nachlassenden Trainingsgewinne und die hohe Stabilität der Leistungsunterschiede am Ende des Trainings erlauben den Schluss, dass die beobachteten Altersunterschiede in den Obergrenzen der Leistungsfähigkeit außerordentlich stabil und vermutlich irreversibel sind.

Dies entspricht den allgemeinen Annahmen der oben dargestellten Architektur des Lebenslaufs. Darüber hinaus verweisen neuere Studien darauf, dass die Trainingsgewinne in unterschiedlichen Altersbereichen über einen längeren Zeitraum bis zu einem Jahr aufrechterhalten werden können.

Neben den Grenzen der Gedächtnisplastizität im hohen Alter zeigt sich, dass die interventionsbedingten Leistungszugewinne nur sehr eingeschränkt auf ungeübte oder nicht trainierte Gedächtnisleistungen übertragen werden können. Leistungszugewinne treten vor allem bei Gedächtnisaufgaben auf, die trainiert worden sind, sowie bei Aufgaben, die äußerlich und strukturell eine sehr hohe Ähnlichkeit zu den trainierten Aufgaben aufweisen. Hingegen zeigen Aufgaben, die sich strukturell von der trainierten Aufgabe deutlich unterscheiden, keine oder nur sehr geringe Transfereffekte, auch wenn sie derselben intellektuellen Fähigkeit zugerechnet werden können (geringe Generalisierbarkeit).

3.2 Training kognitiver Kontrolle: Plastizität und Generalisierbarkeit

In den letzten Jahren gibt es Hinweise aus der Trainingsforschung, dass vor allem das Training kognitiver Kontrolle zu einer stärkeren Generalisierbarkeit der Trainingseffekte führen kann. Kognitive Kontrollprozesse dienen der Verhaltenssteuerung und -regulation, so dass eine möglichst optimale Anpassung an aktuelle Aufgabenanforderungen und Umweltbedingungen möglich ist. Zur kognitiven Kontrolle gehören beispielsweise kognitive Prozesse, die bei der Aufrechterhaltung relevanter und der Unterdrückung irrelevanter Information, dem flexiblen Wechseln zwischen Aufgabenanforderungen, der Koordination multipler Aufgaben oder der Speicherung und Verarbeitung von Gedächtnisinhalten (Arbeitsgedächtnis) erforderlich sind.

Trainingsstudien im Bereich der kognitiven Kontrolle und des Arbeitsgedächtnisses belegen nicht nur Leistungsverbesserungen in den geübten kognitiven Aufgaben, sondern führen auch zu Leistungsverbesserungen in nicht geübten oder trainierten Leistungen. Beispielsweise verbessert sich durch ein Arbeitsgedächtnistraining auch die Denkfähigkeit und die inhibitorische Kontrolle und diese Plastizität zeigt sich in allen Altersbereichen

sowie bei Kindern mit einer Aufmerksamkeits-Hyperaktivitätsstörung, die Defizite in kognitiver Kontrolle zeigen. Auch ein Training in inhibitorischer Kontrolle führt zu Leistungssteigerungen im Gedächtnis.

Kürzlich konnten wir in einer eigenen Trainingsstudie belegen, dass ein Training im Aufgabenwechsel nicht nur zu einer besseren Aufgabenwechselfähigkeit bei Kindern, jungen und älteren Erwachsenen führt, sondern auch zu Leistungssteigerungen in ähnlichen Fähigkeitsbereichen wie dem Arbeitsgedächtnis, der inhibitorischen Kontrolle und in der Denkfähigkeit. Darüber hinaus verweisen die Ergebnisse der Trainingsstudie auf einen kompensatorischen Effekt des Trainings, da Kinder und ältere Erwachsene stärker als junge Erwachsene von dem Aufgabenwechseltraining profitierten und somit Altersunterschiede im Aufgabenwechsel nach der intensiven Übung geringer wurden (Karbach & Kray, 2009).

4. Was können kommerzielle Gehirnjogging-Trainings leisten?

Erstaunlicherweise ist die wissenschaftliche Basis zur Beantwortung der Fragestellung äußerst dünn. Die meisten Anbieter solcher Trainingsprogramme geben sich – wenn überhaupt – mit dem Nachweis von Leistungssteigerung in den geübten und trainierten Aufgaben zufrieden, ohne dass der Transferbereich des Trainings bestimmt wird. Dieses Ziel ist hingegen in einer kürzlich in *Nature Neuroscience* publizierten Trainingsstudie verfolgt worden (Owen et al., 2010). Dazu haben die Forscher in einer internetbasierten Studie 11.430 Probanden im Alter zwischen 18 und 60 Jahren einer von drei unterschiedlichen Trainingsinterventionen zugeordnet. Die jeweiligen Trainingsinterventionsgruppen übten unterschiedliche kognitive Aufgaben 6 Wochen lang, mindestens 3 x pro Woche 10 Minuten. In der ersten Gruppe bestand das Training aus dem wiederholten Üben der Lösung von Denk- und Planungsaufgaben. Die zweite Gruppe übte solche kognitiven Aufgaben, die üblicherweise in Gehirnjogging-Trainings vorkommen, wie mathematische Aufgaben, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisaufgaben und visuell-räumliche Aufgaben. Die Kontrollgruppe beantwortete Wissensfragen. Die Ergebnisse der Studie zeigten trainingsbedingte Verbesserungen in den geübten Aufgaben in beiden Trainingsgruppen, d.h. es sind

deutliche Leistungssteigerungen durch Übung in den jeweiligen kognitiven Aufgaben möglich. Wie aber sieht es mit der Generalisierbarkeit der Trainingsintervention aus? Hier zeigen die Befunde der Studie, dass keine der beiden Trainingsinterventionen positive Effekte auf nicht geübte kognitive Aufgaben zur Denkfähigkeit, dem Gedächtnis oder dem Paarassoziationslernen hatte. Demnach kann das Training mit kommerziellen Gehirnjogging-Trainings zwar bestimmte kognitiven Fähigkeiten verbessern, und zwar die, die geübt wurden, aber sie bewirken keine generellen Verbesserungen in intellektuellen Fähigkeiten oder alltagsrelevanten Problemlösungen, wie dies im Eingangsbeispiel postuliert wurde.

5. Fazit

Zusammenfassend kann man auf Basis gegenwärtiger wissenschaftlicher Studien im Bereich der Trainierbarkeit kognitiver Leistungen festhalten, dass Leistungssteigerungen in einer Vielzahl von Bereichen wie dem Gedächtnis, dem Denken und der kognitiven Kontrolle durch intensives Üben und durch Vermittlung einer Strategie in allen Altersbereichen möglich sind. Im Bereich des Gedächtnisses findet man ein begrenztes Potenzial zur Leistungssteigerung im hohen Alter, das sich im Bereich der kognitiven Kontrolle nicht zeigt. Im Gegenteil kann hier Übung als ein kompensatorisches Mittel betrachtet werden, das altersbedingte Unterschiede in diesen Fähigkeiten verringert. Die Generalisierbarkeit der Trainingseffekte ist allerdings im Bereich des Gedächtnisses und der Denkfähigkeit sowie bei der Nutzung kommerzieller Gehirnjogging-Trainings nach bisherigem Erkenntnisstand sehr begrenzt. Hingegen zeigen neuere Studien zur Trainierbarkeit kognitiver Kontrolle eine wesentlich stärkere Generalisierbarkeit der Trainingseffekte, vermutlich weil hier übergeordnete, zentrale Prozesse durch das Training angesprochen werden, die in vielen intellektuellen Aufgaben eine Rolle spielen.

Referenzen:

- Baltes, P. B. (1997). On the incomplete architecture of human ontogeny: Selection, optimization, and compensation as foundation of developmental theory. *American Psychologist*, 52, 366-380.
- Baltes, P. B. & Kliegl, R. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Psychology*, 28, 121-125.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A. (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427, 311-312.
- Kray, J. & Lindenberger, U. (2007). Fluide Intelligenz. In J. Brandtstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne. Ein Lehrbuch* (S. 194-220). Stuttgart, Germany: Kohlhammer Verlag.
- Karbach J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978-990.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., Howard, R. J. & Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465, 775-778.

Martin Hubert

Schneller, besser, effizienter?

Zur Rolle der Medien für eine kompetente gesellschaftliche Diskussion des Neuroenhancements

Haben die Medien in Bezug auf das Thema „Neuroenhancement“ versagt? In letzter Zeit mehren sich Stimmen aus dem wissenschaftlichen Lager, die genau das behaupten:¹ Die Medien hätten zu schnell und zu oberflächlich über das Thema Neuroenhancement berichtet. Statt sachliche Aufklärung zu betreiben, hätten Journalisten sowohl die Wirkung als auch die Gefahren des Neuroenhancements übertrieben, sich also dem Trend zur Sensationsmacherei unterworfen. „Neuroenhancement“ bezieht sich dabei auf diejenigen Medikamente und Techniken, die es gesunden Menschen erlauben sollen, ihre geistige Leistungsfähigkeit zu steigern und ihre psychische Befindlichkeit zu verbessern. Die Brisanz des Themas liegt auf der Hand und der Vorwurf an die Medien, sie hätten nicht „verantwortungsbewusst“ genug berichtet, wiegt schwer.

Ich versuche in diesem Beitrag aus der subjektiven Sicht eines freien Journalisten auf diese Vorwürfe einzugehen. Da sie einerseits die grundsätzlich spannungsgeladene Beziehung zwischen Medien und Wissenschaft betreffen, beschreibe ich im ersten Teil meines Beitrags, nach welchen Kriterien sich Journalisten wissenschaftlich-technischen Themen nähern. Im zweiten Teil schildere ich eigene journalistische Erfahrungen im Umgang mit dem Thema Neuroenhancement, ziehe eine Bilanz der bisherigen Berichterstattung und skizziere, womit sich eine seriöse Berichterstattung über Neuroenhancement befassen sollte. Im dritten Teil schließlich möchte ich verdeutlichen, warum das Medium „Internet“ beim Thema Neuroenhancement endlich Ernst genommen werden muss.

1 Sie wurden auch auf der Tagung laut, auf die dieser Beitrag zurückgeht.

Teil I: Schneller, besser, effizienter – und auch noch kompetent?**Warum Journalisten so arbeiten, wie sie es tun.**

Medien haben eine soziale Türhüter- und Filterfunktion in Bezug auf Information. Sie wählen Themen aus, verstärken sie und beeinflussen dadurch entscheidend, was überhaupt in den sozialen Kommunikationskreislauf gerät. Dabei haben sie zum einen die Aufgabe, Wissen zu vermitteln und aufzuklären und das möglichst frühzeitig. Die Frühwarn- und Aufklärungsfunktion der Medien gehört gerade in Bezug auf wissenschaftlich-technische Entwicklungen zu ihren wichtigsten Aufgaben. Im Idealfall sollte es ihnen gelingen, über die Brisanz einer Entwicklung zu informieren, bevor diese Brisanz zum Tragen kommt und nur noch schwer einzudämmen ist.

Die Medien haben aber gleichzeitig die Aufgabe, ein Thema in interessanter Weise zu präsentieren: sie sollen Aufmerksamkeit herstellen, verständlich, unterhaltsam und plastisch sein. Außerdem spielt der Faktor Ökonomie immer mit. Journalisten müssen ein Thema auch verkaufen. Die Quote lauert immer im Hintergrund. Das gilt zwar für die privaten Medien in gesteigertem Maße aber keinesfalls nur für sie. Auch die öffentlich-rechtlichen Medien stehen unter zunehmendem finanziellen Druck und können die Quote nicht vernachlässigen.

Jeder Redakteur muss also in seiner täglichen Praxis (mindestens) drei Dinge unter einen Hut bringen: das Ziel der Wissensvermittlung und Aufklärung, die Methoden der interessanten Vermittlung und den Quotendruck. Wie macht er das? Medienwissenschaftler verwiesen dazu oft auf ein Modell des amerikanischen Organisationssoziologen Henry Mintzberg². Nach der Auffassung Mintzbergs verfügt jeder Redakteur über ein Standardrepertoire vorgefertigter Lösungen zur Bewältigung journalistischer Aufgaben, über so genannte „frames“, die er der Situation entsprechend anwendet. Man könnte auch einfach von der klassischen „Schublade im Kopf“ sprechen. Natürlich fragt sich ein Redakteur zunächst einmal, ob ein Thema überhaupt inhaltlich interessiert ist. Aber dann schon kommen rasch die frames zum Einsatz. Sie sind weniger inhaltlich als durch die Verfahrens-

2 Hier beziehe ich mich auf: Jan Lublinski: Wissenschaftsjournalismus im Hörfunk. Redaktionsorganisation und Thematisierungsprozesse, UVK Verlagsgesellschaft Konstanz 2004, S. 61 ff.

weise definiert, wie ein Redakteur mit einem potenziellen Thema umgeht. Er fragt sich zum Beispiel: Wozu taugt das Thema? Für eine Kurzmeldung, einen Kommentar, einen Aufmacher, einen Hintergrundbericht, eine Reportage? Wie müsste es umgesetzt werden, damit es für die Rezipienten seines Mediums interessant ist? Ist es unterhaltsam, aufwühlend, kann ich eine ganze Serie daraus machen? Welche Sprache muss benutzt werden, welche Tiefe verlangt das Thema? Die Antworten auf diese Fragen sind in den frames enthalten und werden über Redaktionsleitlinien, Vorgaben der Chefredaktion und Diskussionen in Redaktionssitzungen ständig neu in den Köpfen der Redakteure verankert. Je nach Medium und Redaktion stehen diese frames dann eher für einen wissenschaftsnahen oder für einen Sensationsjournalismus, für Tiefgang oder für oberflächliche Unterhaltung, für Nachdenklichkeit oder für Emotionalisierung. Allerdings gibt es kaum eine Redaktion, die den Aspekt der unterhaltsamen und interessanten Präsentation eines Themas völlig vernachlässigen kann. Deswegen wird das „System Journalismus“ immer in Spannung zum „System Wissenschaft“ stehen, in welchem rationale Kriterien des Wissenserwerbs eindeutig im Vordergrund stehen. Abgesehen vom reinen Fachjournalismus ist eine konfliktfreie Beziehung zwischen Medien und Wissenschaft schon von daher nicht denkbar. Nicht zuletzt besitzen die Medien ja auch eine Kontrollfunktion hinsichtlich der Wissenschaft.

Welche Themen haben große Chancen, in den Medien Gehör zu finden? Es sind Themen, die für sich gesehen einen hohen Aufmerksamkeitswert besitzen, weil sie etwa moralisch brisant sind, Fehlverhalten entlarven oder einen bedeutenden Fortschritt verheißen. Je mehr Aspekte ein solches Thema aufweist, desto interessanter wird es für die Medien. Ein Thema, das politische, wirtschaftliche, ethische, individualpsychologische, wissenschaftliche und medizinische Aspekte aufweist, ist also für die Medien prädestiniert. „Neuroenhancement“ ist ein solches Thema und daher ist es nicht verwunderlich, dass es rasch breit aufgegriffen wurde. Gerade weil das Thema „Neuroenhancement“ aber so viele Aspekte und Bezugspunkte besitzt, stellt es enorme Anforderungen an die journalistische Kompetenz. Ein idealer Journalist, der das Thema bearbeitet, müsste pharmazeutisches, neurowissenschaftliches und medizinisches Wissen besitzen, er müsste

über die ökonomische Lage und Interessen der Pharmaindustrie informiert sein sowie über politische Steuerungsmechanismen, mit deren Hilfe sich der Konsum solcher Substanzen regulieren lässt. Und er müsste über Kenntnisse von ethischen Theorien und Kriterien verfügen, die ein moralisches Urteil über den Gebrauch von Neuroenhancern ermöglichen. Das grenzt an Überforderung.

Um beurteilen zu können, warum in den Medien ein Thema wie Neuroenhancement in bestimmter Weise behandelt wird, darf aber nicht nur die Redaktion und der einzelne Journalist betrachtet werden. Genauso wichtig ist natürlich der Leser, Hörer oder Zuschauer. Dieser nimmt für die Medien in Form von Rezipientenbefragungen und Quotenanalysen Gestalt an. Zu den frames, mit denen ein Redakteur arbeitet und mit denen ein Journalist konfrontiert wird, gehören daher immer die folgenden Fragen: „Interessiert das unseren Leser, Hörer, Zuschauer?“ und „Können wir ihm das so präsentieren, dass er nicht abspringt?“ Carlo Imboden, ein Schweizer Medienforscher und -berater, der Rezeptionsanalysen für Zeitungen erstellt, fasst die Leserinteressen in Bezug auf Wissenschaftsseiten folgendermaßen zusammen³:

- Wissenschaftsseiten sind eigentlich sehr beliebt, werden aber meist als unterhaltsame Abwechslung gegenüber dem Pflichtstoff der Wirtschafts- und Politikseiten verstanden;
- je näher das Thema an der direkten Erfahrungswelt des Lesers andockt, desto besser;
- wenig Interesse besteht an Wissenschaftsmethoden: die Leser steigen oft aus, wenn zu viel über Methoden oder abstrakte Zusammenhänge berichtet wird; bevorzugt wird die unterhaltsame Darstellung fertiger wissenschaftlicher Ergebnisse.

Das lässt sich medienübergreifend verallgemeinern: Je komplexer und abstrakter ein Thema ist, desto wichtiger wird die dramaturgische Präsentation. Um ein komplexes Thema umzusetzen, benötigt der Journalist also immer einen Schuss Emotionalisierung und Anschaulichkeit, um den Rezipienten bei der Stange zu halten. Das macht er bevorzugt, indem er

3 „Es wäre naiv, nur auf die Quote zu schauen!“, Gespräch mit Carlo Imboden, in: WPK Quarterly 1/2008 S. 2 ff.

an der Erfahrungswelt des Rezipienten „andockt“. In Bezug auf das Thema Neuroenhancement heißt das zum Beispiel: Er beschreibt das Leben eines Menschen, der Neuroenhancer einnimmt, um seinen Berufsalltag besser zu bewältigen, d.h. er personalisiert.

Damit komme ich zu einem ersten Fazit: das Feld, in dem über Neuroenhancement in den Medien berichtet werden kann, ist von vornherein sehr spannungs- und konfliktbeladen: Journalisten sollen ein Thema schnell und frühzeitig (Frühwarnfunktion!) darstellen, das äußerst komplex und in seinen Konsequenzen nur schwer überschaubar ist. Gerade deshalb ist aber auch eine unterhaltsame und emotionalisierende Dramaturgie angesagt – obwohl das Thema wegen seiner ethischen Brisanz eigentlich einen hohen Rationalitätsbedarf besitzt.

Wie wurde dieses Spannungsfeld bisher in den Medien bearbeitet?

Teil II: Neuroenhancement als Aufreger oder: Wie ein neues Thema seinen Platz in den Medien erobert.

Ein Erfahrungsbericht nebst Schlussfolgerungen für eine kompetente Berichterstattung.

Im Jahr 2005 erschien in der Zeitschrift „Stern“ ein Artikel mit der Überschrift „Neuroenhancement: Doping fürs Gehirn“. Der Einstieg des Artikels lautete: „Lernpillen für schwache Schüler, Aufmerksamkeitstabletten für Manager, Gedächtnispulverchen für Senioren – den Zukunftsvisionen der Pharmaforschung sind kaum Grenzen gesetzt. Die Medikamente für Gesunde sind aber umstritten.“ Diesem Artikel folgten viele weitere Zeitungs- und Zeitschriftenartikel, die nach ähnlichem Muster gestrickt waren. Sie alle suggerierten, dass es nicht nur ein großes Bedürfnis nach wirksamen Neuroenhancement-Substanzen gibt, sondern dass sie vor allem in den USA bereits von einer großen Anzahl von Menschen konsumiert würden. Dieser Trend wurde auf Europa und Deutschland übertragen und als ethisch bedenklich dargestellt. Meist stand im Zentrum dieser Artikel die Geschichte einer anonymisierten Person, die schon seit längerem Ritalin oder Modafinil nimmt, um ihre Leistung zu steuern oder ihre Erschöpfung zu mildern. Es waren solche Artikel, die einige Wissenschaftler dazu gebracht haben, den

Medien eine unverantwortliche und oberflächliche Darstellung des Phänomens Neuroenhancement vorzuwerfen⁴.

Ich habe mit diesem Trend selbst meine Erfahrungen gemacht. Ende 2007 bekam ich den Auftrag, für einen öffentlich-rechtlich Rundfunksender ein halbstündiges Radiofeature zum Thema Neuroenhancement zu machen. Ich sollte klären, wie hoch die Zahl der Konsumenten in Deutschland und Europa ist und ob sich die Zahlen aus den USA tatsächlich übertragen ließen. Und ich sollte die politischen und ethischen Konsequenzen des Neuroenhancement-Gebrauchs diskutieren. Am Ende meines Erstgesprächs mit der zuständigen Redakteurin kam dann der „Dramaturgie-Satz“: „Wir brauchen natürlich“, sagte sie, „als Rahmengeschichte für das Feature einen Fall, am besten jemanden, der schon seit längerem Neuroenhancer einnimmt.“

Um ein solche Person zu finden, nahm ich Kontakt zu diversen Selbsthilfegruppen im Bereich „Medikamentenmissbrauch“ auf. Das Resultat: Zwar hatten die Angesprochenen von dem Problem gehört, aber selbst niemanden in der Gruppe, der eigentlich gesund war und Medikamente ausschließlich zur Leistungs- und Befindlichkeitsverbesserung nahm. Ich ging daraufhin mit dem Mikrofon über den Campus der Universität Köln und befragte Studenten, wie ihre Erfahrungen mit Neuroenhancement seien. Das Resultat: Zwar hatte man von dem Problem gehört, kenne aber selbst niemanden, der Medikamente zur Leistungs- und Befindlichkeitsverbesserung nehme – man selbst schon gar nicht. Ich hatte übrigens ausdrücklich gesagt, dass meine Gesprächspartner auf Wunsch anonym bleiben könnten.

Diese Resultate waren für mich um so überraschender, als ich während dieser Recherchezeit ständig neue Zeitschriftenartikel las oder Rundfunksendungen hörte, in denen anonymisierte Personen von ihrem Neuroenhancementkonsum erzählten. Ich war daher sehr froh, als ich eines Abends zufällig ein altbewährtes öffentlich-rechtliches Nachrichtenmagazin im Fernsehen sah. Denn dort trat völlig offen ein junger Wissenschaftler eines Max-Planck-Instituts auf, der sagte: Ja, ich habe Modafinil zur Lei-

4 Vgl. dazu den Beitrag von Boris B. Quednow in diesem Band, in dem sich auch einige weitere Beispiele einer überzogenen Medienberichterstattung zum Thema Neuroenhancement finden.

stungsverbesserung genommen. Das war noch nicht alles. In dem Beitrag trat noch eine auf Ethik spezialisierte Philosophin auf, die sich sehr positiv über Neuroenhancement äußerte. Sie meinte, Neuroenhancement sei nicht von vornherein zu verdammen, wir würden ja auch heute schon Kaffee und Nikotin zu uns nehmen.

Ich war glücklich, denn hier hatte ich offenbar auf einen Schlag gleich zwei Fälle serviert bekommen: einen Max-Planck-Konsumenten und eine Befürworterin von Neuroenhancement. Aber nach der Euphorie kam die Desillusionierung. Ich rief zuerst bei der Ethikerin an und bekam folgende Antwort: Sie sei verärgert über die Sendung und würde so schnell kein Interview mehr zum Thema geben. Denn in der Sendung seien einseitig nur ihre Pro-Argumente zum Neuroenhancement dargestellt worden. Sie hätte aber durchaus auch Gegenargumente formuliert, die aber weggelassen worden seien. Daraufhin rief ich bei dem Max Planck-Wissenschaftler an und bekam folgende Antwort: Er sei verärgert über diese Sendung, denn er arbeite wissenschaftlich über das Thema Neuroenhancement und habe Modafinil nur zum Zweck genommen, seine Wirkung an sich selbst zu testen. Keineswegs nehme er die Pillen langfristig und keinesfalls zur Verbesserung seiner geistigen Leistung. Die Pillen würde das auch gar nicht leisten, sondern höchstens aufputschen und Müdigkeit übertünchen.

Ich habe das Radiofeature dann trotzdem gemacht und darin erwähnt, dass in den Medien oft in übertriebener und teils unseriöser Weise über das Thema Neuroenhancement berichtet worden sei. Weder ist die Zahl der Konsumenten so hoch, wie oft unterstellt wurde, noch wirken die Substanzen so zielpunktgenau und langfristig, wie manche Darstellungen suggerierten. Das war spätestens im Jahr 2008 bei genauer Recherche klar erkennbar⁵.

Damit komme ich zu meinem zweiten Fazit. Einerseits: Tatsächlich waren in der Anfangsphase der Berichterstattung über Neuroenhancement auch seriöse Medien nicht davor gefeit, den Sensations- und Katastrophenwert des Themas zu übertreiben. Die Frühwarnfunktion der Medien ist daher in Bezug auf Neuroenhancement zwar erfüllt worden – die sachliche Aufklärungsfunktion aber weniger. Andererseits muss man sagen, dass das The-

5 Ein realistische Einschätzung des Themas Neuroenhancement findet sich wiederum im Beitrag von Boris B. Quednow in diesem Band, S. 57 ff.

ma natürlich trotzdem hohe Relevanz besaß und besitzt. Es gibt inzwischen auch in Deutschland Umfragen, in denen eine hohe Anzahl von Menschen sagt, dass sie leistungssteigernde Pillen nehmen würden, wenn sie nebenwirkungsfrei wären⁶. Es gibt einige Belege dafür, dass konzentrationssteigernde und erschöpfungsmindernde Medikamente vom Militär eingesetzt werden. Und auch wenn die tatsächlichen Zahlen über den Neuroenhancement-Konsum relativ gering sind: sie fordern trotzdem zur öffentlichen Debatte heraus. Wer soll diesen Konsum bezahlen – wie bisher die Krankenkassen, da die Nutzer sich die Pillen gegen vorgeblich reales Leiden verschreiben lassen? Kann man „das Neuroenhancen“ überhaupt als eine normale soziale Praxis akzeptieren? Das Thema muss also weiterhin in den Medien stattfinden und die Berichterstattung darüber hat sich inzwischen auch geändert. Sie ist sachlicher und aufgeklärter geworden. Es gibt Kritik an früheren Übertreibungen, realistische Zahlen und Einschätzungen kritischer Wissenschaftler werden an die Öffentlichkeit transportiert.

Man könnte also sagen: die (anfängliche) Übertreibungsphase der Medienberichterstattung ist inzwischen durch eine Informationsphase abgelöst worden, auch wenn es natürlich weiterhin Übertreibungen gibt. Aber die Arbeitsteilung zwischen primär sachlich und primär an Sensation und Unterhaltung orientierten Medien scheint zu funktionieren, der Selbstkorrekturmechanismus innerhalb der Medien greift. Mehr kann man innerhalb einer pluralen und auf Marktkonkurrenz beruhenden Medienlandschaft kaum erwarten. Bedauerlich ist natürlich, dass auch innerhalb der öffentlich-rechtlichen Medien Fälle unzulässiger Übertreibung auftreten, was zu erhöhter Wachsamkeit verpflichtet.

Für Leser, Hörer und Zuschauer bedeutet das: Gerade wenn ein Thema wie Neuroenhancement in den Medien neu auftaucht, ist Vorsicht geboten. Übertreibungen gehören zum Geschäft (nicht weniger) Medien, um eine Thema überhaupt erst zu etablieren. Ein skeptischer Vergleich zwischen Darstellungen verschiedener Medien ist also unabdingbar. Vor allem seriöse private Medien und die öffentlich-rechtlichen Medien sollten sich aber auch überlegen, inwieweit Personalisierung und Emotionalisierung wirk-

6 Das erfordert Aufklärung darüber, ob es solche nebenwirkungsfreien Wunderpillen überhaupt geben kann: es ist eine Illusion.

lich unverzichtbar sind, um komplexe Themen zu transportieren. Es gibt auch andere Wege, ein Thema verständlich darzustellen, als nur immer wieder die persönliche (und meist anonyme) Geschichte eines Menschen zu erzählen, der (scheinbar) alle Utopien und Ängste eines Themas in sich vereint.

Nötig wäre in den Medien vor allem aber mehr Mut zur Methodenschilderung. Auch wissenschaftliche Methoden lassen sich plastisch und verständlich beschreiben, sodass der Rezipient nicht gleich das Handtuch wirft. Es wäre zum Beispiel gerade in der Anfangszeit der Neuroenhancement-Berichterstattung hilfreich gewesen, wenn Journalisten die Methoden einiger statistischen Erhebungen genauer unter die Lupe genommen hätten, die ein hohen Medikamentenkonsum zu belegen schienen.

Zu meinem zweiten Fazit gehört aber auch der Hinweis, dass es einen Medien-Hype zum Thema Neuroenhancement nicht gegeben hätte, wenn nicht auch Wissenschaftler daran beteiligt gewesen wären. Der anerkannte amerikanische Hirnforscher Michael Gazzaniga schrieb zum Beispiel in einem 2007 auf Deutsch erschienenen Buch:⁷ „Viele Intelligenzpillen befinden sich im klinischen Versuchsstadium und könnten in weniger als fünf Jahren auf den Markt kommen“. Oder: „So wie Ritalin die schulische Leistung von hyperaktiven Kindern verbessern kann, kann es diese Wirkung auch bei durchschnittlichen Kindern erzielen“ Er rechnete sogar vor, dass ein Studienbewerber in den USA seine Punktzahl beim akademischen Eingangstest um mehr als 100 Punkte anheben könne, wenn er Ritalin einnehme.

Einige Wissenschaftler sind also nicht ganz unschuldig daran, dass die Möglichkeiten des Neuroenhancements übertrieben worden sind. Auf der anderen Seite gibt es auch heute noch Wissenschaftler, die davor warnen, das Thema Neuroenhancement zu unterschätzen. Zu ihnen gehört die Direktorin der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie an der Charité Berlin, Isabella Heuser. Auch sie weist zwar darauf hin, dass es noch keine funktionierende Neuroenhancement-Pille gibt und dass das Problem bislang noch nicht sehr brisant ist. Sie meint aber, dass sich das Problem in Zukunft

7 Michael Gazzaniga: Wann ist der Mensch ein Mensch? Antworten der Neurowissenschaft auf ethische Fragen, Düsseldorf 2007.

zuspitzen könne. Denn einige Studien würden zwar belegen, dass Neuroenhancer nicht die geistige Leistung gesunder, intelligenter und ausgeschlafener Menschen steigern würden. Aber sie zeigen eben auch, dass sie müden, unmotivierten und weniger intelligenten Menschen helfen könnten. Und das sei für diese natürlich ein Motiv, sie auszuprobieren. Schon die Illusion, sich besser zu fühlen, könne letztlich dazu führen, dass Menschen nach solchen Substanzen greifen.

Es gibt demnach auch in der Wissenschaft unterschiedliche Einschätzungen und Haltungen zum Thema Neuroenhancement. Und es ist die selbstverständliche Pflicht der Medien, all diese Positionen zu Wort kommen zu lassen. Auch auf die Gefahr hin, dass sich die eine oder andere Position im Lauf der öffentlichen Debatte als wenig haltbar erweist. Das Spiel der medialen Öffentlichkeit unterliegt anderen Regeln als das der Wissenschaft.

Teil III: Neue Substanzen – Neue Medien. Neuroenhancement im Internet

Wenn es um die Frage geht, wie der Gebrauch von Neuroenhancern zu regulieren ist, stehen sich zwei Extreme gegenüber. Die eine Seite plädiert für ein Verbot oder eine strenge staatliche Regulierung solcher Substanzen. Die Gegenseite argumentiert, die Erfahrungen mit Verboten im Drogenbereich würden zeigen, dass das nicht wirklich funktioniert. Letztlich blähe das nur den Schwarzmarkt auf. Nötig sei deshalb eine verstärkte (Selbst)Aufklärung der Konsumenten. Man müssen ihnen helfen, ihre Kompetenz im Umgang mit den Substanzen zu verbessern, sodass sie die Risiken besser einschätzen und vermeiden können. Eine ähnliche Diskussion lässt sich auch über Neuroenhancer führen. Das Internet bietet dafür ausreichend Zündstoff.

Im Internet, dieser riesigen Maschine für größtenteils unkontrollierten Informationsaustausch, zirkulieren viele wilde Informationen über Neuroenhancer – in Mails, Facebooknetzwerken oder Blogs. In einem Diskussionsnetzwerk über Erfahrungen mit Psychopharmaka schreibt zum Beispiel ein anonymes „justalittlesomeone“:

„Guten Abend zusammen. Mein Abi steht vor der Tür und ich bin auf der Suche nach Möglichkeiten, meine Leistungen gezielter nutzen zu können. Da ich seit jeher Konzentrationsprobleme habe, die schwer in

den Griff zu bekommen sind, suche ich nach Möglichkeiten, mir vielleicht in den entscheidenden Vorprüfungstagen etwas Unterstützung zu verschaffen. Die Lerndroge gibt es nicht, soviel ist klar. Mir stellt sich die Frage ob es aber mögliche Medikamente gibt, welche mir Erleichterung verschaffen. Je einfacher erlangbar, desto besser. Falls nötig gehe ich deswegen auch zum Arzt und Psychiater.“

Manchmal werden solche Anfragen in den Netzwerken empört zurückgewiesen, manchmal bekommt der Betreffende aber auch den entscheidenden Tipp. Ließe sich dieser wilde und ungeordnete Netzaustausch über Neuroenhancer vernünftig organisieren? Es gibt Webseiten, die beanspruchen, das zu tun. Etwa die Seite „Erowid“. Erowid ist eine nichtkommerzielle Organisation mit Sitz in Kalifornien, die Informationen über alle nur erdenklichen Substanzen sammelt und auf ihrer Webseite präsentiert. Durchschnittlich 55.000 Besucher surfen auf ihr täglich durch mehr als 50.000 Dokumente, 12 Millionen Besucher sollen es pro Jahr sein. Damit ist Erowid die größte und freizügigste Webseite dieser Art. Man kann auf ihr Informationen über fast alles finden, was Geist und Psyche verändert: von Kaffee und Absinth über Yoga und Meditation zu Kokain, Mescaline, LSD bis hin zum neuesten Chemiemix aus den Laboren der Drogenindustrie.

Die Erowid-Macher beschreiben ihr Anliegen so: „Unsere Informationen sind Zusammenstellungen aus den Erfahrungen tausender von Individuen von Drogennutzern, Eltern, Mitarbeitern von Gesundheitsbehörden, Ärzten, Therapeuten, Forschern, Lehrern und Juristen. (...) Das Wort „Erowid“ basiert auf indoeuropäischen Wurzeln und bedeutet soviel wie ‚Weisheit der Erde‘. Obwohl die Risiken und die Probleme psychoaktiver Substanzen breit diskutiert werden, ist auch klar, dass psychoaktive Substanzen eine positive Rolle im Leben vieler Menschen gespielt haben.“

Für die Erowid-Macher sollen sie diese Rolle auch weiterhin spielen. Erowid will zwar den Missbrauch und die negativen Folgen des Drogen-Gebrauchs vermindern und verhindern, steht halluzinogenen Substanzen aus spirituellen und esoterischen Gründen aber aufgeschlossen gegenüber. Denn sie könnten nach Meinung der Erowid-Macher dem Einzelnen genau so zu selbsttranszendierenden und beglückenden Erfahrungen verhelfen wie

Meditation oder ritueller Tanz. Und in dieses riesige Spektrum psychoaktiver Substanzen schließen die Erowid-Macher auch Neuroenhancer ein.

Im Prinzip kann sich jedermann an Erowid beteiligen, denn die Seite veröffentlicht auch subjektive Erfahrungsberichte von Drogenkonsumenten – und zwar anonym. Nicht jeder dieser Berichte wird veröffentlicht, die Erowidmacher beurteilen, ob ein Bericht tatsächlich neue und interessante Informationen enthält. Aber ansonsten gehen sie recht freizügig mit diesem Angebot um. Wer einen solchen Erfahrungsbericht schickt, soll die Drogen benennen, die er eingenommen hat, sowie ihre Dosierung. Außerdem soll er sein Körpergewicht und sein Alter angeben. Er wird auch aufgefordert, die Probleme, die er beim Konsum der Substanzen hatte, zu schildern, sein inneres Erleben und die körperlichen wie geistige Wirkungen der Droge. Erowid ergänzt das durch den Hinweis: „Erfahrungsberichte stellen nur die persönliche Meinungsäußerung derjenigen dar, die sie einreichen. Einige der darin beschriebenen Aktivitäten sind gefährlich und oder illegal und keine von ihnen wird von Erowid empfohlen“.

Reicht das, um legal zu sein? Offenbar ja. Es gibt bislang keine ernsthaften Anstalten, diese Seite vom Netz zu nehmen oder zu verbieten. Erowid schreibt selbst dazu: „Es ist legal, über solche Substanzen zu sprechen, solange man damit nicht die Durchführung eines kriminellen Aktes einleitet, ihn erleichtert oder dazu ermuntert.“

Es liegt auf der Hand, dass eine solche Webseite Menschen, vor allem Jugendliche, dazu verführen kann, Substanzen auszuprobieren, von denen sie ohne diese Webseite vielleicht nie gehört hätten. Erowid ist eine äußerst heikle Angelegenheit. Die Frage an den Journalisten lautet daher: ist es verantwortbar, darüber berichten, sollte er medialer Multiplikator für eine solche Webseite sein, auch wenn er sie kritisch behandelt? Ich habe es getan, denn das Internet ist eine Maschine, deren dunkle Seiten nicht dadurch irrelevant werden, dass man sie verschweigt. Und wenn man der Position, dass die (Selbst)Aufklärung der real existierenden Drogennutzer verbessert werden müsse, eine Existenzberechtigung zugesteht, dann muss man auch darstellen, in welcher Form das im Internet real umgesetzt wird.

Hier zur Veranschaulichung noch Ausschnitte aus zwei Erowid-Selbstberichten über Modafinil. Im ersten Beispiel schreibt ein Nutzer positiv über seine Modafinil-Erfahrung:

„0:30 Uhr: Ich fühle jetzt, wie die Wirkung kommt, meine Konzentration nimmt zu, ich kann besser fokussieren. 2:00 Uhr: Jetzt wirkt die Substanz ganz sicher. Ich reagiere schneller und der ganze Nebel in meinem Kopf ist aus den tieferen Regionen meines Geistes abgezogen. Falls das der Höhepunkt ist, wäre ich schon sehr zufrieden. Das ist kein Placebo-Effekt, sondern wirklich die Substanz! Um Euch eine Vorstellung zu geben: ich habe gerade ein paar Spiele Scrabble gespielt und meine Werte sind enorm angestiegen. Ich war fähig, rasend schnell durch die Buchstabenkombinationen hindurch zufliegen und die optimale auszuwählen.“

Im zweiten Beispiel beschreibt ein Nutzer negative Modafinilerfahrungen:

„Ich bin ein Collegestudent der immer wieder Stimulantien benutzt hat, um mir beim Lernen zu helfen und mich besser konzentrieren zu können. Ich habe schon Adderall, Ritalin, Dexedrine, Desoxylin, Kaffee genommen, eigentlich fast alles außer Kokain. Früher hatte ich auch schon mal Modafinil probiert, aber nicht in hoher Dosierung. Die Nacht begann für mich um 18 Uhr und ich nahm ungefähr 200 mg Modafinil und fühlte mich gleich großartig konzentriert. Um 21 Uhr nahm ich noch ein paar Pillen, um 22 Uhr noch einmal. Um 24 Uhr war ich gut vorangekommen und hatte das Gefühl, dass ich die Nacht unter Kontrolle habe. Meine Stimmung war prächtig, ich war total konzentriert, scharf wie eine Klinge. Um 6 Uhr hatte ich dann 20 Pillen genommen und bekam plötzlich das Gefühl, umzukippen. Meine Hände begannen zu zittern, ich bekam schreckliche Kopfschmerzen und wusste, dass ich jetzt die Kontrolle verlor. Es war zu viel gewesen. Mein Kopf pulsierte schmerzhaft, es war fürchterlich. Ich habe 5 Tage gebraucht, um mich davon wieder zu erholen und erlitt bei der Prüfung ein akademisches Desaster. Es war die schrecklichste Erfahrung meines ganzen Lebens und ich werde wahrscheinlich nie wieder irgendeine Droge anrühren.“

Die Erowidmacher argumentieren nun genau damit, dass auf ihrer Webseite sowohl positive wie auch negative Erfahrungsberichte zu finden sind. Jeder könne sich also sein eigenes Bild machen: welches Risiko möchte ich mit welcher Substanz eingehen, welches Erlebnis möchte ich haben und welches nicht? Sympathisierende Pharmakologen werten diese Erfahrungsberichte aus und weisen auf Risiken und Nebenwirkungen hin. Sie schreiben zu jeder Substanz Überblicksartikel, in die auch der bisherige wissenschaftliche Forschungsstand zu diesen Substanzen eingeht. Außerdem existiert auf der Erowid-Webseite eine große Bibliothek mit Verweisen auf weitere wissenschaftliche Publikationen über die Drogen. Entsteht hier also eine kollektive Internetkompetenz für einen vernünftigen Umgang mit Neuroenhancern und sonstigen Substanzen?

Natürlich wird in den USA über Erowid gestritten. Kritiker sagen, die Webseite verführe Jugendliche zum Drogenkonsum und verharmlose diesen. Sie verweisen auf die Tatsache, dass jede psychoaktive Substanz außer Kontrolle geraten kann, auch wenn man glaubt, man mache alles richtig. Verteidiger meinen, Erowid sei ein Stück Aufklärung, und zwar nicht nur für die Drogennutzer selbst. Ärzte in Drogenkliniken könnten sich z.B. bei Erowid zumindest vorläufig über neueste synthetische Drogen informieren, für die noch keine wissenschaftlichen Studien vorliegen. Womöglich, behaupten diese Stimmen, habe Erowid auf diese Weise bereits Leben gerettet.

Webseiten wie Erowid zeigen meiner Meinung nach, wie wichtig es ist, das Internet endlich ernst zu nehmen, wenn es um das Thema Neuroenhancement geht. Es ist heute bereits das Medium der jüngeren Generationen und wird für die künftigen Generationen noch an Bedeutung gewinnen. In den Diskussionen über die elektronische und digitale Informationsgesellschaft haben Theoretiker wie der Karlsruher Philosoph Helmut F. Spinner früh schon „Qualitätszonen“⁸ gefordert, die den wilden Informationsaustausch in den Netzen organisieren und höheren Ansprüchen genügen. Es wäre zu diskutieren, in welcher Form Seiten wie Erowid diesem Anspruch genügen könnten.

8 Helmut F. Spinner: Die Architektur der Informationsgesellschaft, Bodenheim 1998, S. 237

Um die Bedeutung des neuen Mediums Internet noch einmal zu verdeutlichen, möchte ich zum Schluss folgendes Argument zur Diskussion stellen: In den klassischen Medien schreiben Journalisten ohne eigene Erfahrung über Neuroenhancer. Auch ihr neurowissenschaftliches und medizinisches Wissen über die Substanzen ist meist begrenzt. Im Unterschied dazu schildern Nutzer auf Seiten wie Erowid ihre eigenen Erfahrungen. Und parallel dazu erhält der Rezipient Zugang zu allgemeinverständlichen und zu seriösen wissenschaftlichen Publikationen zum Thema. Ist also das Internet in puncto Neuroenhancement nicht schon dabei, die klassischen Medien zu überholen ?

Wer antwortet darauf mit einem eindeutigen und unbeeindruckten Nein?

Edgar Dahl

Mother's Little Helper

Dürfen wir unser Glück in einer Pille suchen?

In ihrem 1966 veröffentlichten Song „Mother's Little Helper“ sangen die Rolling Stones von Hausfrauen, die sich mit der Erziehung ihrer Kinder überfordert fühlten und deshalb gerne zu einer kleinen gelben Pille griffen. Bei dieser Pille handelte es sich um das 1963 entwickelte „Valium“, einen auch heute noch beliebten Tranquilizer, der den Wirkstoff Benzodiazepin enthält und eine stark beruhigende Wirkung entfaltet.

Heute arbeitet die Psychopharmakologie fieberhaft an so genannten „Happy Pills“ – Tabletten, die in nur wenigen Minuten die Stimmung aufhellen und verdrießliche Gesichter in strahlende Gesichter verwandeln sollen.

So willkommen die Entwicklung eines derartigen Präparats auch erscheinen mag, gibt es doch vielerorts auch ernste Bedenken. So hat etwa der amerikanische President's Council on Bioethics die Erzeugung einer „Glücksdroge“ erst kürzlich zu einer großen gesellschaftlichen Gefahr erklärt.

Diese Gefahr bestehe darin, dass uns nach der Religion nun die Pharmakologie ein „Opium des Volkes“ beschereen könne. Wie in Aldous Huxleys berühmtem Roman „Schöne neue Welt“ könnte der Staat seinen Bürgern eine Glücksdroge verabreichen, um sie ruhig zu stellen. Statt gegen etwaige soziale Misstände aufzubegehren, würden sie kurzerhand betäubt.

Andere sehen die Gefahr von Happy Pills nicht in der Heraufkunft einer Schönen neuen Welt, sondern in der Verarmung des Menschen. Wer wäre noch bereit, Tugenden zu üben und Talente zu entwickeln, wenn er das Glück, das er hieraus bezieht, auch ohne die nötige Disziplin erlangen könnte? Heißt es nicht zu Recht „Ohne Fleiß kein Preis“?

Wieder andere sehen die Gefahr von Happy Pills schließlich darin, dass wir uns schon bald alle genötigt sehen könnten, zu ihnen zu greifen, weil sie denen, die sie einnehmen, Wettbewerbsvorteile verschaffe.

Wer stellte beispielsweise nicht lieber eine freudestrahlende als eine mürrisch dreinblickende Sekretärin, Lehrerin oder Flugbegleiterin ein?

Da Happy Pills noch Zukunftsmusik sind, ist jede Diskussion über ihre vermeintlichen sozialen Folgen selbstverständlich rein spekulativ. Dass wir uns im Reich der bloßen Spekulation befinden, bedeutet jedoch nicht, dass sich nicht schon jetzt vernünftig darüber diskutieren ließe. Schließlich erscheinen einige Spekulationen weit plausibler als andere.

Ich selbst halte die Gefahren, die in der Diskussion um die Happy Pills heraufbeschworen werden, beispielsweise für übertrieben. Ich betrachte es als sehr unwahrscheinlich, dass Glückspillen schon bald unser täglich Brot werden. Es erscheint mir viel wahrscheinlicher, dass sie die Rolle eines edlen Tropfens einnehmen werden, den man sich nur bei besonderen Gelegenheiten gönnt.

Warum? Nun, in der Pharmakologie gibt es einen alten Lehrsatz, der sich bis heute noch immer bewahrheitet hat. Er lautet: „Keine Wirkung ohne Nebenwirkung!“ So wie Prozac, das berühmte Antidepressivum, das den Wirkstoff Fluoxetin enthält, bei vielen Menschen zu einer Zunahme des Gewichts und einer Abnahme des Geschlechtstriebes führt, so werden gewiss auch die Happy Pills unerfreuliche Nebenwirkungen haben. Worin auch immer die erwartbaren Nebenwirkungen der Glücksdroge bestehen mögen, sie werden einen Massenkonsum mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit verhindern.

Neben rein körperlichen Nebenwirkungen werden Happy Pills sicher auch seelische Nebenwirkungen haben. So wie Alkohol einige Menschen charmanter, andere dagegen aggressiver macht, so wird auch die Glücksdroge wahrscheinlich einige Menschen unwiderstehlich, andere dagegen unausstehlich machen. Wie jeder weiß, gehen sehr viele Menschen vorsichtig mit Alkohol um, weil sie nicht die Kontrolle über sich verlieren wollen und sich am nächsten Tag keine Vorwürfe anhören möchten.

Und schließlich betrachten viele Menschen den Zustand überschwänglichen Glücks auch keineswegs für so begehrenswert wie viele Kritiker anzunehmen scheinen. Ganz gleich, wer wir sind und was wir tun, das Leben bringt Probleme mit sich, deren Lösung nicht nach Leichtfertigkeit, sondern

nach Ernsthaftigkeit verlangt. Es ist beispielsweise nur schwer vorstellbar, dass Menschen, deren Arbeitsstelle in Gefahr ist, deren Ehe zu scheitern droht oder deren Kinder krank sind, sich mit einer Glücksdroge betäuben werden statt den Problemen ins Gesicht zu sehen.

Was für die Unannehmlichkeiten des Lebens gilt, gilt auch für die Annehmlichkeiten des Lebens. Wer Shakespeares Dramen, Bergmans Filme oder Mahlers Symphonien schätzt, wird seine Stimmung nicht durch die Einnahme einer Glücksdroge beeinflussen wollen, die ihm den Genuss seiner Lieblingswerke verdirbt.

All dies spricht nicht nur gegen die bedenkenlose Einnahme von Happy Pills, sondern auch gegen die eingangs erwähnten Befürchtungen. Anders als das Soma der Schönen neuen Welt soll die Glücksdroge nicht apathisch, sondern emphatisch wirken. Sie wird die Menschen also nicht betäuben, sondern beleben. Von daher spricht nichts dafür, dass Happy Pills ein Volk von Phlegmatikern und Lethargikern erzeugen wird.

Auf ähnlich schwachen Füßen beruht die Befürchtung, dass Happy Pills schon bald als eine Abkürzung zum Glück betrachtet werden. Eine Frau, die täglich Cello spielt, oder ein Mann, der täglich Joggen geht, tut dies nicht wegen des Glücks, das sich anschließend einstellt. Die Cellistin spielt, weil sie Musik liebt, und der Jogger läuft, weil er Athletik schätzt. Das Glück, das sich nach ihren Mühen einstellt, ist nicht das Motiv, sondern der Effekt ihres Tuns.

Ist es für Menschen, die psychische Probleme haben, aber nicht besser, wenn sie zum Therapeuten statt zum Apotheker gehen? Sollten sie die Angst- oder Zwangsstörungen, unter denen sie leiden, nicht psychotherapeutisch behandeln statt psychopharmakologisch beseitigen lassen? Vorausgesetzt, die Psychotherapie wäre in der Lage, nicht nur die Symptome, sondern auch die Ursache derartiger Erkrankungen zu behandeln, wäre dies wohl richtig. Doch die schlichte Wahrheit ist, dass die Psychopharmakologie der Psychotherapie nun einmal überlegen ist. Prozac hat mehr Phobien, Obsessionen und Depressionen beseitigt als alle Therapeuten zusammen genommen.

Und was ist mit den beruflichen Wettbewerbsvorteilen? Sicher, ein Wirt wird eher eine frohgemute als eine sauertöpfische Kellnerin einstellen.

Doch das relevante Kriterium für die Einstellung von Mitarbeitern wird weiterhin die Kompetenz und nicht der Gemütszustand einer Bewerberin sein. Zudem verlangen die begehrtesten Berufe in unserer Gesellschaft, wie etwa der der Richterin, der Ärztin oder der Politikerin, nicht Überschwänglichkeit, sondern Nüchternheit, Verantwortlichkeit und Urteilsfähigkeit.

Wir sollten die Gefahren, die aus der Entwicklung von Happy Pills erwachsen, also nicht überschätzen. Dies ergibt sich übrigens auch aus Befunden der Psychologie, der Psychiatrie und der Evolutionsbiologie.

In der Psychologie hat man unlängst ein interessantes soziales Experiment durchgeführt. Eine Gruppe von New Yorkern ist gebeten worden, vier Wochen lang niemandem einen kleinen Gefallen auszuschlagen. Wenn sie von einem Obdachlosen um einen Almosen gebeten wurden, haben sie es getan. Wenn sie im Supermarkt in der Schlange standen und jemand darauf drängte, vorgelassen zu werden, haben sie genickt. Und wenn sie auf ein Taxi warteten, das ihnen plötzlich jemand vor der Nase wegschnappte, haben sie einfach nur geschwiegen.

Nach Ablauf der vier Wochen, waren alle Teilnehmer des Experiments emotional erschöpft. Schlimmer noch: Ihre Einstellung gegenüber ihren Mitmenschen hatte sich drastisch verschlechtert – sie fühlten sich ausgenutzt und misstrauten allen.

Wie jeder aus eigener Erfahrung wissen wird, lässt uns das Gefühl des Glücks häufig zu allem „Ja und Amen,, sagen. Wer gerade sein Staatsexamen bestanden, eine Gehaltserhöhung erhalten oder die Liebe seines Lebens gefunden hat, befindet sich in einem Zustand, in dem er zu Großzügigkeit und Nachsichtigkeit neigt. Dieser Zustand, in dem die Toleranz steigt und die Kritik sinkt, mag sich einige Tage schön anfühlen. Auf lange Sicht aber ist er selbstmörderisch.

Noch deutlicher werden die Schattenseiten überschwänglichen Glücks beim Anblick von Menschen mit einer bipolaren Störung. Diese manisch-depressiven Patienten erleben Phasen, in denen sie abwechselnd „himmelhoch jauchzend und zu Tode betrübt“ sind. Während ihrer manischen Phase sind sie voller Energie, brauchen keinen Schlaf und vergessen sogar das Essen. Die ganze Welt erscheint ihnen in einem rosa Licht. Und alles ist über die Maßen faszinierend.

Auf den ersten Blick erscheint ihr Leben beneidenswert. Tatsächlich ist es aber beklagenswert. Ob in der Familie, bei der Arbeit oder im täglichen Leben – sie scheitern. Sie sind unfähig eine Familie zu ernähren, weil sie ihr Geld verschenken. Sie sind unfähig, einer regelmäßigen Arbeit nachzugehen, weil ihnen andere Dinge weit aufregender erscheinen. Und sie sind unfähig, eines Freundes Freund zu sein, weil sie meinen, die ganze Welt lieben zu müssen.

Auch evolutionsbiologisch macht es Sinn, dass uns Mutter Natur nicht mit Glück überhäuft. Die natürliche Selektion belohnt naheliegenderweise nur solches Verhalten, das unserem Überleben und unserer Fortpflanzung dienlich ist. Glück empfinden wir, wenn wir eine lebensbedrohliche Situation gemeistert oder uns von einer schweren Erkrankung erholt haben. Glück empfinden wir auch, wenn wir eine Beförderung erhalten und auf der sozialen Stufenleiter nach oben geklettert sind. Und Glück empfinden wir schließlich auch nach dem Sex mit einem geliebten Partner oder der Geburt eines Kindes.

Dass Mutter Natur recht haushälterisch mit dem Glück umgeht, hat gute evolutionäre Gründe. Aus Sicht der Biologie sind wir nicht auf der Welt, um glücklich zu sein, sondern um uns erfolgreich fortzupflanzen und unsere Gene weiter zu geben. Hierzu sind neben angenehmen Gefühlen wie Liebe, Mitgefühl und Großzügigkeit auch unangenehme Gefühle wie Wut, Neid und Eifersucht nötig.

Die Wut verhindert, dass wir von anderen Menschen ausgenutzt werden. Der Neid bewirkt, dass wir anderen Menschen nacheifern. Und die Eifersucht lässt uns um die Menschen, die wir lieben, kämpfen. Wut, Neid und Eifersucht stehen unserem Glück im Weg. Aber es sind Eigenschaften, die das Sozialleben erfordert und die nicht umsonst Teil unseres biologischen Erbes sind.

Es gibt also viele Gründe, die dafür sprechen, dass wir uns von den Verlockungen des Glücks nicht verführen lassen werden. So wie uns eine übertriebene Redseligkeit, Leichtgläubigkeit und Unbesonnenheit zur Vorsicht im Umgang mit Alkohol gemahnt hat, so werden uns dieselben Gefahren auch zu einem vorsichtigen Umgang mit der Glücksdroge anhalten.

Ulrich Eibach

Neuroenhancement und Menschenbild

Sollen wir den Menschen verbessern? Die menschliche Natur als Gabe und Aufgabe

Die folgenden Überlegungen konzentrieren sich vor allem auf einige theologisch relevante und grundsätzliche anthropologische und ethisch verpflichtende (deontische) Aspekte der Debatte über Neuroenhancement und blenden eine Urteilsbildung von den Folgen her weitgehend aus.

1. Verbesserung ohne Ziel? Der Mensch als Schöpfer des „Übemenschen“?

Nietzsche schrieb bereits vor 130 Jahren, dass die auf Naturwissenschaften basierende Technik der Welt ihren Untergang bereiten wird. „Dabei geschieht es allerdings, dass die nächste Wirkung die von kleinen Dosen Opium ist: Steigerung der Weltbejahung“. Der Mensch, der Gott „getötet“ habe, sei dazu freigesetzt und verurteilt, sein eigener Gott und Schöpfer zu sein und sich als sein eigenes „Kunstwerk“ hervorzubringen. Hinzu kommt bei Nietzsche, dass er sehr bald nach Erscheinen von Darwins „On the Origin of Species“ erkannte, dass Darwins Theorie der Evolution das Leben insgesamt zu einem kausalmechanistisch ablaufenden Prozess ohne Teleologie und ohne jeden immanenten Sinn macht. Diese Sicht der Natur und der „Tod Gottes“ bildeten die Grundlage von Nietzsches Nihilismus. In einem mechanistischen Naturgeschehen ohne Teleologie und Sinn wird auch das menschliche Leben wie alles Leben zu einem Zufallsprodukt ohne Sinn, ohne einen ihm innewohnenden Wert und ohne den Menschen verpflichtende ethische Normen und Werte. Der Mensch ist autonom, ist freigesetzt, seinem sinnlosen Leben in einem sinnlosen Naturgeschehen selbst Sinn und Wert dadurch zu schaffen, dass er Leben nach seinen Vorstellungen umgestaltet und züchtet. Weil der Mensch Gott getötet habe, müsse er sein eigener Gott und Schöpfer werden, müsse sogar sich selbst als sein eigenes „Kunstwerk“ hervorbringen, sich nicht zuletzt auch durch Züchtung gemäß

den darwinistischen Prinzipien zu einem starken „Übermenschen“ formen, der keines Gottes und Schöpfers mehr bedarf, weil er durch sich selbst sein eigener Gott und Schöpfer werden kann und soll. Der Mensch müsse dies mit einer Gewalt und wachsenden Geschwindigkeit tun, die keine Zeit mehr lasse, dass er sich besinnt auf das, was er tut, ja der auf sich selbst geworfene Mensch ohne Gott habe geradezu Furcht davor, inne zu halten und sich zu besinnen. Der Grund dafür sei vor allem darin zu suchen, dass man nicht mehr wisse, was die Ziele des Fortschritts in der Beherrschung der Natur und des Lebens sind. In dieser Krise der Ziele erklärt man den „Fortschritt“ zum Ziel selbst, der nicht durch eine ethische Besinnung in seiner Geschwindigkeit gehemmt werden soll. Wenn die Perfektionierung des Menschen oder gar die „Konstruktion“ eines neuen „Übermenschen“ das Ziel des Fortschritts ist und der medizintechnische Fortschritt auch ohne Besinnung auf dieses Ziel zuläuft, dann müssen wir uns im Grunde überhaupt nicht auf die Ziele des Fortschritts besinnen.

Nietzsche wird damit zum „Propheten“ des gegenwärtigen „Transhumanismus“, der propagiert, dass der autonome Mensch sich als Geschöpf eines Gottes und anderer Menschen oder einer vorgegebenen Natur überwinden soll, sein eigener Schöpfer werden, er sich nur selbst Maß aller Dinge sein und keine vorgegebenen Maßstäbe und Grenzen anerkennen soll, sondern diese stets überwinden soll, nicht zuletzt auch durch die Mittel der Biotechnik. Alles, was der Erhöhung des Menschen zum „Übermenschen“ dient, ist daher gut. Grenzen sind nicht dazu da, dass sie beachtet, sondern dazu, dass sie überwunden werden.

2. Welche Fragen wirft das „Enhancement“ auf?

Vielleicht wissen wir bei nichtmenschlichem Leben noch oft, auf welche Ziele hin wir das Leben durch die verschiedenartigen Eingriffe „züchten“ wollen, meist nicht zum Nutzen des betreffenden Lebens selbst, sondern nur zum angeblichen und tatsächlichen Nutzen des Menschen. Das nichtmenschliche Leben ist dabei ganz überwiegend nur „Material“ für den vom Menschen für sich erhofften Nutzen. Aber auf welches Ziel hin soll der Mensch „verbessert“ werden? Und dürfen dabei auch Nutzen-Kategorien

eine vorrangige Rolle spielen? Wenn wir von Verbesserung sprechen, müssen wir also zunächst einmal wissen, mit welchem Ziel was verbessert werden soll.

Es stellt sich zunächst die Frage, welches Menschenbild die Bestrebungen zum Neuroenhancement leitet, und dann die Frage, ob es ethische Prinzipien gibt, die grundsätzlich gegen oder für die Anwendung der Methoden sprechen („deontische Prinzipien“), die also (weitgehend) unabhängig von den Folgen des Neuroenhancement Geltung beanspruchen können. Bei einer ethischen Urteilsbildung schließen sich Pflichten und Werte grundsätzlicher (deontischer) Art einerseits und von den Folgen her argumentierende Überlegungen (konsequenzialistische Argumente, z.B. utilitaristische) andererseits zwar nicht aus, doch besteht die Frage, welchen ethischen Kriterien man die vorrangige Rolle in der ethischen Urteilsbildung einräumt. Ich gehe hier ohne nähere Begründung davon aus, dass konsequenzialistische Argumente als zusätzliche, mehr oder weniger gewichtige Argumente neben den deontischen Prinzipien in der ethischen Urteilsbildung zur Geltung kommen. Dies schließt ein, dass ich meine ethischen Überlegungen nicht nur auf ein ethisches Kriterium allein und auch nicht nur auf einen Typ ethischer Normen und Werte abstelle, sondern möglichst mehrere ethische Kriterien berücksichtige. Das bedeutet zugleich, dass ein ethisches Kriterium für unser Handeln nicht dadurch außer Kraft gesetzt wird, dass ihm ein anderes Kriterium widerspricht, oder dadurch, dass es allein nicht in allen Fällen Klärung zu schaffen vermag. Damit wird es nicht zugleich für die Fälle untauglich, in denen es durchaus zutreffend und orientierend ist. Wenn wir in unserer ethischen Urteilsbildung und den darauf basierenden Entscheidungen und Handlungen nicht nur auf ein ethisches Kriterium abstellen, sondern auf mehrere, auch unterschiedliche Kriterien, dann können und müssen, je schwächer ein Kriterium ist oder wird, die anderen Kriterien umso mehr Gewicht bekommen, um eine ethische Entscheidung zu begründen. Diese sogenannte „Konvergenzargumentation“ schließt nicht aus, dass man einem bestimmten Menschenbild und bestimmten grundsätzlichen ethischen Ansätzen den Vorrang einräumt gegenüber anderen, z.B. einer deontischen Ethik gegenüber einer utilitaristischen Ethik. Aber auch innerhalb einer utilitaristischen Ethik ist zu fragen, ob den Folgen für

das einzelne Individuum oder den Folgen für bestimmte gesellschaftliche Gruppen oder die Gesellschaft als Gesamtheit der Vorrang zu geben ist.

3. Perfektion der menschlichen Natur?

3.1 Welchen Fortschritt wollen wir?

Unter Fortschritt verstand man in der Neuzeit einmal aus humanistischer Sicht die stetige geistig-moralische Höherentwicklung des Menschen durch Erziehung und Bildung, bis hin zur geistig-sittlichen Vervollkommnung des Menschengeschlechts zum innerweltlichen „Reich Gottes auf Erden“ (G.E. Lessing, I. Kant). Zum anderen bezeichnete man die Unterwerfung der Natur unter die Herrschaft des Menschen mittels wissenschaftlich-technischer Methoden als Fortschritt. Beide Formen des Fortschrittsglaubens sind Säkularisierungen der christlichen Hoffnung auf ein nicht innerweltliches „Reich Gottes“, in dem der Mensch erst zum Ebenbild Gottes vollendet sein wird. Dieser Fortschritt zum vollendeten Menschsein ist aus christlicher Sicht vom Menschen nicht machbar, sondern ist allein Gottes Werk. Aber in den säkularisierten Formen des Fortschrittsglaubens ist der Mensch der alleinige Akteur des innerweltlichen Fortschritts.

Die Väter des wissenschaftlich-technischen Fortschrittsglaubens, vor allem R. Descartes und F. Bacon, haben im 17. Jh. das Ziel dieses Fortschritts rein anthropozentrisch in der Wiederherstellung des verlorenen „Paradieses“ und der Besiegung aller Krankheiten und des Todes gesehen. Voraussetzung dafür war, dass man mit Descartes selbst den menschlichen Körper als komplexe Maschine und mit Bacon die Natur als höchst unvollkommenes und „zufälliges Warenlager der Dinge“ betrachtet, in das der Mensch durch seinen Geist eine bessere, möglichst eine vollkommene Ordnung bringen soll und kann. Schon zu Beginn des technischen Zeitalters und vor Darwin kennzeichnete der Philosoph F. X. v. Baader (1765-1841) dieses neuzeitliche Verständnis der Natur mit den Worten: „Die geistlose Auffassung der Natur muss die naturlose Auffassung des Geistes und die gottlose Auffassung beider zur Folge haben.“ (Über den Zwiespalt des religiösen Glaubens und Wissens, Darmstadt 2. Aufl. 1958, 49). Die Verstofflichung der Natur, auch des menschlichen Lebens, und die Entweltlichung Gottes sind also Zwi-

lingsprobleme, die zur stillschweigenden Voraussetzung von Naturwissenschaft und Technik wurden. Und das Verständnis der Natur als geistloser Mechanismus ist Bedingung dafür, dass der Mensch sich durch seine Vernunft die Natur beliebig unterwerfen, sie nach seinem Bilde formen darf. Die mechanistische Betrachtung der Natur und die idealistische, naturlose Auffassung des Geistes und die Selbsteinsetzung des Menschen als Herr der Natur entsprechen einander. Die Natur wird nicht mehr als Schöpfung und der Mensch als Vernunftwesen nicht mehr als Geschöpf, sondern als Herr und Besitzer der Natur betrachtet, der ihr seinen Geist durch sein Handeln einprägen soll und sie so zunehmend gemäß seinen Wünschen gestalten kann.

Für I. Kant, den herausragenden Vertreter eines humanistisch-moralischen Fortschrittsglaubens, war Fortschritt noch primär ein Prozess der Selbstbestimmung des Menschen in seinem geistigen Sein gemäß den Forderungen des allgemeingültigen „Sittengesetzes“. Der Mensch war sich als geistiges Wesen aufgegeben, sich zunehmend zur sittlich vollkommenen Persönlichkeit zu bilden. Dass der Mensch auch die Grundlagen seines biologischen und seelisch-geistigen Lebens durch technische Eingriffe verändern kann, war für Kant noch unvorstellbar. Vor allem ging Kant noch selbstverständlich davon aus, dass die Vernunft die wissenschaftlichen Errungenschaften dem moralischen Fortschritt dienstbar machen soll und kann. Dass der Mensch die von der instrumentellen Vernunft hervorgebrachten Techniken kaum noch ethisch steuern kann, sondern ihnen meist nur mühsam nachhinken und sie dann nur noch ethisch legitimieren kann, das hat erst Nietzsche etwa 80 Jahre nach Kant erahnt und damit vorausgesagt, was erst gegenwärtig zunehmend Wirklichkeit wird.

3.2 Verbesserung des „unvollkommenen“ Menschen? – Der Mensch als „Konstrukteur“ seiner selbst?

Die neuen Methoden der Genetik, der Zellbiologie, der chemischen und technischen Beeinflussung von Hirnprozessen, der Fusion von Leben und Technik ermöglichen es, die natürlichen Grundlagen unseres Lebens, auch die unseres seelisch-geistigen Lebens, zu verändern. Die größte ethische

Problematik besteht wahrscheinlich darin, dass es durch diese Methoden langfristig immer mehr möglich wird, die biologische und die seelisch-geistige Natur des Menschen den Erfordernissen der technischen Zivilisation, statt diese der Natur des Menschen anzupassen. Die Beherrschung der Natur dient damit nicht zuletzt der Emanzipation des Menschen von seiner eigenen Natur und der Herstellung einer „neuen Natur“ durch den Menschen selbst. Die Möglichkeiten, die natürliche Beschaffenheit des Menschen zu verändern, könnten zur größten Herausforderung unseres bisherigen Menschenbilds werden.

Getragen wird dieser Fortschrittsgedanke insgeheim vom Glauben, dass der wissenschaftliche Fortschritt ein immer „freieres“ und „glücklicheres“ Leben hervorbringt, und zwar in dem Maße, in dem der Mensch fähig wird, auch seine leibliche Verfasstheit gemäß seinen Wünschen zu gestalten. Danach wäre der Mensch letztlich erst wahrhaft frei und Mensch, wenn er sich selbstbestimmt nach seinem eigenen „Bilde“ schaffen kann, er sein Leben nur sich selbst verdankt. Die Frage ist nur, ob der Mensch mit einer derart biotechnisch eroberten Freiheit gegenüber seiner Natur wirklich freier, glücklicher und vor allem menschlicher wird, oder – anders ausgedrückt –, ob dieser Fortschritt in der technischen Beherrschung der Natur schon in sich mit einem humanen Fortschritt gleichzusetzen ist oder ob der Mensch, wenn er die Grenzen seines Geschöpfseins stetig erweitert, sich als „Mensch“ und damit als begrenztes und in dieser Welt immer unvollkommenes Geschöpf nicht um so mehr verliert, je mehr er sich als sein eigener Schöpfer etabliert. Nietzsche (und nach ihm vor allem Martin Heidegger) hat geahnt, dass der Mensch so zwar dem von Gott oder der Natur gefügten Schicksal entrinnt, aber damit doch nur ein noch unfreieres Opfer der „Machsale“ (O. Marquard, *Apologie des Zufälligen*, Stuttgart 1986, 39) der von ihm hervorgebrachten technischen Zivilisation wird. Nietzsche ahnte und wusste, dass der Mensch, der Gott tötet und sich zu seinem eigenen Gott und Schöpfer macht, sich selbst erschafft, seine „Heimat“, ja sich selbst verliert. „Weh dem, der keine Heimat hat!“, formuliert er in seinem Gedicht „Wintereinsamkeit“. Der Umschwung vollzieht sich nach Nietzsche oft unmerklich in „kleinen Dosen Opium: Steigerung der Weltbejahung“, man könnte auch sagen: Steigerung der Faszination des Machbaren zur Fik-

tion von einem Fortschritt zum vollkommenen Menschen und zur „heilen Welt“, einem leidfreien Leben in „ungebrochenem Glück“, eine Fiktion, die keine Besinnung mehr auf das zulässt, was es bedeutet, dass der Mensch so zunehmend in die Rolle des Schöpfers von Leben und seiner selbst hinein wächst und so nicht nur die Begrenztheit seiner leiblich-seelischen Natur, sondern auch die Begrenztheit und Fehlbarkeit seiner Vernunft, sein Sündersein leugnet und – mit Jesus gesprochen (Mk 8,35) – damit seine Freiheit und sein Leben nicht gewinnt, sondern verliert, indem er zur Marionette der vor allem von ökonomischen Interessen geleiteten Anbieter der angeblichen Mittel zur Vervollkommnung des Menschen wird.

Der Kern des Sünderseins besteht nach der Bibel und vor allem M. Luther darin, dass der Mensch nicht will, dass Gott Gott ist, sondern sein eigener Gott sein will. In diesem Wollen verfällt er an sich selbst, an seine Begierde, von der auch die wissenschaftliche Neugierde nicht frei ist, wenigstens dann nicht, wenn sich der Mensch in ihr als Herr der Welt und als Schöpfer seiner selbst aufspielt oder wenn er vorgibt, einen „besseren Menschen“ oder gar das „Reich Gottes auf Erden“ herstellen zu können. Frei ist der Mensch nach Luther nur, wenn er im Glauben, in der Bindung an Gott von diesem Wollen, dieser Art Autonomie befreit wird zum Dienst am Nächsten und der Schöpfung Gottes. Christliche Freiheit hat daher wenig gemein mit der Unterwerfung der leiblichen Natur des Menschen unter seine Herrschaft, sondern vielmehr mit der rechten Unterscheidung von Schöpfer und Geschöpf, mit der Annahme der Grenzen des Geschöpfseins, mit dem Wissen um die Fehlbarkeit der menschlichen Vernunft, ja ihrer zerstörerischen Kraft, wenn sie sich aus der Bindung an Gott im Glauben löst und sich für „autonom“ hält. J. W. v. Goethe hat noch darum gewusst, dass der Versuch des Forschers Wagner, einen Menschen, einen „Denker“ mit technischen Mitteln zu „machen“, letztlich ein Plan „Mephistos“, des Teufels ist. Für Nietzsche ist die „Tötung Gottes“ die Voraussetzung, dass der Mensch sich selbst als von Gott geschaffenes und daher endliches Geschöpf abschaffen und sich selbst in transhumanistischer Weise als „Übermensch“ schaffen kann.

Eine erste Konsequenz aus der von Nietzsche behaupteten Steigerung der Weltbejahung ist die, dass, wenn moralische Vorstellungen und unser bisheriges religiöses und humanistisches Menschenbild diesem Fortschritt

entgegenstehen, man daraus nicht den Schluss zieht, dass der Fortschritt unseren bisherigen moralischen und rechtlichen Vorstellungen unterstellt werden muss, sondern dass sich diese gemäß den technischen Entwicklungen ändern, sich ihnen anpassen müssen. Man kann zu Recht bezweifeln, dass dies Ausdruck verantworteter menschlicher Freiheit ist, kann darin vielmehr das Unterworfensein des Menschen unter seine technischen „Machsale“ erblicken.

3.3 Autonomie: Der höchste Wert? – Das Leben als Besitz?

Heute wird immer häufiger die Meinung vertreten, dass die Würde des Menschen in erster Linie oder gar ausschließlich in der Selbstbestimmung, ja der empirischen Autonomie besteht und diese sich wiederum nicht zuletzt in der Fähigkeit erweist, seine eigene Natur seinen Wünschen zu unterwerfen. Das Leben wird dementsprechend als Besitz des Menschen betrachtet und dem Menschen ein fast uneingeschränktes Verfügungsrecht über sein Leben eingeräumt. Dann ist letztlich jede Form der Manipulation der menschlichen Natur ethisch im Namen der Menschenwürde gerechtfertigt, ja würde jede Einschränkung der technischen Möglichkeiten, den Freiheitsspielraum gegenüber dem eigenen natürlichen Leben zu erweitern, der Würde des Menschen widersprechen. Wenn der Mensch über sich keinen Schöpfer mehr anerkennt, dem er sein Leben verdankt, dann ist sein Leben sein Besitz, mit dem er nach Belieben umgehen darf. Jeder muss daher selbst entscheiden, ob und wenn ja mit welchen Mitteln er sein Leben „aufrüsten“ möchte. Den Gebrauch solcher Mittel muss man dann in die freie Entscheidung eines Menschen stellen. Man darf ihn lediglich nicht dazu nötigen, sie zu gebrauchen (vgl. z.B. T. Galert u.a., Das optimierte Gehirn. Ein Memorandum, in: Gehirn & Geist, 11/2009, S. 40 ff.).

Mit der liberalen Grundentscheidung, den Inhalt des Begriffs Menschenwürde fast nur noch mit Autonomie zu füllen, ist vorweg entschieden, dass es dem Selbstbestimmungsrecht und damit der Würde des Menschen widerspricht, ihm den Gebrauch der Mittel zur Verbesserung seiner körperlichen wie seelisch-geistigen Fähigkeiten vorzuenthalten. Dieser Ansatz folgt einer individual-utilitaristischen Ethik, die alle, die Selbstbestimmung

des Einzelnen möglicherweise eingrenzenden Argumente durch ein Herunterspielen der Probleme und Gefahren für andere entkräften muss. Das Memorandum „Das optimierte Gehirn“ (2009) ist von diesem Bemühen gekennzeichnet und tut dies, indem es die Gegenargumente fast nur in ihren Schwachpunkten aufgreift und dann geschickt zu entkräften versucht. Man fragt aber erst gar nicht, ob die Wünsche und Bedürfnisse nach Gebrauch solcher Mittel nicht erst durch das auf ökonomischen Gewinn ausgerichtete Angebot der Mittel erzeugt wurden (vor allem durch die pharmazeutische Industrie), warum wir den Menschen solche Mittel überhaupt anbieten sollen oder gar müssen und was die Ziele solcher Angebote sind. Letztlich entscheidet dann die bloße technische Machbarkeit und der ökonomische Gewinn darüber, ob sie auch legal zur Verfügung gestellt werden. Man vertraut darauf, dass der Mensch schon Wege findet, in „verantwortlicher Weise“ damit umzugehen, und lehnt dahingehende kritische Zweifel als Ausdruck eines pessimistischen Menschenbilds ab. Insbesondere lehnt man das Argument ab, dass perfektionierende Eingriffe ins Gehirn der „Natur des Menschen“ widersprechen.

3.4 Die „Natur“ als Grenze des Verfügungsrechts? –

Die „Natur“ als lebensdienliche Ordnung!

Die Verwendung des Begriffs Natur in der Ethik geht insbesondere auf den Philosophen Aristoteles und stoische Philosophen zurück. Nach ihnen ist der Mikrokosmos Mensch ein Abbild der immer gleichbleibenden Harmonie des Makrokosmos. Der Natur wohnt ein Streben, eine „Entelechie“ inne, diese Harmonie zu erhalten. Dieser Begriff von „Natur“ ist also nicht primär physikalisch und auch nicht nur biologistisch zu verstehen. Die Natur hat eine Teleologie, einen ihr immanenten Sinn, dem gemäß der Mensch leben muss, wenn sein Leben gelingen soll. Die Natur ist also auch als ethisches Vorbild nachzuahmen. Überbietbar ist sie nicht. Sie ist also einmal Physis und Bios und zum anderen zugleich ethischer Maßstab und Norm menschlichen Lebens und der Technik. Die Natur wird, auch wenn ihre Ordnung gestört werden kann, im Grunde doch als unveränderlich und als durch die Technik unüberbietbar gedacht.

Die Auffassung, dass die „Natur“ für ethische Entscheidungen richtungweisend sein kann und soll, gründet aber auch in theologischen Überlegungen, vor allem in der Vorstellung, dass der Mensch Geschöpf Gottes und das Leben Gabe Gottes ist, die ihm zum verantwortlichen Gebrauch vor Gott, Menschen und der gesamten Schöpfung von Gott anvertraut ist, die aber dennoch nicht sein Besitz ist, über den er frei und ohne ethische Begründung nach seinem Ermessen verfügen darf. Unter dieser Voraussetzung sind verändernde Eingriffe ins Leben, insbesondere ins Gehirn, dessen Leistungen physiologische Grundlage des seelisch-geistigen Lebens und damit der Persönlichkeit und ihrer Identität sind, begründungsbedürftig, zumindest, wenn man durch chemische und technische Mittel direkt verändernd in die „natürliche Beschaffenheit“ des Menschen eingreift, insbesondere wenn seine seelisch-geistigen Fähigkeiten dadurch verändert werden. Die Frage nach den Grenzen dieser Verfügbarkeit ist dann identisch mit der nach den heilsamen Grenzen menschlicher Freiheit und der Erkenntnis, dass eine Vernunft und Freiheit, die ihr Geschöpfsein, ihre Eingebundenheit in die und Abhängigkeit von der Natur leugnet, nur Willkürfreiheit sein kann.

Die „Natur“ wurde in der Neuzeit schon vor Darwin „mechanisiert“ und damit ihres Selbstzwecks als Schöpfung Gottes und eines ihr innewohnenden Sinnes und ihrer ethischen Bedeutung beraubt. Daher darf der Mensch die Natur auch als bloßes „Material“ für seine eigenen Wünsche und „Baupläne“ behandeln. So berechtigt die Behauptung ist, dass sich aus einer bloß biologistisch verstandenen Natur keine ethischen Normen und Werte direkt ableiten lassen („naturalistischer Fehlschlusses“), so problematisch ist aber die dahinter stehende These, dass die Natur, auch die menschliche, jedes immanenten Sinnes entbehrt und „bloßer Stoff“ für veränderndes menschliche Handeln ist. Diese Problematik hat z.B. Hans Jonas in seinen naturphilosophischen und ethischen Schriften dargelegt.

Es kann nicht bestritten werden, dass der Mensch immer versucht hat, seine Lebensbedingungen mittels Technik zu verbessern. Der Anthropologe Arnold Gehlen (*Der Mensch, seine Natur und seine Stellung in der Welt*, Frankfurt am Main, 8. Aufl. 1971) hat den Menschen als ein Wesen beschrieben, das mit vielen natürlichen Mängeln geboren wird, die das Tier nicht hat, die der Mensch daher durch seine Kultur zu kompensieren herausgefordert ist.

Insofern sei das vorgegebene natürliche Leben dem Menschen selbst aufgegeben. Dies sei die anthropologische Grundlage der Technik. Gehlen hat dabei noch nicht an den Einbau von Technik in den menschlichen Körper und erst recht nicht an verbessernde biochemische und technische Eingriffe ins Gehirn gedacht. In Hinsicht auf seine seelisch-geistigen Fähigkeiten hat er den Menschen nicht als ein „Mängelwesen“, sondern als ein hervorragend ausgestattetes Wesen verstanden.

Es stellt sich freilich die Frage, in welcher Weise und mit welchen Mitteln sich dieses Aufgegebensein der Natur realisieren soll. Von der Antike bis zu I. Kant, A. Gehlen u.a. war man der Meinung, dass die Natur des Menschen durch die Mittel der Kultur zu gestalten ist und so in einen menschlich-ganzheitlichen Lebenshorizont eingeordnet wird. Dabei ist es entscheidend, dass der Mensch sich in seinem Gestaltungsauftrag des Lebens im Rahmen der begrenzten natürlichen Offenheit seines Lebens bewegt. Weder intentional noch erst recht nicht real soll er sie zur technischen Erschaffung einer „neuen“ Natur hin überschreiten. Der Mensch soll nicht Schöpfer eines neuen, eines vollkommenen Menschen oder gar eines Übermenschen werden. Vor allem soll das menschliche Leben vor einer grenzenlosen Verfügbarkeit und Instrumentalisierung als Objekt verändernden Handelns geschützt werden, das Leben soll nicht machbar werden, denn mit Zielsetzungen wie einer Vervollkommnung zum perfekten Menschen übernimmt der Mensch sich als begrenztes Geschöpf, verkennt er, dass er durch seine instrumentelle Vernunft auch mehr Unheil als Gutes bewirken kann. „Playing God“ ist kein Auftrag des Menschen, sondern Folge der Leugnung seines Geschöpfseins und des Unterschieds zwischen Schöpfer und Geschöpf.

Wenn man zur Bestimmung der ethischen Grenzen bei Eingriffen in das Leben auf die Natur Bezug nimmt und von ihr her Kriterien zu gewinnen versucht für das, was dem menschlichen Leben angemessen und heilsam ist, so ist die Natur des Menschen sicher nicht biologisch zu verstehen. Dazu bedarf es zumindest ihrer Einordnung in eine ganzheitliche Sicht des Lebens. Was für den Menschen das „Natürliche“ und „Naturgemäße“ ist, ist nicht unter Abstraktion vom „Personalen“, den mitmenschlichen Beziehungen und der Bestimmung des Menschenlebens zu ermitteln. Nur unter dieser Voraussetzung kann im „Natürlichen“ bzw. dem „Naturgemäßen“

nach Hinweisen auf Grenzen gesucht werden, deren Überschreitung z.B. die Menschlichkeit bedroht und das Leben mehr gefährdet als bewahrt und fördert. In diesem Sinne hat schon D. Bonhoeffer (Ethik , München, 7.Aufl. 1966, 156 f.) gegen die Mechanisierung der Natur und die idealistische „Vergöttlichung des Menschen“ betont, dass das Natürliche „die Bewahrung des Lebens vor dem Unnatürlichen“, vor seiner „Vergewaltigung“ ist und damit die von „Gott der gefallenen Welt erhaltene Gestalt des Lebens“, die wir mit Ehrfurcht zu behandeln haben. Das Natürliche hat hinweisende Funktion darauf, wie wir das Leben vor Verdinglichung und Missbrauch als bloßes Material für menschliche Interessen, vor einer einseitigen Bewertung nach seinem Nutzen und damit einem würdelosen Umgang schützen. Die Frage nach dem Natürlichen ist damit identisch mit der Frage nach dem „Lebensdienlichen“ und nach den heilsamen Grenzen menschlicher Freiheit und der Erkenntnis, dass eine Vernunft und Freiheit, die ihr Geschöpfsein, ihre Eingebundenheit in die und Abhängigkeit von der Natur leugnet, nur die Willkürfreiheit des Sünders sein kann. Wahre Freiheit bewährt sich gerade in der Anerkennung von Grenzen, viel mehr im Verzicht auf das Machen des Machbaren als der Unterwerfung der Natur unter die menschliche Verfügungsgewalt. Es geht also darum, die Natur als lebensdienliche Ordnung wahrzunehmen und zu achten, indem das kulturelle menschliche Handeln an der Natur, insbesondere der eigenen Natur, nicht zu einem Handeln gegen, sondern zu einem Handeln mit der Natur wird. Nur dann bleibt der Mensch sich bewusst, dass er ein in seinen Fähigkeiten begrenztes Glied der Natur ist und immer in sie eingeordnet bleibt, er sich deshalb immer auch an der Natur als Maßstab orientieren muss. Es darf nicht zu einer Entzweiung zwischen dem Menschen als Naturwesen und als Kulturwesen kommen. Nur so kann die Natur auch als Schöpfung Gottes wahrgenommen und geachtet werden. Die ethische Herausforderung besteht also nicht darin, dass wir besser und schneller durch biochemische und sonstige Mittel an die Erfordernisse der ökonomisch-technischen Zivilisation angepasste Menschen brauchen, sondern umgekehrt darin, dass diese Zivilisation an die biologische und die seelisch-geistige Natur des Menschen angepasst wird und bleibt.

3.5 Die „Natur“ als Leben zerstörendes Chaos und der Heilsauftrag der Menschen

Gegen das antike Verständnis von Natur ist vor allem einzuwenden, dass es die der Natur innewohnenden zerstörerischen Kräfte nicht hinreichend in Blick nehmen kann. In der Natur ist nicht nur Ordnung, „Harmonie“, die Leben ermöglicht, sondern auch viel Leben zerstörendes Chaos wirksam. Beides ist Natur. Die Natur darf daher nicht mit der guten Schöpfung Gottes gleichgesetzt werden. Das Leben zerstörerische Chaos ist auch nicht mit der Unvollendetheit der Schöpfung und des menschlichen Lebens zu verwechseln. Es ist Zerstörung der Schöpfung, ist von Gott nicht gewollt und geschaffen und ist doch in der Negation der Schöpfung eine höchst reale und wirksame Macht. Wenn sie von Gott nicht gewollt ist, dann ist es dem Menschen verwehrt, ihr ein von Gott gewolltes Recht in der Schöpfung einzuräumen, dann hat er ihr vielmehr Widerstand zu leisten, hat das Leben vor dieser Zerstörung zu bewahren und es möglichst zu heilen oder erträglich zu gestalten (U. Eibach, Glaube, Krankenheilung und Heil, in: Evangelische Theologie 66 /2006, 297 ff.). Das bedeutet aber nicht, dass zur Bekämpfung von Krankheiten jedes Mittel recht ist und dass dieser Widerstand gegen die Krankheiten nur mit medizintechnischen Mitteln zu führen ist, und erst recht nicht, dass die Verbesserung der unvollkommenen Natur auch eine Form der Heilung ist.

Die Natur kann also nicht unbesehen zur ethischen Richtschnur menschlichen Handelns werden. Vielmehr kommt es darauf an, in der Natur zwischen Schöpfung und zerstörerischem Chaos möglichst zu unterscheiden. Das schließt auch ein, dass man die Einschränkungen des Lebens, die Ausdruck der geschöpflichen Unvollendetheit und Unvollkommenheit sind, von den das normale Leben eindeutig bedrohenden Krankheiten unterscheidet. Diese Unterscheidung kann uns nicht so gelingen, dass wir immer klare Grenzen zwischen Schöpfung und Chaos ziehen können. Daraus sollte man aber nicht (mit den Autoren des erwähnten Memorandums) folgern, dass es keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen Krankheit und Gesundheit und entsprechend zwischen der Therapie von Krankheiten mit dem Ziel der Wiederherstellung oder Besserung der gestörten Lebensfunktionen einerseits und einer Verbesserung des nicht kranken, des „natür-

lichen“ Lebens andererseits gibt. Die Übergänge mögen mitunter fließend sein und werden es insbesondere, wenn man mit der WHO „Gesundheit“ rein subjektiv als den Zustand vollkommenen Wohlbefindens definiert und damit die meisten Menschen als krank, wenigstens aber als verbesserungsbedürftig einstuft. Dieser utopische Begriff von Gesundheit ist wenig tauglich für das praktische, vor allem das medizinische Handeln, und er eröffnet gleichsam die Tore zur Verbesserung der Leistungen der normalen Natur gemäß menschlichen Wünschen. Indem man den Unterschied zwischen Krankheiten und normalen Lebensfunktionen herunterspielt, kann man dann auch schlussfolgern, dass man Mittel, die man zur Therapie von Krankheiten einsetzt, auch in ähnlicher Weise zur Verbesserung normaler Eigenschaften einsetzen darf. Eine solche Nivellierung von eindeutigen Unterschieden verkennt, dass anthropologische und ethische Kriterien nicht dadurch hinfällig werden, dass es z.B. gleitende Übergänge zwischen gesund und krank gibt und dass nicht alle Fälle eindeutig eine der beiden Gruppen zugeordnet werden können. Dadurch wird ihre Geltung für die eindeutigen Bereiche keineswegs aufgehoben. Die Unterscheidung zwischen Normalität und Gesundheit einerseits und Krankheiten andererseits bleibt auf jeden Fall ein theologisch und anthropologisch grundlegendes Kriterium, an dem sich unsere Eingriffe in das Leben zu orientieren haben.

Es ist aufgrund dieser Unterscheidung zwischen Gesundheit (bzw. Normalität) und Krankheit selbstverständlich, dass in der Therapie eindeutiger Krankheiten auch Methoden und Mittel angewendet werden dürfen und oft auch müssen, deren Gebrauch und Anwendung bei normal gesunden Menschen keineswegs ethisch gerechtfertigt werden kann.

3.6 Zur Unklarheit in den Zielen des Neuroenhancement

Die Ziele von verändernden Eingriffen ins Gehirn sind nur relativ klar, wenn es sich um die Therapie von eindeutigen Krankheiten handelt, sie werden aber völlig verschwommen, wenn es um biochemische und sonstige Beeinflussungen der Hirnfunktionen normaler Menschen geht. Es bleibt völlig unklar, warum wir solche Mittel überhaupt brauchen, in welchem Interesse ihre Produktion und Anwendung liegt und wer davon welchen Nutzen hat.

Anhänger des gekennzeichneten liberalen Standpunkts vertreten hauptsächlich die Ansicht, dass das Individuum selbst entscheiden muss, was die Ziele der Einnahme biochemischer Mittel zur Beeinflussung der Leistungen des Gehirns sein sollen, denn sie gehen davon aus, dass das Leben Besitz des Menschen ist, über den er uneingeschränkt verfügen darf. Bei dieser nur an den Interessen des Individuums orientiertem Betrachtungsweise gerät leicht aus dem Blick, dass der Gebrauch solcher Mittel übergreifende gesellschaftliche Auswirkungen hat und dass ihr Gebrauch sehr schnell als „normal“ oder gar als das „Natürliche“ betrachtet werden wird und dass sich die Grenzen des Erlaubten immer mehr in Richtung einer biochemischen und vielleicht auch technischen Steuerung unserer seelisch-geistigen Fähigkeiten verschieben. Es bleibt völlig unklar, was die Folgen einer solchen Entwicklung sein werden, vor allem auch, wie sie unser Bild vom Menschen verändern, wenn der Mensch sich in dem, was sein Menschsein ausmacht, biochemisch und technisch immer mehr selbst steuert und zuletzt vielleicht auch konstruiert.

Natürlich kann man für verbessernde Eingriffe ins Gehirn auch gesellschaftliche Interessen geltend machen. Die Natur des Menschen, nicht zuletzt seine psychisch-geistige Konstitution, ist den zunehmend komplexer werdenden und sich immer schneller wandelnden Herausforderungen der von der Technik und Ökonomie geprägten Zivilisation nicht mehr gewachsen. Man braucht angeblich „bessere“ – gemeint ist, besser an die technische Zivilisation angepasste – Menschen, die mit der Geschwindigkeit der Entwicklung noch mithalten und ihre Komplexität noch überschauen und sie wenigstens noch in bestimmten Teilgebieten lenken können. Vielleicht braucht man auch moralisch „robustere“, mehr pragmatisch denkende Menschen, die sich weniger durch ethische Bedenken beeinflussen lassen. Die alten Methoden der Erziehung sind dafür nach Ansicht mancher „fortschrittsorientierter“ Menschen viel zu wenig effizient, zielgerichtet und zu langsam. Nur durch direkte Eingriffe ins Genom und ins Gehirn können nach ihrer Meinung die erforderlichen „Verbesserungen“ in einer angemessenen Zeit hergestellt werden. Es stellt sich also die Frage, ob Nietzsche nicht mit der Vorhersage recht hat, dass die mit immer größerer Geschwindigkeit vorangetriebene technische Zivilisation es geradezu erzwingt, dass der

Mensch sich als „Kunstprodukt“ selbst herstellt, seine eigene Natur primär als Material für ein solches besseres „Kunstprodukt“ gebraucht, dessen Schöpfer er selbst ist und das daher sein Daseinsrecht und seine Würde nicht mehr Gott, sondern nur Menschen, genauer, ihrer instrumentellen Vernunft verdankt, ein Wesen, ja ein Produkt, das deshalb auch gemäß den Erfordernissen der technisch-ökonomischen Zivilisation „gebaut“ und immer weiter instrumentalisiert werden darf. Es scheint mir hier Nietzsches Hinweis lange bedenkenswert zu sein, dass der schnelle Fortschritt im technisch Machbaren keine Besinnung auf die Ziele mehr zulässt, dass von dieser Besinnung aber das Menschsein, die Humanität der Menschheit abhängt. Dazu gehört nicht zuletzt eine Besinnung auf das, was der Sinn des Menschseins und die Bestimmung des Menschenlebens in dieser Welt ist. Auch wenn wir durch diese Besinnung die Entwicklung hin zur „Herstellung des Menschen durch Menschen“ nicht wirklich verhindern, sondern nur verzögern, können wir dadurch vielleicht doch wenigstens erreichen, dass wir wissen, was wir tun und in wessen Dienst wir das tun, im Dienst des Menschen oder im Dienst „Mephistos“ und seiner „Ökonomie“.

Christen und christliche Kirchen haben allen Anlass, vor der Illusion zu warnen, dass sich in den vielen, auch den uneingeschränkt begrüßenswerten Fortschritten in der Beherrschung des Lebens von selbst der Fortschritt zu einer humaneren oder gar zur heilen Welt vollzieht. Sie sollten stets daran erinnern, dass der Mensch in dieser irdischen Welt immer nur ein unvollkommenes Wesen, „Gottebenbild im Fragment“ ist und bleiben wird, dessen Leben nur durch den Tod hindurch von Gott zur Gottebenbildlichkeit vollendet wird. Nicht diese Unvollkommenheit als vielmehr ihre Leugnung und die Weigerung, sie anzunehmen und mit ihr zu leben, ist Ausdruck der Sünde, der Leugnung, dass der Mensch bleibend das ganze Leben hindurch auf Gott und die Zuwendung von Menschen angewiesen bleibt und nie sein eigener Schöpfer sein kann. Christen sollten daher immer daran erinnern, dass das Leben keinesfalls nur und wahrscheinlich auch nicht in erster Linie dadurch besser gelingt, dass wir bestimmte Einschränkungen des Lebens und Krankheiten besser medizintechnisch behandeln können, und erst recht nicht davon, dass wir die bestimmte Eigenschaften des Mensch technisch „aufrüsten“ wie einen PC, als vielmehr dadurch, dass der Mensch

auch willens und fähig bleibt, solche Grenzen und die mit ihnen vielleicht auch verbundenen Leiden zu ertragen und sie durch mitmenschliche Zuwendung und Pflege erträglich zu gestalten, also dadurch, dass in unserer Gesellschaft die Kräfte der Nächstenliebe erhalten bleiben. Die Leidensfähigkeit ist ein notwendiger Gegenpol zur Glücksfähigkeit. Glück wird nur auf dem Hintergrund des Leidens als Glück erlebt und geschenkt. Es ist nicht herstellbar, erst recht nicht durch biochemische Eingriffe ins Gehirn. Ohne die Fähigkeit, Unvollkommenheiten und Leiden zu ertragen, kann das Leben in den Grenzen des Geschöpfseins, im Leben und im Sterben nicht gelingen. Leiden an der Unvollkommenheit gehören zu den Herausforderungen des Menschseins, die der Mensch nicht mit technischen Mitteln „wegmachen“ sollte, sondern mit denen er lernen sollte zu leben und die er annehmen sollte.

4. Ergebnis: Ethische Regeln für Eingriffe in das Gehirn

1. Entscheidend für die christliche Sicht des Menschen ist, dass das Leben nicht Besitz des Menschen ist, über den er frei nach seinem Ermessen verfügen darf.

Daher bedürfen insbesondere alle verändernden Eingriffe am und im Gehirn der ausdrücklichen ethischen Rechtfertigung, zumal jede Beeinflussung der Hirnfunktionen auch mehr oder weniger tiefgehende Rückwirkungen auf die Persönlichkeit haben kann.

Begründungsbedürftig ist daher nicht das Verbot solcher Mittel, sondern ihre Herstellung, ihr Angebot und ihr Gebrauch.

2. Das Verbleiben unseres die menschliche Natur verändernden Handelns in den Grenzen der Natur bekommt eindeutigen Vorrang vor ihrer Überschreitung, und zwar um so mehr, je tiefgreifender verändernd in die Natur des Menschen eingegriffen wird, je weniger die Folgen solchen Handelns für das gesamte Leben des Einzelnen und das Leben, auch das soziale wie kulturelle Leben (z.B. Menschenbild, Ethik) der menschlichen Gemeinschaft absehbar sind und je mehr diese Eingriffe in und an Organen oder entschei-

denden Bausteinen des Lebens, wie z.B. die Gene, vorgenommen werden, die die physische Grundlage dessen bilden, was das Wesen des Menschen, seine Persönlichkeit und ihre Identität ausmacht.

3. Medikamentöse und technische Eingriffe am und ins Gehirn sollten auf eindeutige Krankheiten begrenzt bleiben, und sie sollten entsprechend ausschließlich dem Heilauftrag der Ärzte unterstellt werden.

4. Der Krankheitswert einer Abweichung von der biologischen und seelisch-geistigen Norm muss um so eindeutiger sein, je ethisch problematischer die Methoden zur Behandlung dieser Krankheit sind, nicht nur für das betroffene Individuum selbst, sondern für den gesamten kulturellen Kontext, auf den sie einwirken. Die Hirnfunktionen chemisch und technisch verändernden Eingriffe sind in sich immer problematisch und bedürfen daher einer eindeutigen medizinischen Indikation.

Literatur:

Biochemische und chirurgische Eingriffe ins Gehirn. Von der Therapie zur Manipulation und Optimierung des Gehirns? In: Zeitschrift für medizinische Ethik, Jg. 56 (2010), Heft 3, S. 219-236

Autorenverzeichnis

Dr. Edgar Dahl

Geb. 1962. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Molekulare Biomedizin in Münster. Nach einem Studium der Philosophie und Biologie in Göttingen Spezialisierung auf Fragen der Bioethik. **Tätigkeit** u. a. am Centre for Human Bioethics in Melbourne und am Center for Bioethics and Humanities in New York. **Forschungsschwerpunkte:** Das Gebiet der moralischen, rechtlichen und sozialen Probleme der Reproduktionsmedizin. **Letzte Veröffentlichung:** ein Buch zur Religionskritik: „Wer zur Hölle will schon in den Himmel? Ein Brevier für Ungläubige und solche, die es werden wollen.“

Prof. Dr. Rolf Eckmiller

Geb. 1942 in Berlin. Diplom: Dipl.-Ing. in Elektrotechnik, Fachrichtung Nachrichtentechnik, Technische Universität Berlin (TUB), 1967; Promotion: Dr.-Ing. (summa cum laude) Technische Universität Berlin (TUB) und Institut für Physiologie, Freie Universität Berlin (FUB), 1971; Habilitation: Theoretische Medizin, Sinnes- und Neurophysiologie, Freie Universität Berlin (FUB), 1976; Forschung im Ausland: 1972-1973, 1977-1978 und 1982 Department of Physiology, University of California at Berkeley (UCB); Professuren: 1978-1992 C3-Professur und Leitung der Abteilung Biokybernetik, Universität Düsseldorf; 1992-2008 C4-Professur und Leitung der Abteilung Neuroinformatik, Institut für Informatik, Universität Bonn; seit 2008 Prof. (em.) Institut für Informatik, Universität Bonn. Freiberuflich als Berater tätig in den Bereichen: Neurotechnologie und Theoretische Onkologie: CONETHON=Consult. Neurotechnology + Theoret. Oncology. **Forschungsthemen:** Biophysik, Biokybernetik und Neurophysiologie des Nervensystems; Bionik und Neuroinformatik: Entwicklung Biomimetischer Systeme und lernfähiger technischer Systeme und Roboter; Neurotechnologie: Entwicklung lernfähiger Neuroprothesen; Theoretische Onkologie: Analyse und Therapie von Krebserkrankungen durch medizinisch-naturwissen-

schaftlich-technologische Teams. Patente bzw. Publikationen: Eckmiller, R. (2005): „Retinal implant with improved implantation and working properties“. US-Patent: US20050251223, Date of Patent: Nov. 10, 2005. Eckmiller, R.; Hünemann, R.; Becker, M. (1999): „Exploration of a dialog-based tunable retina encoder for retina implants. Neurocomputing“, 26-27, 1005-1011. Eckmiller, R.; Neumann, D.; Baruth, O. (2005): „Tunable retina encoders for retina implants: Why and how“. J. Neural Eng., 2, 91-104.

Prof. Dr. Ulrich Eibach

Geb. 1942. Studium und Staatsexamen (1970/1971) in Biologie, Philosophie und Ev. Theologie in Wuppertal, Heidelberg und Bonn; 1973 erstes Theologisches Examen, 1973-1974 Vikar der Evangelischen Kirche im Rheinland (EKiR), 1975 zweites Theologisches Examen; 1973 Promotion in Systematischer Theologie (Sozialethik) in Bonn (Dissertation: „Recht auf Leben – Recht auf Sterben. Anthropologische Grundlegung einer medizinischen Ethik“); 1974-1980 Wissenschaftlicher Assistent für Systematische Theologie und Sozialethik in Bonn bei Prof. Dr. Martin Honecker; seit 1981 Pfarrer am Universitätsklinikum Bonn (Venusberg) und Beauftragter der EKiR für Fortbildung und Fragen der Ethik in Biologie und Medizin; 1991 Habilitation in Systematischer Theologie und Ethik in Bonn; 1997 apl. Professor für Systematische Theologie und Ethik an der Universität Bonn; Mitglied der „Akademie für Ethik in der Medizin“ (Göttingen) und der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Theologie“. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Bioethik und medizinische Ethik; Schöpfungsglaube und Naturwissenschaften; Neurobiologie und Religion; Theologische Fragen der Krankenseelsorge. Veröffentlichungen (Auswahl): Eingriffe ins Gehirn. Zwischen Manipulation, Perfektionierung und Heilung menschlichen Lebens, in: Europäische Akademie für Lebensforschung; Integration und Zivilgesellschaft, EALIZ (Hg.): Der Wert des menschlichen Lebens im 21. Jahrhundert *oder* Zu den Grenzen der menschlichen Verfügungsgewalt, Wissenschaftliche Schriftenreihe EALIZ, Bd. 11, Krems (Österreich) 2010, S. 159-186; Biochemische und chirurgische Eingriffe ins Gehirn. Von der Therapie zur Manipulation und Optimierung? in: Zeitschrift für medizinische Ethik 56 (2010), S. 219-236.

Dr. Christian Hoppe

Geb. 1967. Neuropsychologe an der Universitätsklinik für Epileptologie, Bonn. Werdegang: 1993 Diplom katholische Theologie (Bonn), 1997 Diplom Psychologie (Bonn), 2004 Promotion in Psychologie (Dr. rer.nat.) (Bielefeld); Arbeitsschwerpunkte: Gedächtnis, Hochbegabung, Hypnose – Grenzbereich Hirnforschung/Philosophie/Theologie; Veröffentlichungen: F. Vogelsang und C. Hoppe (Hrsg.), Ohne Hirn ist alles Nichts. Impulse für eine Neuroethik. Neukirchener Verlag, 2008; Heinemann, T. *, Hoppe, C. *, Listl, S., Spickhoff, A., Elger, C. E. (2007). Zufallsbefunde in der bildgebenden Hirnforschung: Ethische Überlegungen und Lösungsvorschläge. Deutsches Ärzteblatt 104 (27) A 1982-1987. Hoppe, C. *, Poepel, A. * & Elger, C.E. (2007). Epilepsy: Accuracy of patient seizure counts. *Archives of Neurology* 64 (11), 1595-1599.

Martin Hubert

Geb. 1956. Studium der Germanistik, Philosophie und Politikwissenschaft an den Universitäten Regensburg und Marburg. Arbeitet als freier Journalist mit den Arbeits- bzw. Forschungsschwerpunkten im Grenzbereich von Geistes- und Naturwissenschaften. Veröffentlichungen: Ist der Mensch noch frei? Wie die Hirnforschung unser Menschenbild verändert. Walter, 2006.

Prof. Dr. Jutta Kray

Geb. 1968. 1987-1989 Studium an der Universität Bonn, Fachrichtung Psychologie. Abschluss: Diplomvorprüfung; 1989-1992 Studium an der Universität Hamburg, Fachrichtung Psychologie; Abschluss: Diplom; 1995-1998 Doktorandin am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin; Abschluss: Promotion zum Dr. phil. an der Freien Universität Berlin; 1998-2000 Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Allgemeine Psychologie, Fachrichtung Psychologie, Humboldt-Universität zu Berlin; 2000-2004 Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitseinheit Entwicklungspsychologie, Fachrichtung Psychologie, Universität des Saarlandes; 2004-2009 Juniorprofessorin an der Universität des Saarlandes; seit 09/2009 W2-Professur für Entwicklung von Sprache, Lernen und Handlung an der Universi-

tät des Saarlandes. Forschungsschwerpunkte: Kognitive Entwicklung über die Lebensspanne, kognitives Training, Sprache und Handlungssteuerung, Kognitive Kontrollfunktionen. Veröffentlichungen: Karbach J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978-990; Kray, J., Eber, J., & Karbach, J. (2008). Verbal self-instructions in task switching: A compensatory tool for action-control deficits in childhood and old age? *Developmental Science*, 11, 223-236; Kray, J. & Lindenberger, U. (2007). Fluide Intelligenz. In J. Brandtstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne*. Ein Lehrbuch (S. 194-220). Stuttgart, Germany: Kohlhammer Verlag.

Prof. Dr. Boris B. Quednow

Geb. 1972. 1992-1999 Studium der Pharmazie und Psychologie, Abschluss in Diplom-Psychologie, Universität Bonn; 2004: Promotion zum Doktor der Naturwissenschaften, Universität Bochum; 2010: Habilitation im Fach Psychologie, Universität Zürich. 1999-2005: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universität Bonn; 2005-2009: Postdoc an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich; seit 2009: Assistenzprofessor (SNF-Förderprofessur) an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich. Arbeits- bzw. Forschungsschwerpunkte: Pharmakopsychologie, Bio- und Neuropsychologie, Verhaltensgenetik; Themen: Endophänotypen der Schizophrenie, Prädispositionen und Folgen des illegalen Drogenkonsums (Ecstasy, Kokain, Cannabis), Neuroenhancement. Veröffentlichungen: Quednow BB, Ettinger U, Mössner R, Rujescu D, Giegling I, Collier DA, Schmechtig A, Kühn KU, Möller HJ, Maier W, Wagner M, Kumari V (2011). The schizophrenia risk allele C of the TCF4 rs9960767 polymorphism disrupts sensorimotor gating in schizophrenia spectrum and healthy volunteers. *J Neurosci* 31: 6684-6691. Quednow BB, Frommann I, Berning J, Maier W, Kühn KU, Wagner M (2008). Sensorimotor gating and habituation of the startle response in the prodrome of schizophrenia. *Biol Psychiatry* 64: 766-773. Quednow BB, Kühn KU, Hoppe C, Westheide J, Maier W, Daum I, Wagner M (2007). Elevated impulsivity and impaired decision-making cognition in heavy users of MDMA („Ecstasy“). *Psychopharmacology* 189: 517-530.

Dr. Frank Vogelsang

Geb. 1963. Direktor der Evangelischen Akademie im Rheinland. 1990 Dipl.-Ing. Elektrotechnik; 1994, 1. kirchliches Examen evangelische Theologie, 1998 Promotion: „Ingenieurethik. Ein Ansatz aus theologischer Perspektive“; Arbeitsschwerpunkte: Dialog zwischen Naturwissenschaft und Theologie, Bioethik, Neuroethik; neueste Veröffentlichung: „Offene Wirklichkeit. Ansatz eines phänomenologischen Realismus nach Merleau-Ponty“, Verlag Karl Alber, Freiburg/München 2011.

Das Forum Neuroethik an der Evangelischen Akademie im Rheinland

Das Forum Neuroethik wurde 2007 an der Akademie gegründet. Anlass dazu war die Tatsache, dass in den letzten 20 Jahren das Wissen um die Funktionsweise des Gehirns und um die Möglichkeiten bildgebender Verfahren zur Beobachtung des Gehirns, aber auch die Möglichkeiten, in das Gehirn operativ einzugreifen, rasch und immer weiter zugenommen haben. Dieser Wissenschaftsfortschritt wirft zugleich eine Reihe von ethischen Fragen auf. Mit dem Forum Neuroethik wurde an der Akademie ein Ort zur Information, zum Austausch und zur Diskussion über diese Fragen geschaffen. Dabei stehen zwei Themenfelder im Vordergrund:

Zum einen geht es um grundsätzliche Betrachtungen zum **Menschenbild**. Die Erkenntnisse der Neurowissenschaften fordern dazu heraus, die bisher gültigen Auffassungen neu zu überdenken: Hat der Mensch einen freien Willen? Was ist Moralität? Was ist Religiosität? Wie kann man belegen, dass dem Menschen Würde zukommt, dass er ein Geschöpf Gottes ist? Wie kann man die christlichen Einsichten in das Menschsein so formulieren, dass sie auch angesichts der Erkenntnisse der Neurowissenschaften verstanden werden? Welche Grenzen hat eine wissenschaftliche Beschreibung vom Menschen, was können die Wissenschaften mit ihren Methoden nicht erfassen?

Zum anderen geht es um die **Anwendungsmöglichkeiten** der neuen Erkenntnisse. Welche chirurgischen Eingriffe sind möglich? Wo lindern sie nur eine Krankheit, wo greifen sie bereits in die Integrität der Person ein? Wie kann man künftigen Missbrauch von Psychopharmaka wehren, die immer besser werden, mit immer weniger Nebenwirkungen? Wie geht man mit der Möglichkeit um, den Menschen durch künstliche Mittel leistungsfähiger zu machen? Sind in ferner Zukunft Mensch-Maschine-Schnittstellen direkt im Gehirn wünschenswert, wie kann man den damit verbundenen Größenphantasien wehren?

Die Ergebnisse der Tagungen werden im Anschluss daran in einem Tagungsband dokumentiert und veröffentlicht:

Frank Vogelsang und Christian Hoppe (Hg.):
Ohne Hirn ist alles nichts. Impulse für eine Neuroethik
Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlag 2008
ISBN 978-3-7887-2278-4

Frank Vogelsang und Christian Hoppe (Hg.):
Die Seele und der Tod. Was sagt die Hirnforschung?
II. Forum Neuroethik
Bonn: Evangelische Akademie im Rheinland 2008
ISBN 978-3-937621-24-1

Frank Vogelsang, Christian Hoppe (Hg.):
Bewusstsein und Geist – nur Hirngespinnste?
III. Forum Neuroethik
Bonn: Evangelische Akademie im Rheinland 2010
ISBN 978-3-937621-29-6

Frank Vogelsang, Christian Hoppe (Hg.):
Sollen wir den Menschen verbessern?
Versprechungen und Perspektiven des Neuroenhancements
V. Forum Neuroethik
Bonn: Evangelische Akademie im Rheinland 2011
ISBN 978-3-937621-34-0