

Armin Grunwald

**Neue Gehirn / Computer-Schnittstellen:
Schritte auf dem Weg zur Technisierung des
Menschen?**

Pre-Print: 03.09.2007

Erschienen in: Hildt, E.; Engels, E.-M. (Hrsg.): Der implantierte Mensch. Therapie und Enhancement im Gehirn. Freiburg, München, Karl Alber 2009, S. 183-208
(Lebenswissenschaften im Dialog, Bd. 5)

ITAS - Elektronische Pre-Prints

Allgemeine Hinweise

Wie mittlerweile viele wissenschaftliche Einrichtungen, bietet auch ITAS elektronische Pre-Prints an, die bereits zur Publikation akzeptierte wissenschaftliche Arbeiten von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern - in der Regel Buchbeiträge - darstellen.

Für die Autoren bietet dies den Vorteil einer früheren und besseren Sichtbarkeit ihrer Arbeiten; für die Herausgeber und Verlage die Möglichkeit einer zusätzlichen, werbewirksamen Bekanntmachung des jeweiligen Buchprojekts. Auf die in Aussicht stehende Veröffentlichung wird hingewiesen. Nach Erscheinen der Publikation werden der geänderte Status vermerkt und die bibliographischen Angaben vervollständigt.

Allgemeine Anregungen und Kommentare zu den ITAS Pre-Prints richten Sie bitte an Fritz Gloede (gloede@itas.fzk.de).

Empfohlene Zitierweise des vorliegenden Pre-Prints:

Grunwald, A.: Neue Gehirn / Computer-Schnittstellen: Schritte auf dem Weg zur Technisierung des Menschen?

Karlsruhe: ITAS Pre-Print: 03.09.2007;

<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/epp/2007/grun07-pre01.pdf>

Neue Gehirn / Computer-Schnittstellen: Schritte auf dem Weg zur Technisierung des Menschen?

Abstract

Die Neurowissenschaften haben in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte in Bezug auf das Verständnis der Funktionsweise des Gehirns, von Krankheiten des Gehirns und über verschiedene technische und pharmazeutische Anwendungsmöglichkeiten dieser Erkenntnisse gemacht. Diese Fortschritte betreffen auch Möglichkeiten, neue Schnittstellen zwischen dem Gehirn und technischen Systemen, vor allem Computern, zu schaffen. Sie können einerseits eingesetzt werden, um verloren gegangene oder beschädigte Körperfunktionen zu restituieren. Andererseits wird damit auch die technische Realisierung neuer oder "verbesserter" Schnittstellen zwischen Mensch und Technik vorstellbar. Vor diesem Hintergrund ist Ziel des vorliegenden Beitrags zu erkunden, ob und in welchem Sinn im Bereich der Gehirn/Computer-Schnittstellen von einer Technisierung des Menschen gesprochen werden kann. Die These ist, dass eine "Technisierung" des Menschen sich nicht an der Art oder dem Umfang technischer Schnittstellen des Menschen festmachen lässt. Vielmehr geht es um möglicherweise zunehmend "technische" Deutungen des Menschen als eines Maschinenwesens.

1. Einführung und Überblick

Die Neurowissenschaften haben in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte in Bezug auf das Verständnis der Funktionsweise des Gehirns, von Krankheiten des Gehirns und über verschiedene technische und pharmazeutische Anwendungsmöglichkeiten dieser Erkenntnisse gemacht. Die breite öffentliche Aufmerksamkeit, die sie erfahren, ist auch darauf zurückzuführen, dass ihr zentraler Gegenstand, das menschliche Gehirn, als biologisches Substrat unserer kognitiven Fähigkeiten und emotionalen Erlebnisweisen angesehen wird.

Diese Fortschritte betreffen auch Möglichkeiten, neue Schnittstellen zwischen dem Gehirn und technischen Systemen, vor allem Computern, zu schaffen (Stieglitz 2006). Vor allem im Kontext der Debatte zu den "Converging Technologies" (NBIC, Nano-Bio-Info-Cogno, vgl. Roco/Bainbridge 2002) werden mit derartigen Entwicklungen weit reichende, teils hoch spekulative und visionäre Erwartungen verbunden. Gehirn/Computer-Schnittstellen können einerseits eingesetzt werden, um verloren gegangene oder beschädigte Körperfunktionen zu restituieren. Andererseits wird damit auch die technische Realisierung neuer oder "verbesserter" Schnittstellen zwischen Mensch und Technik vorstellbar (Farah et al. 2004).

Hierbei kommt es, wie aus der jüngeren Geschichte der gesellschaftlichen und auch der technikphilosophischen Wahrnehmung der Technik bekannt, zu der Dualität von Technisierungshoffnungen einerseits (z.B. im Hinblick auf die Überwindung von gesundheitlichen oder körperlichen Defiziten) und Technisierungsbefürchtungen andererseits (wie z.B. Verlust an Individualität, Emotionalität und Spontaneität, aber auch Sorgen vor zunehmenden Kontrollmöglichkeiten und Autonomieverlusten). Sich abzeichnende Entwicklungen im Bereich der Neurowissenschaften werfen Fragen im Hinblick auf das Selbstverständnis des Menschen auf (Hennen et al. 2007) und erhöhen die Kontingenz in der *conditio humana* (Kollek 2005; Grunwald 2007).

Vor diesem Hintergrund ist Ziel des vorliegenden Beitrags zu erkunden, ob und in welchem Sinn im Bereich der Gehirn/Computer-Schnittstellen (hierzu wird in Kap. 2 eine knappe Einführung gegeben) von einer Technisierung des Menschen gesprochen werden kann. Hierzu ist zunächst die Redeweise von der Technisierung des Menschen in Bezug auf ihre Semantik und dabei unterstellte Prämissen, Einseitigkeiten oder Widersprüche sowie in Bezug auf den zugrunde liegenden Technikbegriff (Kap. 3) zu hinterfragen. So ist vor allem auf weitgehend unbeachtete Unterscheidungen aufmerksam zu machen, welche den Begriff der Technisierung des Menschen in jeweils ganz anderen Konnotationen und mit ganz anderen Folgen und Implikationen erscheinen lassen. Technisierung des Menschen kann z.B. verstanden werden (Kap. 4.1)

- in Bezug auf das *Individuum* als *Einbau technischer Artefakte* in den menschlichen Körper (künstliche Ersatzteile, Prothesen, Überwachungsgeräte etc.);
- in Bezug auf *kollektive* Angelegenheiten des Menschen als *technische Organisation der Gesellschaft* (z.B. durch Bürokratisierung, Militarisierung, Überwachung, Kontrolle etc.);
- in Bezug auf das menschliche *Selbstverständnis* als zunehmend *technische Deutungen* des menschlichen Körpers und Geistes (z.B. über naturalistische Interpretationen von Ergebnissen der Hirnforschung).

Die Diskussion um eine mögliche Technisierung des Menschen durch Gehirn/Computer-Schnittstellen darf sich nicht einseitig auf die erstgenannte Verständnismöglichkeit beschränken. Hier ist in beiden Richtungen zu differenzieren. Eine Technisierung des Menschen kann einerseits auch ohne ein Einbringen technischer Artefakte in den Körper erfolgen. Andererseits muss die Einbringungen technischer Artefakte in den Körper noch keine Technisierung des Menschen bedeuten. Die Analyse zeigt (Kap. 4), dass eine "Technisierung" des Menschen sich nicht an der Art oder dem Umfang technischer Schnittstellen des Menschen festmachen lässt. Vielmehr geht es um möglicherweise zunehmend "technische" Deutungen des Menschen als eines Maschinenwesens. Wesentliches Ergebnis dieses Beitrags ist, dass eine Technisierung des Menschen durch neue Gehirn/Computer-Schnittstellen am ehesten durch eine durch diese Schnittstellen nahe gelegte zunehmend "technische" Selbstbeschreibung in einer Maschinsprache zu erwarten ist (Kap. 4.4). Die Arena, in der über eine Technisierung entschieden wird, ist nicht der Operationssaal, in dem mit Neuroimplantaten gearbeitet wird, auch nicht das NBIC-Labor, in dem "Nervenstecker" entwickelt werden sollen, sondern die Art und Weise, welche Menschenbilder wir damit verbinden (Engels/Hildt 2005), wie wir über uns selbst denken und reden und welche Konsequenzen wir daraus ziehen.

2. Gehirn/Computer-Schnittstellen

Kognitive und emotionale Prozesse werden von elektrischen Aktivitäten im Gehirn begleitet. Mit elektrischer Aktivität ist auch die Signalübertragung zwischen den einzelnen neuronalen Elementen im zentralen Nervensystem verbunden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der elektrischen Kopplung von Nerven mit technischen Systemen durch so genannte neuroelektrische Schnittstellen.¹

2.1 Neuro-elektrische Schnittstellen

Neuroelektrische Schnittstellen können in zwei Richtungen arbeiten: einerseits können sie die elektrische Aktivität von Nerven oder Gehirnbereichen erfassen, interpretieren und nutzen, um z.B. ein externes Gerät wie einen Computer-Cursor zu steuern. Zum anderen können externe elektrische Signale angelegt werden, um bestimmte Nerven zu stimulieren, z.B. um einen Muskel zur Kontraktion zu veranlassen. Neuroelektrische Schnittstellen lassen sich nach dem Grad ihrer Invasivität charakterisieren in

- *nicht invasive Schnittstellen*: hierbei kommen Elektroden zum Einsatz, für deren Platzierung kein chirurgischer Eingriff erforderlich ist. Ein Beispiel sind Hirn-Computer-Schnittstellen, welche das Oberflächen-EEG über Haut-Elektroden am Schädel als Steuersignal aufnehmen.
- *semi-invasive Schnittstellen* erfordern einen chirurgischen Eingriff zu ihrer Platzierung, bei dem die Elektroden jedoch nicht direkt in das neuronale Gewebe eingelegt werden. Beispiele sind Elektroden unter der Hirnhaut zur Aufnahme von Feldpotenzialen der Großhirnrinde oder das Cochlea-Implantat.
- *invasive Schnittstellen* werden durch einen chirurgischen Eingriff in das zu stimulierende Gewebe eingesetzt.

¹ Dieses Kapitel folgt der Darstellung in der TAB-Studie zur Hirnforschung (Hennen et al. 2007, Kap. III).

Derzeit werden neuroelektrische Schnittstellen zur Behandlung in drei Bereichen eingesetzt. Dies sind (1) Erkrankungen und Verletzungen im Bereich der Systeme der *Sinneswahrnehmung*. Zu den für diese Gruppe eingesetzten neuroelektrischen Schnittstellen gehören audiotische Implantate (Cochlea-Implant, auditorisches Hirnstammimplantat) zur Wiederherstellung krankheitsbedingt verloren gegangener Hörfunktionen. Darüber hinaus werden Neuroprothesen vor allem für den Sehsinn (subretinales Implantat, epiretinales Implantat, Sehnervimplantat, Korteximplantat) und den Gleichgewichtssinn entwickelt.

(2) Es werden neuroelektrische Schnittstellen auch zur Behandlung von Erkrankungen und Verletzungen des *motorischen Systems* eingesetzt. Darin finden sich Bewegungsstörungen, deren Ursache im Bereich der unwillkürlichen Motorik liegt, wie z.B. der Morbus Parkinson oder die Dystonie, aber auch Störungen der Willkürmotorik mit Querschnittslähmung und Schlaganfall als Hauptursachen. Die zum Einsatz kommenden Systeme ermöglichen eine Bewegungsäußerung des Patienten in seiner Umwelt. Die bisher eingesetzten Systeme sind Gehirn/Maschine-Schnittstellen und die Tiefenhirnstimulation (Deep Brain Stimulation).

Schließlich zielt (3) der Einsatz neuroelektrischer Schnittstellen auf einige Erkrankungen im *Milieu intérieur* des menschlichen Körpers wie chronische Schmerzzustände, Zwangsneurosen, Depressionen und Epilepsie.

Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten neuroelektrischer Schnittstellen befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und haben dementsprechend in unterschiedlichem Maße Eingang in die medizinische Praxis gefunden. Eine Übersicht über Indikationen, eingesetzte Neuroprothesen und Stand der Entwicklung geben Hennen et al. (2007). Im weiteren Verlauf erfolgt eine Fokussierung auf Gehirn/Maschine-Schnittstellen.

2.2 Gehirn-Maschine-Schnittstellen

Obwohl man prinzipiell alle elektrischen Schnittstellen im Gehirn – also auch z.B. audiotische Hirnstammimplantate oder Implantate in der Sehrinde – als Gehirn-Maschine-Schnittstellen bezeichnen könnte, wird dieser Terminus gewöhnlich für Vorrichtungen reserviert, mit denen verlorene motorische oder sensomotorische Funktionen ersetzt werden können. Als Oberbegriff dient der englische Terminus *Human-Computer-Interface (HCI)*. Darunter werden Systeme verstanden, bei denen über elektrische Signale aus dem Gehirn, die z.B. durch eine *gedanklich vorgestellte* Bewegung ausgelöst werden, so genannte Aktoren (z.B. ein Cursor auf dem Bildschirm) gesteuert werden. Nichtinvasive HCI werden mit *Brain-Computer-Interface (BCI)* bezeichnet, invasive Systeme mit *Brain-Machine-Interface (BMI)*.

Das Prinzip besteht jeweils darin, durch willkürliche Anstrengung des Gehirns elektrische Hirnpotenziale zu generieren, welche mit geeigneten Sensoren aufgenommen und analysiert werden. Mit diesem Ergebnis der Analyse kann eine externe Einrichtung gesteuert werden. Über eine Rückmeldung kann der Patient seine eigenen Hirnströme "trainieren" und im Hinblick auf die Funktionalität des technischen Systems optimieren. Ein typisches motorisches HCI besteht daher aus drei wesentlichen Modulen: (1) dem Datenaufnahme-Modul mit Elektroden, welche die elektrische Hirnaktivität aufzeichnen können, (2) dem Datenanalyse-Modul zur Umwandlung des zuvor digitalisierten Hirnsignals in einen Code, der die beabsichtigte Aktion am besten "repräsentiert", und (3) dem Datenausgabe-Modul bzw. dem Aktor, der z.B. ein Computer-Interface (z.B. Cursor), ein robotischer Arm oder die gelähmte Extremität eines Patienten sein kann.

Bei den nichtinvasiven *Brain-Computer-Interfaces (BCI)* wird die bioelektrische Aktivität des Gehirns des Patienten über das Elektroenzephalogramm (EEG) genutzt. Beispielsweise kann einem Patienten auf einem Monitor eine Auswahl von Buchstaben oder Wörtern gezeigt werden. Die einzelnen Auswahlboxen unterscheiden sich auch durch ihr Hintergrund-Muster, welches jeweils ein spezifisches, unbewusstes elektrisches Potenzial in der Sehrinde auslöst. So kann durch konzentriertes Betrachten eines bestimmten Feldes mittelbar die gewünschte Aktivität ausgelöst werden, analog z.B. zum Drücken der Buchstabentaste in einem Textverarbeitungsprogramm, allein aufgrund von Hirnaktivität und ihrer Messung und Deutung. Derartige BCI sind jedoch wenig spezifisch, denn die zugrunde liegenden, von der Kopfhaut abgeleiteten EEG-Signale bestehen aus Summensignalen vieler Millionen Nervenzellen. Die erreichbare Informationsdichte und die Geschwindigkeit der Informationsübertragung sind demzufolge stark eingeschränkt. Dennoch sind bereits Systeme verfügbar, mit denen es z.B. möglich ist, Texte ohne Verwendung einer Tastatur mit etwa 50 Zeichen pro Minute zu schreiben, elektrische

Schalter zu betätigen oder eine künstliche Hand so zu bewegen, dass einfaches Greifen möglich wird (Hennen et al. 2007).

Durch invasive Systeme wird es möglich, die Hirnaktivität in bestimmten Bereichen gezielter zu messen, spezifischer zu interpretieren und zielgerichteter in Handlungen umzusetzen. Bei invasiven *Brain-Machine-Interfaces (BMI)* wird die Aktivität einzelner Neuronen bzw. kleiner Neuronengruppen abgeleitet und analysiert. Damit ist eine wesentlich höhere Flexibilität und Präzision von Bewegungen möglich als beim Einsatz von Oberflächen-Elektroden. Derartige Systeme befinden sich in einem "empirischen" Zustand und müssen für jeden Patienten nach Versuch und Irrtum optimiert werden.

2.3 Langfristige Entwicklungsperspektiven und Visionen

Visionäre Ideen zur Zukunft von neuro-elektrischen Schnittstellen gehen erheblich weiter. Mit einer künstlichen Hand Klavier spielen, als Querschnittgelähmter wieder Fußball spielen oder Fremdsprachenwissen auf einem Chip in das Gehirn einpflanzen, sind hierfür plastische Beispiele (Hennen et al. 2007). Visionen spielen in der Neuroprothetik – wie in der Nanotechnologie (Grunwald 2006) – eine nicht zu unterschätzende Rolle, vor allem für die Wahrnehmung des Forschungsfeldes in Öffentlichkeit und Politik, aber auch als Orientierung der weiteren wissenschaftlichen Forschungsagenda.

Entwicklungen im Grenzbereich zwischen realistisch Erwartbarem und visionär Utopischem sind z.B. Hybridimplantate (Verknüpfung von Zellmaterial mit Mikroelektronik) und "smarte" Implantate mit einem hohen Grad an Signalvorverarbeitung (z.B. selbstadaptierende Systeme), die auf semantisch höheren Ebenen des Zentralnervensystems eingesetzt werden können, sowie neurotechnische Schnittstellen ("Nervenstecker"). Dabei wird die zielgenaue und spezifische Kontaktierung einzelner Nerven mit hoher Bandbreite der Datenübertragung gleichzeitig vom Implantat zum Nerv und umgekehrt unterstellt. Einige Zukunftsszenarien beinhalten die Möglichkeit, verloren gegangene Hirnfunktionen bei degenerativen Erkrankungen wie Morbus Alzheimer durch technische Chips technisch ausgleichen zu können.

Die Steigerung der menschlichen Leistungsfähigkeit, die unter dem Stichwort "Human Enhancement" seit einigen Jahren viel diskutiert wird (Roco/Bainbridge 2002), eröffnet ein weites Feld für neurotechnische Schnittstellen (Farah et al. 2004, Stier 2006). Beispielsweise erscheint das Ziel, die menschlichen Sinne um die Bereiche des Ultraschallhörens zu erweitern oder Infrarotsehen für bestimmte Berufsgruppen über Retina Implantate zu ermöglichen, nicht mehr abwegig. Unklar ist allerdings, wie das menschliche Gehirn die Informationen über neuartige Sinne verarbeitet und wie sich diese Sinneserweiterung mental auswirken würde. In umgekehrter Richtung werden bereits Szenarien diskutiert, zusätzlich zu unseren Gliedmaßen beispielsweise einen »dritten Arm« in Form eines Roboters durch neuronale Signale aus dem Gehirn zu steuern.

Die Erweiterung der Speicherfunktion des menschlichen Gehirns und die Ermöglichung von "Sicherheitskopien" der im Gehirn gespeicherten Informationen sind nahe liegende Ziele der "technischen Verbesserung" des Menschen, wenn man das Gehirn als eine Daten speichernde und -verarbeitende Maschine modelliert. Durch einen Chip, der direkt am Sehnerv angeschlossen werden könnte, wäre es möglicherweise auch denkbar, alle visuellen Eindrücke in Echtzeit aufzuzeichnen und extern abzuspeichern. Auf diese Weise könnten alle visuellen Eindrücke, die im Laufe eines Lebens anfallen, jederzeit wieder abgerufen werden. Über Funkverbindung könnten diese auch mit externen Wissensbeständen gekoppelt werden. Sind einmal Gehirn/Computer-Schnittstellen einer bestimmten Funktionalität verfügbar, sind der Fantasie der Nutzungsmöglichkeiten kaum noch Grenzen gesetzt.

2.4 Gehirn/Computer-Schnittstellen

Die geschilderten Entwicklungen sollen schließlich, wie es das Thema dieses Beitrages besagt, auf die Schnittstelle(n) zwischen Gehirn und Computer bezogen werden. Gegenwärtig sind in diesem Bereich im Wesentlichen folgende Schnittstellen realisiert:

- Eingabe von Daten in den Computer über Tastatur, Maus, Touchpad, Touchscreens (z.B. bei Fahrkartensystemen), Sprachaufzeichnungssysteme etc.
- Ausgabe von Daten via Bildschirm, Lautsprecher oder Drucker etc.
- die Erstellung der Software durch Programmierung, ihr Test, ihre Validierung und ihre Weiterentwicklung

Alle diese Schnittstellen funktionieren über die klassischen menschlichen Sinnesorgane Auge und Ohr sowie über die motorischen Fähigkeiten, vor allem der Hand. Spracherkennungssysteme versuchen eine Abkürzung, indem das Eintippen von Texten über die Tastatur eingespart werden soll. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten sind bekannt.

In diesen etablierten Gehirn/Computer-Schnittstellen besteht einerseits eine tief gehende Asymmetrie zwischen Mensch und Computer: Programmierung, Verstehen und Entscheiden obliegen dem menschlichen Gegenüber. Andererseits sind auch Phänomene der Anpassungserzwingung durch Technik bzw. an Technik zu beobachten. Vor allem durch Benutzeroberflächen wird der Nutzer festgelegt und kann nur noch nach den programmierten Optionen handeln. Allerdings handelt es sich hier bei nicht um eine Abhängigkeit von der Maschine, sondern um die Verfestigung sozialer Asymmetrien, letztlich um die Dominanz der Software-Hersteller über die Nutzer. Das ist technikphilosophisch analog zur Anpassungserzwingung, welche z.B. die Konstrukteure von Dampfmaschinen den Arbeitern aufbürdeten.

Im Zentrum dieses Beitrages sollen jedoch nicht diese etablierten, sondern neue und teils noch futuristisch anmutende Möglichkeiten *direkter* Gehirn/Computer-Schnittstellen stehen. Das Wort "direkt" meint hier, dass es keine "Umwege" über die üblichen menschlichen Sensororgane und seine Gliedmaßen gibt. Das "Denken", technisch verstanden (und damit reduziert) als Gehirnaktivität, soll direkt mit der Datenverarbeitung im Computer vernetzt werden. Hier lassen sich folgende Vernetzungsarten unterscheiden (welche sich in Teilen auf die in Kap. 2.2 genannten Optionen neuroelektrischer Schnittstellen beziehen lassen):

- die Nutzung des Computers zur Erleichterung der „Eingabe“ in das Gehirn. Dies könnte zum Beispiel eine Unterstützung des Lesens dadurch bedeuten, dass ein Buchinhalt vom Computer über eine solche Schnittstelle direkt in das Gehirn eingespielt wird.² Die Unterstützung von Auswertungsprozessen durch ein „data mining“ könnte eine weitere Vision sein, oder auch das Surfen im Internet durch "reines" Denken.
- die Nutzung des Computers zur Unterstützung der „Ausgabe“ des Gehirns. Computer könnten z.B. als Steuerungsinstrument technischer Anlagen verwendet werden, indem sie rein "gedachte" Befehle in Steuerungsanweisungen umwandeln (das macht sie z.B. attraktiv für militärische Anwendungen). Sie könnten Gedanken ausdrucken oder in Dateien speichern lassen, ohne dass diese Texte eingetippt oder auch nur ausgesprochen werden müssen.
- die Nutzung des Computers als externes Speichermedium zur Erhöhung der Datenspeicherkapazität des Gehirns und als Backup der gesammelten Erinnerungen. So könnte es z.B. möglich werden, sämtliche im Laufe des Lebens aufgenommenen Sinnesindrücke zu speichern.
- die Nutzung des Computers als zusätzliches Datenverarbeitungsgerät zur Erhöhung der Informationsverarbeitungskapazität des Gehirns, z.B. durch Ermöglichung von "Multi-tasking".

Alle diese Visionen sind spekulativ und manche werden es vielleicht immer bleiben. Eine technikphilosophische Befassung mit ihnen scheint dennoch sinnvoll, da sie meinungsbildende Kraft haben und die Befindlichkeit in der *conditio humana* auch dann bereits verändern, wenn sie noch nicht Realität sind, ja, wenn sie vielleicht nie Realität werden (Grunwald 2007). Dies sei im Folgenden unter dem Thema einer möglichen Technisierung des Menschen unternommen.

² Ob ein auf diese Weise in das Gehirn "eingespielter" Buchinhalt auch ein "gelesener" Buchinhalt sein kann, sei an dieser Stelle nicht weiter diskutiert. Dies erscheint eher zweifelhaft, da ein derartiger Datentransfer noch keine "Aneignung" des transferierten Inhalts beinhalten würde.

3. Technikbegriff und Technisierung des Menschen

Das Wort der Technisierung ist in der technikphilosophischen Debatte des Öfteren anzutreffen. In der Regel ist es negativ konnotiert und wird häufig mit einer Unterordnung des Menschen unter Technik, einem Kontrollverlust und zunehmender, Unbehagen verbreitender Abhängigkeit des Menschen von Technik in Verbindung gebracht. Begriffliche Klarheit ist damit allerdings in der Regel nicht verbunden. Unschärfen sind jedoch wissenschaftlich unbefriedigend und machen entsprechende Diagnosen in politisch und gesellschaftlich relevanten Debatten anfällig für ideologische Vereinnahmungen. Aus diesem Grund soll in diesem Kapitel eine entsprechende, jedenfalls für die anschließenden Diagnosen gültige Klärung vorgenommen werden. Offenkundig hängt der Begriff der "Technisierung" stark mit dem zugrunde liegenden Technikbegriff zusammen. Daher wird daher zunächst der Technikbegriff expliziert, bevor dann der Begriff der Technisierung erläutert wird.³

3.1 Technik als Reflexionsbegriff

Was wir meinen, wenn wir über Technik *allgemein* oder über *die* Technik reden, ist nicht ohne weiteres klar. Lebensweltlich ist allerdings die Verständigung über Technik meist unproblematisch, da es jeweils um *konkrete* Technik oder Techniken (Geräte oder Verfahren) geht. Durch die jeweils konkreten Kontexte der betreffenden Kommunikationssituation (z.B. im Haushalt, im Umgang mit dem Automobil oder Geräten der Unterhaltungsindustrie) wird der Rahmen gesetzt, der die kommunikative Verständigung für die anstehende Bewältigung praktischer Probleme (z.B. Handlungsweisen im Falle nicht funktionierender Techniken) ermöglicht. Dies gilt auch in der professionellen Befassung mit Technik. Die im Rahmen technischer Berufe (z.B. Elektrotechnik, Maschinenbau) etablierte Praxis einschließlich der Lehr-, Lern- und Forschungstätigkeiten legt fest, was dort jeweils unter Technik verstanden wird. In diesen, lebensweltlichen und professionellen Praxen gelingender Kommunikation über Technik(en) werden grundsätzlich „partikulare“ Technikbegriffe einer begrenzten Reichweite verwendet.

Ein philosophisch relevanter allgemeiner, vielleicht gar universeller Technikbegriff lässt sich aus den in der Lebenspraxis eingeübten partikulären Begriffen der „Techniken“ jedoch nicht ohne weiteres gewinnen. Wenn über die Technik allgemein geredet wird – und sobald man sich auf ein Thema wie dem der Technisierung des Menschen einlässt, ist man immer auf dieser generalisierenden Ebene –, ist die Ebene der konkreten Techniken bereits verlassen. Eine zentrale Beobachtung (Grunwald/Julliard 2005) ist, dass Aussagen über „die“ Technik *nicht* notwendiger Weise, wenn sie für „die“ Technik Geltung beanspruchen, auch für jede Einzeltechnik gelten müssen. "Technik" ist entgegen dem verbreiteten Verständnis kein Oberbegriff zu den lebensweltlichen „Techniken“, so wie es der Begriff "Möbel" zu Tischen, Stühlen etc. ist (Grunwald/Julliard 2005). Genauso wenig ist der sprachpragmatische Ort des Redens über Technik *generell* der gleiche wie der des Redens über die vielen konkreten Techniken.

Vielmehr erweist sich der Technikbegriff als *Reflexionsbegriff*, mit dem auf je spezifische Aspekte von Technik generell eingegangen wird. Wer von Technik generell spricht, interessiert sich für *bestimmte Aspekte* von Technik in einer *generalisierbaren Absicht*. In der Verwendung des allgemeinen Technikbegriffs reflektieren wir auf eine oder mehrere Perspektiven, unter denen wir das „Technische“ an Handlungsvollzügen und Gegenständen *als Technik generell* bzw. entsprechende generalisierte Eigenschaften dieser Technik thematisieren. Das Attribut „technisch“ wird auf diese Weise als ein Zuschreibungsbegriff zu einer Handlung oder einem Produkt bestimmt. Die Zuschreibung erfolgt dann, wenn bestimmte Regelmäßigkeiten, Reproduzierbarkeiten oder Situationsinvarianzen an diesen Handlungsvollzügen oder Gegenständen *hervorgehoben* werden sollen. Die Zuschreibung des Attributes „technisch“ ist dabei nicht in dem Sinne fixiert, dass sich für einen Betrachtungsgegenstand (z.B. ein Produkt) ein für alle Mal angeben lässt, ob es technisch oder nichttechnisch ist. Die Zuschreibung ‚technisch‘ hängt von der gewählten Perspektive und dem darin enthaltenen Erkenntnisinteresse ab. Es lassen sich drei Reflexionsebenen unterscheiden, deren gemeinsame Perspektive die Frage nach dem Anteil an Situationsinvarianz und Regelmäßigkeit von Mitteln und Handlungen ist:

³ Die Überlegungen in diesem Kapitel fassen die Thesen des Beitrages von Grunwald/Julliard 2005 kurz zusammen.

- (1) *Reflexion genereller Aspekte von Techniken*: Die Reflexion auf das im Partikularen verborgene Allgemeine kennzeichnet *jede* generalisierende Rede über Technik. Das Allgemeine in den partikularen, lebensweltlichen wie professionellen Technikbegriffen kann z.B. in ihrer Künstlichkeit, in ihrer Gegenständlichkeit oder in dem Verweis auf ihren instrumentellen Charakter bestehen. Welcher Verallgemeinerungsaspekt gemeint ist, hängt von den jeweiligen Herausforderungen der Lebensbewältigung ab, über die kommuniziert wird.
- (2) *Reflexion genereller Eigenschaften von Mitteln*: Eine weitere Perspektive der Reflexion besteht in der Betrachtung des Mittelcharakters der Technik (Hubig 2006). Hier wird von übergreifenden Funktionen „der Technik“, von generalisierten Zwecken und damit von gesellschaftlichen Funktionen der Technik gesprochen. Die Reflexivität des Technikbegriffs verweist in dieser Perspektive auf generelle Aspekte im Bezug der Mittel zu Zwecksetzungen in Handlungsgefügen, wie z.B. in der These, die generelle Funktion von Technik sei die Kompensation der Defizite des Mängelwesens Mensch (Gehlen 1962).
- (3) *Reflexion der Einsatzmöglichkeiten und Grenzen*: Fragen nach der Generalisierbarkeit von Handlungsschemata und nach der situationsübergreifenden Einsetzbarkeit von technischen Artefakten gehören zum Technikbegriff untrennbar hinzu. Insofern etwas als „Technik“ beschreiben wird, wird nicht nur die Frage gestellt, ob dieses „etwas“ Mittel zum Zweck ist, sondern auch – darüber hinausweisend – ob dieses „etwas“ über die konkrete Situation hinaus, über die spezifischen Anforderungen im Einzelfall hinaus und sogar über den jeweiligen Verwendungszusammenhang hinaus „generell“ Mittelcharakter haben könne.

Durch diese Unterscheidungen wird eine Ontologisierung von Technik vermieden. ‚Technik‘ fungiert eben nicht als Sammelbegriff für konkrete Techniken (gegenständliche Artefakte und/oder Verfahren), sondern bezeichnet spezifische Perspektiven des Redens über diese Techniken.

Es bleibt die Frage nach dem pragmatischen Ort dieses allgemeinen Technikbegriffs. In welchen Situationen kann ein derartig abstrakt bestimmter Begriff zu Lebensbewältigungen zum Thema „Technik“ beitragen? Den Ausgangspunkt der Beantwortung liefert die Beobachtung, dass wir nicht nur in konkreten Praxisfragen der Technik (unter Verwendung der genannten partikularen Technikbegriffe wie z.B. Kernenergie oder Mobilfunk) über Technik reden, sondern auch *in Form einer übergreifenden gesellschaftlichen Diskussion über Technik* allgemein (Grunwald/Julliard 2005). Hier geht es um Themen wie das Verhältnis von Technik und Natur, die Bedrohung der Dauerhaftigkeit einer technischen Zivilisation (Jonas 1979), die Technisierung des Menschen (s.u.) und der Gesellschaft sowie ihre Grenzen. Weitere Perspektiven der Diskussion sind technische Risiken, die Frage nach einem verborgenen Technikdeterminismus oder der weitgehenden Gestaltbarkeit von Technik. Weitergehende Analysen fragen nach der Rolle von Technik in den Selbstbeschreibungen des Menschen und der Gesellschaft oder in Beschreibungen der Natur. Zur lebenspraktischen Bewältigung von Technik gehört der Umgang mit diesen generalisierenden Diskussionen, auch wenn ihr konkreter Praxisbezug nicht immer evident ist. Sie dienen als Mittel der gesellschaftlichen Selbstverständigung über Technik, indem in ihnen z.B. Deutungsmuster zur Diagnose der Rolle von Technik für den Menschen und in der Gesellschaft entwickelt und konträre Positionen klar herausgearbeitet werden. Besonders virulent sind diese Debatten vor allem dort, wo neue Techniken als Handlungsmöglichkeiten in die soziale Praxis erst noch Eingang finden müssen.

3.2 Die Ambivalenz der Regelhaftigkeit des Technischen

Als Kennzeichen des generalisierenden Redens über Techniken und damit als Kennzeichen des reflexiven Technikbegriffs haben wir Regelhaftigkeit, Reproduzierbarkeit und Situationsinvarianzen erwiesen (Grunwald/Julliard 2005). Wenn es um Technisierung des Menschen gehen soll, ist also nach dem *Regelmäßigen* in den Angelegenheiten des Menschen bzw. nach dessen Zunahme durch Gehirn/Computer-Schnittstellen zu fragen.

Technische Regeln (dazu Grunwald 2000), soziale genauso wie ingenieurtechnische Aspekte betreffend, stellen das Immer-wieder-Gelingen einer Handlung unter bestimmten Bedingungen in Aussicht. Technik erlaubt die wiederholte Ausführung von Handlungen. Sie ermöglicht damit das Aufstellen von Handlungsregeln, die sich vom historisch singulären Kontext ablösen und sich auf andere Situationen übertragen lassen. Regeln ermöglichen Üblichkeiten des Handelns in der Zeit. Die Übertragbarkeit von Handlungsregeln und die dadurch ermöglichte Verlässlich-

keit sind das Fundament menschlicher Kooperation. Sie ermöglicht z.B. die Aufteilung von Handlungsketten in Einzelhandlungen und die Verteilung der Einzelhandlungen auf die verschiedenen Akteure und schafft damit die Möglichkeit des Planens und der Arbeitsteilung (Grunwald 2000). Regeln des Handelns ermöglichen erst die Ausbildung und Stabilisierung kollektiver Strukturen und Identitäten über die Zeit hinweg. Bestimmte Formen der Regelmäßigkeit in Situationen und Verläufen sind die Bedingung der Möglichkeit von Kultur.

Beispiele für derartige Funktionen des Technischen sind technische Verfahren und die wiederholbare Nutzung technischer Artefakte – soweit würden auch traditionelle technikphilosophische Positionen gehen. Darüber hinaus aber sind in gleicher Weise geregelte soziale Zusammenhänge, geregelte Entscheidungsprozeduren und rechtlich verdichtete Regeln des Zusammenlebens zu nennen. Sie sorgen für gegenseitige Verständlichkeit und sind bei Bedarf aktualisierbar. Wiederholte Aktualisierung von Handlungsschemata und das Reproduzieren von Zuständen sind nicht der Sphäre technischer Artefakte vorbehalten, sondern auch in sozialen Kontexten etabliert.

Obwohl also Regelmäßigkeit Vorbedingung des gemeinschaftlichen Zusammenlebens und auch Vorbedingung zeitübergreifender Kulturbildung ist, ist sie dennoch *ambivalent*. Widerstand gegen Technik als Widerstand gegen ein Übermaß an Regelmäßigkeit tritt nicht historisch zufällig auf, sondern ist in Technik selbst angelegt. Sie beruht auf der tief greifenden *Ambivalenz des Regelmäßigen*: Einerseits bedarf die Sicherung des Lebens der Regelmäßigkeit, andererseits ist letztere eine Bedrohung der Freiheit und der Individualität. Für gelingendes menschliches Leben in einer Gesellschaft muss das Regelmäßige mit dem (historisch) Einmaligen in einer ausgewogenen Balance stehen. Widerstand gegen Technik ist vor diesem generalisierenden Hintergrund nicht bloß Widerstand gegen bestimmte Artefakte, sondern verweist auf einen Grundzug menschlicher Gesellschaften: auf die Ambivalenzen zwischen Sicherheit und Freiheit, zwischen Spontaneität und Regelmäßigkeit, zwischen Planung als Eröffnung von Handlungsoptionen und einer „Verplanung“ als Schließung von Optionen. In gesellschaftlicher Wahrnehmung bedrohlich wirkt hier vor allem das Technische im Sozialen, weniger die Technik als Ensemble von Maschinen und Apparaten. Indizien für diese „dunkle Seite“ der Regelmäßigkeit und damit „der Technik“ sind folgende sozialen Bereiche.

- *Bürokratie*: Bürokratie stellt vor dem Hintergrund des reflexiven Technikbegriffs eine Technisierung von Verwaltungsabläufen zuungunsten weniger formaler Kommunikationsmuster dar. Regelmäßigkeit, Kontrolle, hierarchische Strukturierung von Abläufen etc. lassen die Bürokratie als eine „soziale Maschine“ erscheinen, die für bestimmte Funktionen bestimmte reproduzierbare Resultate produziert. Der Maschinencharakter äußert sich auch darin, dass eine Bürokratie aus funktional ersetzbaren Einzelteilen besteht – Menschen als "Rädchen im Getriebe". Die gesellschaftliche Ambivalenz dieses Funktionsmusters lässt sich leicht aus negativen Konnotationen von Begriffen wie ‚Bürokratisierung‘ erkennen.
- *Militär*: Das Militärische lässt sich ebenfalls als eine Form technischer menschlicher Verhaltensweisen deuten. Das Marschieren z.B. stellt eine „technische“ Fortbewegungsweise des Menschen dar, mit dem bekannten Stehschritt als extremer Ausprägung. Die Technisierung von Kommunikation durch strikte Hierarchisierung der Kommandostrukturen lässt sich hier anführen, genauso wie sich das Militär insgesamt als technisches System interpretieren lässt. Wird gesellschaftlich das Militär als abgegrenzter Bereich zur Erfüllung bestimmter Funktionen weitgehend anerkannt, so zeigt sich die Ambivalenz jedoch dann, wenn von einer Militarisierung der Gesellschaft insgesamt die Rede ist. Im wilhelminischen Preußen etwa drangen technisch-militärische Umgestaltungsformen in weite Bereiche der Gesellschaft vor.
- *Globalisierung*: Die Globalisierung hat auch ein technisches Gesicht. In Bezug auf die technische Globalisierung gibt es weit reichende Bedenken, dass auf diese Weise weltweit mehr Regelmäßigkeit und mehr Gleichförmigkeit einkehren würden, verbunden mit einem erheblichen Verlust von Traditionen und kultureller Vielfalt.

Befürchtungen des „eindimensionalen Menschen“ (Marcuse 1967) sind genau dieser Art. Als Befürchtungen vorgebracht, stellen sie der gesellschaftlichen Technikdiskussion in generalisierender Absicht deutliche Fragen: welcher Grad an Regelmäßigkeit und Reproduzierbarkeit ist nötig, welcher möglich, welcher in welchen Bereichen erwünscht oder auch nur akzeptabel? Indem der reflexive Technikbegriff aber auch auf die positiven Eigenschaften der Regelmäßigkeit

keit aufmerksam macht, erweist er sich auch hier als ein Medium zur Austragung relevanter gesellschaftlicher Debatten, ohne in diesen bereits eine technikoptimistische oder -skeptische Ausgangsposition einzunehmen. Dies erscheint für die Betrachtung von Technisierung (s.u.) erforderlich, um nicht von vornherein durch die Wahl des begrifflichen und technikphilosophischen Ausgangspunktes bereits das Ergebnis der Analyse zu determinieren.

4. Technisierung des Menschen durch Gehirn / Computer-Schnittstellen?

An dieser Stelle können nun die begrifflichen Überlegungen und die Darstellung des Standes neuro-elektrischer Schnittstellen und ihrer visionären Entwicklungen unter dem Aspekt der "Technisierung des Menschen" zusammengeführt werden.

4.1 Der Begriff der Technisierung des Menschen

Die "Technisierung des Menschen" ist eine in der Debatte um Technik und die "Zukunft der Natur des Menschen" (Habermas 2001) verbreitete Wortkonstellation. Nach dem Gesagten handelt es sich hierbei ohne Zweifel um eine *generalisierende* Wortkonstellation. Generalisierungen werden in dieser Wortkonstellation gleich in zweierlei Hinsicht vorgenommen:

- (1) generelle Betrachtung von "Technisierung", in der es nicht mehr um einzelne partikuläre Techniken geht, sondern um Technik allgemein;
- (2) generelle Betrachtung "des Menschen" und nicht einzelner Menschen, damit generalisierende Betrachtung entweder der Gattung Mensch oder in anthropologischer Hinsicht der Natur "des Menschen" generell.

Diese doppelte Generalisierungsperspektive erlaubt verschiedene semantische Konnotationen. So kann, entlang der Unterscheidung zwischen der individuellen und der sozialen Seite des Menschen, Technisierung eine höhere Regelhaftigkeit des Menschen auf individueller Ebene (Technisierung der Menschen) oder auf kollektiver Ebene bedeuten (Technisierung des Menschen). Die Befürchtungen sind ähnlich – Autonomieverlust, externe Kontrollmöglichkeiten, Instrumentalisierung des Menschen, Verlust der Urheberschaft der eigenen Biographie (Habermas 2001) –, würden sich aber jeweils stark unterschiedlich ausprägen. Geht es in diesen beiden Verständnissen um Deutungen der lebensweltlichen oder gesellschaftlichen Verfasstheit des Menschen und seiner technikbezogenen Entwicklungen, so lässt sich der Begriff der Technisierung auch auf einer sprachlichen Metaebene der "Bilder vom Menschen" formulieren. Damit lassen sich folgende semantische Aspekte der "Technisierung des Menschen" unterscheiden:

- Einbau technischer Artefakte in den menschlichen Körper (künstliche Ersatzteile, Prothesen, Überwachungsgeräte, Chip im Gehirn) als eine Technisierung "des Menschen" auf (zunächst) individueller Ebene. (Kap. 4.2).
- Transformation der "menschlichen" Gesellschaft hin zu einer "technischen" Gesellschaft einschließlich ihrer "technischen" Organisation (Kap. 4.3).
- Technisierung des Menschenbildes: Kausalwissen über das Gehirn (z.B. über hirneurologische Abläufe) könnte zunehmend technische Deutungen des Menschen insgesamt nahe legen (Kap. 4.4).

Diese semantische Unterteilung des Begriffs der Technisierung erlaubt nun, die Frage einer möglichen Technisierung des Menschen durch Gehirn/Computer-Schnittstellen als Verschiebung zu stärkerer Regelhaftigkeit zu beantworten.

4.2 Technik im Menschen – eine Technisierung des Individuums?

Inwieweit neue technische Artefakte und Verfahren im Zusammenhang neuroelektrischer Schnittstellen eine Technisierung des Individuums bedeuten (was, bei hinreichend vielen derart technisch aufgerüsteten Individuen aber auch eine gesellschaftsweite Bedeutung haben könnte,

z.B. durch dadurch gesetzte Standards und Maßstäbe, Siep 2005), kann in mehrerer Hinsicht verstanden werden: als zunehmende Abhängigkeit von Technik, als zunehmende Kontrollmöglichkeit, als Verlust von Autonomie.

Neue technische Gehirn/Computer-Schnittstellen können und werden die Bedeutung gegenständlicher Technik für den Menschen erhöhen. Technische Artefakte am oder im Gehirn würden die schon vorhandene Abhängigkeit des Menschen von Technik vergrößern. Die Betroffenen würden sich an die neuen technischen Unterstützungen von Gehirnleistungen gewöhnen, sie schließlich als selbstverständlich erachten und wären möglicherweise nicht mehr oder nur noch bedingt in der Lage zu agieren, wenn diese technischen Schnittstellen einmal versagen würden. Diese Abhängigkeit von technischen Leistungen ist allerdings nichts prinzipiell Neues, sondern ist aus vielen Bereichen bekannt. Die Situation ist bekannt, wenn z.B. das Auto seinen Dienst versagt. Ein Indiz für eine dramatisch zunehmende Technisierung des Menschen durch Gehirn/Computer-Schnittstellen ist dies allerdings nicht, sondern es handelt sich um graduelle Veränderungen auf der Linie des bisherigen technischen Fortschritts.

Die technische Unterstützung von Hirnfunktionen oder ihre Erweiterung legt allerdings mögliche Missbrauchsszenarien nahe. Es könnten die Möglichkeiten externer Kontrolle ("Fernsteuerung") und Überwachung vergrößert werden. Die technische Beeinflussung von Gefühlen und die Ermöglichung "künstlicher" Gefühle ist ein besonderer Punkt, der mit üblichen Maßstäben menschlicher Authentizität kollidieren könnte (allerdings zurzeit eher im pharmazeutischen Bereich relevant). Neue Möglichkeiten der Spionage und der Ausspähung durch Sicherheitsbehörden oder einen Überwachungsstaat sind vorstellbar. Hier stellen sich Fragen des Datenschutzes, der informationellen Selbstbestimmung, aber auch Fragen nach zukünftigen Gestaltungen der Mensch/Maschine-Schnittstelle generell. Ob es hier zu einer allgemeinen Technisierung des Menschen kommen wird, hängt von der Art und Weise ab, wie neue Gehirn/Computer-Schnittstellen in die Gesellschaft "integriert" werden, also in welcher Weise sie Bestandteil von "sozio-technischen Systemen" (Ropohl 1979) werden. Hier besteht frühzeitiger Reflexions- und Handlungsbedarf, auch und gerade in der Ethik.

Möglichkeiten der "technischen Verbesserung" des Menschen (Neuro-Enhancement) spielen hier ebenfalls eine große Rolle (Farah et al. 2004). Sobald funktionsäquivalente technische Realisierungen von Körperfunktionen verfügbar sind, wie z.B. ein künstliches Ohr oder ein künstliches Auge, steht die Frage von "Verbesserungen" im Raum. Technikphilosophisch ist die Idee des Verbesserns der neuzeitlichen Technik immanent. Sobald etwas technisch realisiert ist, wird sofort nach Optimierungen in verschiedenen Hinsichten gefragt. Insofern ist durch die Idee der technischen *Substituierung* verloren gegangener Funktionen des menschlichen Körpers (wie z.B. des Sehens oder Hörens) die Idee der *Verbesserung* dieser Funktionen bereits mitgedacht. Technisches Handeln kennt keine Grenze *per se* zwischen einem Heilen und einem Verbessern.

Auch diese Entwicklungen, wenn sie denn einmal möglich wären, stellen nicht automatisch eine Technisierung des Menschen dar. Denn eine technische Verbesserung des Menschen, z.B. mittels neuer Gehirn/Computer-Schnittstellen, wäre *auch* eine *emanzipatorische* Errungenschaft (Grunwald 2007). Möglichkeiten autonomen Lebens könnten erweitert werden, indem Abhängigkeiten von Vorgegebenem, hier der biologischen Ausstattung des Individuums, reduziert würden. Direkte Gehirn/Computer-Schnittstellen könnten die Autonomie des Menschen erhöhen oder seine Wahlmöglichkeiten hinsichtlich eines guten Lebens vergrößern. Sicher wird es auch darum gehen, Missbrauchsmöglichkeiten wie etwa eine nicht konsenterte externe Kontrolle von Geistesfunktionen zu verhindern. Damit ist diese Situation technikphilosophisch jedoch nicht neu: erwarteten Vorteilen stehen Befürchtungen von Missbrauch, Risiken oder anderen unerwünschten Entwicklungen (z.B. mangelnder Verteilungsgerechtigkeit, Siep 2005) entgegen, die auf unsicherem Folgenwissen aufbauen. Betrachtungen dieser Art führen zu einem Reflexions- und Gestaltungsauftrag, nicht aber zu starken ethischen Gegenargumenten. Insbesondere die Tatsache, dass hier ein "informed consent" möglich und verpflichtend ist, unterscheidet diese Formen einer "technischen Verbesserung" des Menschen von einer gentechnischen "Verbesserung" nicht einwilligungsfähiger Embryonen (Habermas 2001).

Mit der Steigerung der Kontingenz in der *conditio humana* (Grunwald 2007) steigen gleichermaßen die Gefahr von Technisierung, Kontrolle und freiheitsgefährdender Regelmäßigkeit einerseits und die Chance auf mehr Autonomie des Menschen und Emanzipation von bislang unbeeinflussenden Zwängen andererseits. Mittels des reflexiven Technikbegriffs wird deutlich, dass Gehirn/Computer-Schnittstellen auf individueller Ebene ambivalent sind und dass daher

eine Gestaltungsaufgabe der *kulturellen Einbettung* dieser Entwicklungen entsteht. Der Schluss von einer technischen Verbesserung des individuellen Menschen auf eine damit *notwendig* verbundene Technisierung wäre jedenfalls ein Fehlschluss.

4.3 Auf dem Weg zu einer technisierten Gesellschaft?

Eine technisierte Gesellschaft kann nach Maßgabe des reflexiven Technikbegriffs in mehrerer Hinsicht verstanden werden: als zunehmende gesellschaftliche Abhängigkeit von Technik mit den dadurch erzeugten Zwängen zur Regelmäßigkeit und Anpassung an die Zwänge der Technik, als Entwicklung hin zu einer im sozialen Bereich stärker regelgeleiteten Technik (vgl. die Beispiele der Bürokratisierung und der Militarisierung in Kap. 3) und als Übergang in eine "technische" Gesellschaftsform.

Der erste Punkt setzt die Diskussion aus Kap. 4.2 fort. Zu fragen ist, ob durch eine verbreitete Einführung neuer Gehirn/Computer-Schnittstellen Zwänge zur Regelmäßigkeit und Anpassung erzeugt werden können, die die Autonomie des Menschen gefährden würden. Zweifelsohne kann zwar aufgrund der spekulativen Natur und des Fehlens von Wissen über die Verbreitung und Folgen neuroelektrischer Schnittstellen dazu zurzeit praktisch nichts Substantielles gesagt werden. Allerdings ist die Annahme eines möglicherweise entstehenden Anpassungsdrucks in der Folge eines "Verbesserungs-Booms" nicht unplausibel (Siep 2005). Dies wäre ein zur Anpassungserzwingung im Rahmen technischer Systeme analoger Vorgang (Hubig 1993), wie z.B. des mehr oder weniger sanften Zwanges zur Beteiligung an der elektrischen Energieversorgung, am Telefon und zunehmend auch an der Internetnutzung. Was gegenwärtig hierzu gesagt werden kann, beschränkt sich allerdings auf den Hinweis auf Reflexions- und Gestaltungsmöglichkeiten im Verlaufe der weiteren Entwicklung (analog zu Kap. 4.2).

Nicht anders verhält es sich mit möglichen Befürchtungen hinsichtlich neuer gesellschaftlicher – und auch im Sozialen technisierter – Konstellationen unter Einsatz der Gehirn/Computer-Schnittstellen. Hier kommen zurzeit aufgrund der Entwicklungen nach dem 11. September 2001 vor allem die Entwicklungen hin zu einem Überwachungsstaat in den Blick. Im Kontext eines starken Sicherheitsbedürfnisses und angesichts diffuser Bedrohungsszenarien ist es wenigstens prinzipiell vorstellbar, dass Gehirn/Computer-Schnittstellen auch zu Überwachungs- und Ausspähungszwecken eingesetzt werden könnten. Die damit verbundene Problematik ist jedoch aus den Überwachungen von Wohnungen und Telefonanschlüssen bekannt. Entsprechende Folgenreflexion kann an laufende Debatten anschließen und würde nicht grundsätzlich neue Fragen aufwerfen, auch wenn die entsprechenden Technologien durch neue Gehirn/Computer-Schnittstellen "näher" an dem Menschen heran rücken würden.

Weniger in einem explorativen Sinne – welche Folgen neuer Gehirn/Computer-Schnittstellen sind möglich oder erwartbar? – sondern in einem normativen Sinne wird der Begriff der "Technisierung" in der aktuellen Debatte um den Transhumanismus verwendet (Coenen 2006). Technisierung in kollektiver Hinsicht, die Selbstverwandlung des Menschen hin zu einer global vernetzten „Intelligenz“, in der Menschen, wenn überhaupt noch, nur mehr die „Endgeräte“ einer perfektionierten Technik wären, sind hier normativ gemeinte Zielbestimmungen für die weitere Entwicklung der Menschheit. In transhumanistischen Kreisen wird die Aufgabe der Menschheit darin gesehen, ihre eigenen Mängel dadurch zu überwinden, dass sie eine technische Zivilisation schaffe, die die Menschen mit ihren hinlänglich bekannten Defiziten letztlich überflüssig mache. Eine vom Menschen geschaffene und sich dann selbständig weiter entwickelnde technische Zivilisation sollte die menschliche Zivilisation ablösen (als Überblick vgl. Coenen 2006). Eine Selbstabschaffung des Menschen zugunsten der Technik wäre selbstverständlich eine Technisierung des Menschen.

Der reflexive Technikbegriff zeigt deutlich, dass "Technisierung" in dieser Debatte nicht auf Artefakte oder einen Einbau von Technik in den Menschen bezogen wird, sondern geschichtsphilosophisch auf seine Entwicklung als Gattung – eine Generalisierungsperspektive, die ansonsten in der Debatte um die Technisierung des Menschen kaum thematisiert wird und die auch im nachmetaphysischen Zeitalter (Habermas 1988) kaum anschlussfähige Argumentationen liefern kann. Gleichwohl ist auch dies eine Facette der Technisierungsdiskussion.

4.4 Technisierung des Menschenbildes?

Schließlich ist an eine weitere semantische Dimension einer "Technisierung des Menschen" zu erinnern, die eher selten thematisiert wird: eine zunehmende Selbstbeschreibung des Menschen in technischen Begriffen und mit Analogien aus technischen Wissenschaften. Eine Technisierung des Menschen findet hierbei begrifflich statt, als andere Seite der Medaille der von vielen Naturwissenschaftlern und einigen Philosophen versuchten Naturalisierung des Menschen (Engels/Hildt 2005).

Menschenbilder sind begriffliche Aggregate aus Zuschreibungen von „Eigenschaften“ des Menschen, die in einer *generalisierenden Rede* Verwendung finden. Sie decken ganz verschiedene Aspekte ab, z.B. die Körperlichkeit des Menschen, die geistige Verfasstheit, seine/ihre kulturelle, soziale bzw. politische Seite etc. Der Begriff „Menschenbild“ ist ein *Reflexionsbegriff* zur Erfassung von Eigenschaften, die wir Menschen „generell“ zuschreiben (vom Begriffstyp steht er damit auf einer Stufe mit dem Technikbegriff, vgl. Kap. 3).

Eine Technisierung der Sprache über Lebendes ist, als Beispiel, zurzeit in der Nanobiotechnologie zu beobachten. Molekulare „Fabriken“ (Mitochondrien) und „Transportsysteme“, Mechanismen der Energieerzeugung, sowie Datenspeicher und Datenlesesysteme großer Kapazität werden verwendet, um lebende Systeme (Zellen und ihre Bestandteile) zu charakterisieren. Dabei arbeiten funktionelle Biomoleküle als Bestandteile von Lichtsammel- und Umwandlungsanlagen, Signalwandler, Katalysatoren, Pumpen oder Motoren. In der Nanobiotechnologie wird die Sprache des „engineering“, letztlich die des Maschinenbaus auf biotische Systeme angewendet.

Auf dieser Ebene würde man sicher noch nicht von einer "Technisierung des Menschen" sprechen, sondern eher von einer Technisierung des Lebens. Angesichts der Tendenzen zur Reduktion des Menschen auf das naturwissenschaftlich beobachtbare und damit auf das technisch Beeinflussbare (Habermas 2001) sind jedoch analog auch verstärkt technische Deutungen "des Menschen" als komplexe Maschine (z.B. als kybernetische Maschine, Janich 1996) zu beobachten. In dieser Hinsicht wäre die Technisierung des Menschen dann abgeschlossen, wenn es eine "rein technische" Beschreibung des Menschen gäbe. Dies wäre eine Beschreibung, in der "wir" uns mit der technischen Selbstbeschreibung zufrieden geben würden. Die Technisierung als technisch gewendete Seite fortschreitender Versuche einer Naturalisierung des Menschen wäre damit an ihr Ziel gekommen. Für Aspekte des Menschlichen, die sich in dieser Maschinensicht nicht erfassen ließen, wäre dann kein Platz mehr.

Die Technisierung des Menschen durch die Technisierung von Menschenbildern in der Folge neuer Gehirn/Maschine-Schnittstellen ist die vermutlich relevanteste Gefahr eines neuen Reduktionismus in diesem Feld. Wissenschaftlich-technische Fortschritte in Neurophysiologie, Bio- und Gentechnologie und eben durch Nano- und insbesondere Nanobiotechnologie (Roco/Bainbridge 2002) haben in vielen Kreisen die Idee einer technischen, d.h. einer Maschinenbeschreibung des Menschen – auf der Basis eines durch Nanotechnologie für viele plausibler gewordenen atomaren Reduktionismus, Grunwald 2006 – als deutlich näher gerückt erscheinen lassen. Die mögliche Reduktion des Menschen auf eine besondere Art von EDV-Geräten oder kybernetischer Maschinen im Rahmen einer vollständigen Informatisierung des Menschen (Janich 1996) ist eine Entwicklung, die sorgfältiger Beobachtung bedarf. Hier zeigen sich möglicherweise Wissenschafts- und Technikfolgen darin, wie wir uns selbst verstehen – und dies sind vermutlich Folgen großer Tragweite.⁴ Reflexion und Gestaltung unter ethischen und sozialen Aspekten sind gefragt, um die "Bereicherung" des Menschen durch neue Gehirn/Computer-Schnittstellen zu erlauben, ohne aber in Gefahr zu geraten, damit technische Menschenbilder zu verbreiten. Es muss weiterhin möglich sein, den Menschen als "transtechnisches" Wesen zu thematisieren, als ein Wesen, das von der Technik in seinem Körper profitiert, aber in dieser Technik nicht aufgeht.

⁴ Beispielsweise würde eine Technisierung des Menschen als technische Selbstdeutung in keiner Weise mehr erlauben, über Grenzen seiner technischen Verbesserung nachzudenken, da der Gedanke der Verbesserung jedem technischen System immanent ist.

5. Epilog

Eine Technisierung des Menschen durch neuartige Gehirn/Computer-Schnittstellen kann, so das Resümee, vor allem durch dadurch nahe gelegte Veränderungen der menschlichen Selbstbeschreibung erfolgen. Inwieweit der Mensch technisiert ist, zeigt sich zum großen Teil in den kursierenden Menschenbildern und den dabei verwendeten sprachlichen Mitteln. Ein in diesem Sinne laufender Versuch einer Technisierung des Menschen kann z.B. in den aktuellen Ansätzen einiger Hirnforscher gesehen werden, den Menschen als ein rein kausal und damit wie eine determinierte Maschine ablaufendes Wesen zu erklären (als Überblick vgl. Hennen et al. 2007). Technisierung des Menschen erscheint hier als die andere Seite der Medaille einer vollständigen Naturalisierung. Angesichts der damit verbundenen erkenntnistheoretischen, ethischen und anthropologischen Probleme und Fragen ist hier ein erheblicher Reflexionsbedarf vorhanden, ebenso wie eine öffentliche Auseinandersetzung mit diesen Positionen.

Hingegen sind Befürchtungen einer Technisierung des Menschen durch den verstärkten Einbau technischer Artefakte in den menschlichen Körper und in das Gehirn zwar nicht auszuschließen, aber auch nicht evident. Technisierungen im Hinblick auf eine erhöhte Regelmäßigkeit und eine entsprechend größere Kontrollmöglichkeit, Einschränkung von Handlungsoptionen etc. des Menschen, individuell und kollektiv, sind keine notwendige Folge des Einbaus technischer Artefakte in das menschliche Gehirn, sondern hängen von der Art und Weise des Umgangs mit diesen technischen Artefakten und den entsprechenden Gehirn/Computer-Schnittstellen ab. Insofern es Befürchtungen einer Technisierung des Menschen gibt, sind sie zunächst Anlass für eine sorgfältige Beobachtung und Folgenreflexion. Darüber hinaus können sie Überlegungen motivieren, wie emanzipatorische, heilende oder ggf. auch "verbessernde" Gehirn/Computer-Schnittstellen implementiert werden können. Demzufolge haben Folgenreflexionen über eine Technisierung des Menschen die wichtige Funktion, Gestaltungsoptionen hinsichtlich zukünftiger Gehirn/Computer-Schnittstellen zu explorieren, um Befürchtungen hinsichtlich einer Technisierung vermeiden und die entsprechenden Technologien für legitime Zwecke einsetzen zu können. In diesem Sinne hat auch der philosophische Diskurs eine "konstruktive" Funktion.

Literatur

- Clausen, J. (2006): Ethische Aspekte von Gehirn-Computer-Schnittstellen in motorischen Neuroprothesen. *International Review of Information Ethics* 5(2006)9, S. 25-32
- Coenen, C. (2006): Der posthumanistische Technikfuturismus in den Debatten über Nanotechnologie und Converging Technologies. In: A. Nordmann, J. Schummer, A. Schwarz (Hg.): *Nanotechnologien im Kontext*. Akademische Verlagsgesellschaft, S. 195-222
- Engels, E., Hildt, E. (2005, Hg.): *Neurowissenschaften und Menschenbild*, Paderborn 2005
- Farah, M.J., J. Illes, R. Cook-Deegan, H. Gardner, E. Kandel, P. King, E. Parens, B. Sahakian, P.R. Wolpe (2004): *Neurocognitive Enhancement: what can we do and what should we do?* *Nature Reviews: Neuroscience* 5, S. 421-425
- Fukuyama, F. (2002): *Das Ende des Menschen*, Oldenbourg, 2002
- Gehlen, A. (1962): *Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt*. 7. Aufl. Frankfurt/Bonn
- Grunwald, A. (2000): *Handeln und Planen*. München: Fink
- Grunwald, A. (2002): Wenn Roboter planen: Implikation und Probleme einer Begriffszuschreibung. In: W. Rammert, I. Schulz-Schaeffer (Hg.): *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt, New York: Campus Verlag 2002, S. 141-160.
- Grunwald, A. (2006): Nanotechnologie als Chiffre der Zukunft. In: A. Nordmann, J. Schummer, A. Schwarz (Hg.): *Nanotechnologien im Kontext*. Akademische Verlagsgesellschaft, S. 49-80
- Grunwald, A. (2007): *Converging Technologies: visions, increased contingencies of the conditio humana, and search for orientation*. *FUTURES* 39, S. 380-392
- Grunwald, A.; Julliard, Y. (2005): Technik als Reflexionsbegriff. Zur semantischen Struktur des Redens über Technik, in: *Philosophia Naturalis*, Heft 1, 2005, S.:

- Habermas, J. (1988): *Nachmetaphysisches Denken*. Suhrkamp, Frankfurt
- Habermas, J. (2001): *Die Zukunft der menschlichen Natur*. Frankfurt: Suhrkamp
- Hennen, L., Grünwald, R., Revermann, C., Sauter, A. (2007): *Hirnforschung. Arbeitsbericht des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)*, Berlin
- Hubig, C. (2006): *Die Kunst des Möglichen I. Technikphilosophie als Reflexion der Medialität*. Bielefeld: transcript
- Janich, P. (1996): Kulturalistische Erkenntnistheorie statt Informationismus. In: Hartmann, D., Janich, P. (Hg.): *Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne*. Frankfurt, S. 115-155
- Janich, P. (2000): *Logisch-pragmatische Propädeutik*. Weilerswist: Velbrück
- Jonas, H. (1979): *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation* Frankfurt
- Kollek, R. (2005): From chance to choice? Selbstverhältnis und Verantwortung im Kontext biomedizinischer Körpertechniken. In: A. Bora, M. Decker, A. Grunwald, O. Renn (Hg.): *Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung*. Berlin: edition sigma, S. 79-90
- Marcuse, H. (1967): *Der eindimensionale Mensch*. Neuwied/Berlin: Luchterhand
- Roco, M.C., Bainbridge, W.S. (Hg.) (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Arlington, Virginia: National Science Foundation
- Ropohl, G. (1979/1999): *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. Hanser, München 1999. Ältere Fassung: *Eine Systemtheorie der Technik*. Suhrkamp, Frankfurt (1979)
- Ropohl, G. (1982): Kritik des technologischen Determinismus. In: Rapp, F.; Durbin, P.T. (Hrsg.): *Technikphilosophie in der Diskussion*. Braunschweig, S. 3–18
- Siep, L. (2005): *Die biotechnische Neuerfindung des Menschen*. Vortrag auf dem XX. Deutschen Kongress für Philosophie am 28.9.2005 in Berlin
- Stieglitz, T. (2006): Neuro-technical interfaces to the central nervous system, *Poiesis&Praxis* 4, S. 95-110