

Mind Uploading – Neue Substrate für den menschlichen Geist?

Klaus MATHWIG

Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik Halle

Technologien werden mit immer höherem Tempo entwickelt. Viele heute allgegenwärtige Techniken wie das Internet oder Handys waren vor zwanzig Jahren kaum vorstellbar, entwickeln sich immer schneller weiter und verändern unser Leben. Besonders die Computertechnik wächst exponentiell und ermöglicht Roboter, die mit Hilfe von künstlicher Intelligenz immer mehr Aufgaben von Menschen übernehmen können.

Bisher war es die Aufgabe von Technologien, die Umwelt für den Menschen möglichst angenehm zu gestalten. Durch viele neue wissenschaftlicher Erkenntnisse, z. B. in der Medizintechnik und Pharmazie, kann es aber zu einem Paradigmenwechsel kommen: Die Technik wird immer stärker genutzt werden, um den Menschen selbst zu verändern und zu verbessern statt – wie bisher – nur Krankheiten zu heilen.

Ein Beispiel sind *Smart Drugs*, neuartige Psychopharmaka, die auch zunehmend von gesunden Menschen genutzt werden und diese glücklicher und leistungsfähiger machen – mit immer geringeren Nebenwirkungen und ohne das Risiko einer Abhängigkeit. Auch werden neue Prothesen geschaffen, die in Teilbereichen schon leistungsfähiger sind als natürliche Organe. So stellt der südafrikanische Sprinter Oscar Pistorius den Internationalen Leichtathletik-Verband vor neue Aufgaben. Er muss entscheiden, ob Pistorius bei regulären Sportveranstaltungen teilnehmen darf oder ob seine schnellen Karbonfaser-Beine als unerlaubte Hilfsmittel gelten.¹ Durch Fortschritte in der Gentechnik wird die Funktionsweise des Menschen immer besser verstanden, und es wird immer mehr Möglichkeiten geben, die eigene Biologie umzugestalten. Die durchschnittliche Lebenserwartung steigt in den Industrieländern seit hundert Jahren um durchschnittlich drei Monate pro Jahr; und langsam findet auch in

¹ <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/26/26128/1.html>

der Medizin ein Umdenken statt, dass es sinnvoll sein kann, das Altern direkt zu bekämpfen statt einzelne Krankheiten.² Schließlich wird die Technik auch auf das menschliche Denken einwirken können: Eine Forschergruppe an der University of South California arbeitet daran, die Signalverarbeitung von einzelnen Neuronen im Gehirn durch Computerchips zu ersetzen, um Krankheiten wie Epilepsie oder Alzheimer zu bekämpfen.³

Auch wenn es sinnvoll ist, die Menschen auf diese Weise langlebiger, freier und glücklicher zu machen, so ist man doch langfristig limitiert: Die Biologie beschränkt sich grundsätzlich auf organische Moleküle; Metalle oder Halbleiter werden leicht vom Körper abgestoßen. Auch der genetische Code leistet zwar Unglaubliches, ist in der Evolution aber durch Versuch und Irrtum entstanden und deshalb aus Ingenieurssicht schlecht strukturiert. Er lässt sich nur schwer verändern, und der Phänotyp lässt sich nicht leicht den eigenen Wünschen anpassen. Die Aufnahmefähigkeit des Gehirns ist bei einer stark verlängerten Lebensdauer begrenzt; und selbst wenn es gelingen sollte, Alterungsprozesse zu verstehen und schließlich anzuhalten, wäre die Lebenserwartung doch noch durch Unfälle begrenzt.

Ein technischer Ausweg könnte nun der Übergang des Menschen ins Digitale sein, seine Neudefinition jenseits der Biologie. Alles, was eine Person ausmacht, also ihr Geist, ihr Bewusstsein, Emotionen, Erinnerungen, ihre Identität, ist physikalisch in der Struktur und den Prozessen des Gehirns gespeichert. Einzelne Nervenzellen werden nun schon bald durch Computerchips ersetzt werden können: Die In- und Outputsignale des Neurons werden dabei gemessen, die Funktion wird durch den Chip übernommen. Das Denken findet dann nicht mehr ausschließlich im biologischen Hirn statt, sondern die Denkarbeit läuft zu einem winzigen Bruchteil auch auf einem neuen Substrat ab. Was würde nun passieren, wenn Chips nicht eine Zelle emulieren würden, sondern 10 % der Neuronen, 20 %, 50 % oder das ganze Gehirn. Wenn Bewusstsein, Geist und Identität auf physikalischen Prozessen beruhen, wenn es also keine übernatürliche Seele gibt, die sich mit naturwissenschaftlichen Methoden prinzipiell nicht erfassen lässt – dann kommt es zum *Mind Uploading*, dem Übergang des Geistes von der biologischen Wetware auf ein neues, künstliches System.

² Olshansky S. J. et al.: "In pursuit of the longevity dividend," *Scientist*, 20, (3), S. 28–36, März 2006. <http://www.the-scientist.com/2006/3/1/28/1/>

³ <http://www.neural-prosthesis.com/>

Technische Voraussetzungen für die Realisierung solch eines spekulativen Uploadings sind leistungsfähige Computer, die als neues Substrat für den Geist dienen können, eine Scanning-Technologie, um alle wichtigen Informationen im Gehirn abzutasten und ein gewisses Verständnis von der Funktionsweise des Gehirns und des Bewusstseins, um entscheiden zu können, mit welcher Detailgenauigkeit gescannt werden muss.

Die Leistungsfähigkeit von Computern wächst seit Jahrzehnten mit exponentieller Geschwindigkeit. Der Fortschritt ließ sich hier bisher gut voraussagen und es gibt keinen Grund anzunehmen, dass Rechenleistung und Speicherkapazität nicht auch in den nächsten Jahrzehnten immer schneller zunehmen werden. Wie schnell ein Computer sein muss, um ein Gehirn emulieren zu können, ist allerdings schwer zu sagen, weil er völlig anders aufgebaut ist. Während in Computerchips alle Berechnungen hintereinander abgearbeitet werden, feuern im Gehirn viele Neuronen parallel und gleichzeitig. Für einige kognitive Prozesse lässt sich aber die benötigte Informationsverarbeitung abschätzen und extrapolieren: Selbst nach konservativen Schätzungen sollte demnach die Computerhardware in einigen Jahrzehnten schnell genug sein, um ein menschliches Gehirn abzubilden.

Auch heute wird schon direkt an der Emulation eines Gehirns geforscht. Das Blue Brain-Projekt⁴, eine Kooperation zwischen der EPFL Lausanne und IBM, hat zum Ziel, auf einem Supercomputer innerhalb der nächste zwei Jahre eine neokortikale Säule vollständig zu simulieren, also einen etwa einen Kubikmillimeter großen Bereich eines Rattenhirns mit zehntausend Neuronen und zehn Millionen Synapsen.

Wichtig ist die Frage, mit welcher Detailgenauigkeit ein Gehirn abgebildet werden muss, um den Geist wirklich einzufangen. So könnte man zum Beispiel die Funktion jedes einzelnen Atoms abbilden. Dann wäre man ganz sicher, auch alle Eigenschaften des Geistes komplett zu kopieren, müsste sich keine Gedanken über die Funktion des Gehirns machen und könnte es als Blackbox betrachten. Man würde dann aber auch alle Schwächen des biologischen Hirns wie Alterungsprozesse und mögliche Krankheiten kopieren. Außerdem bräuchte man für eine solche Emulation unvorstellbar leistungsfähige Computer. Vieles spricht dafür, dass für eine *funktionelle* Abbildung des Geistes nicht die Eigenschaften jedes Atoms nötig sind,

⁴ <http://bluebrain.epfl.ch>

sondern dass es ausreichen wird, die Funktion der Neuronen, ihrer Synapsen und das Hormonsystem zu kopieren.

Wie kommt nun der Geist in die Maschine? Die Neuronen eines nach dem anderen durch Computerchips auszutauschen, wird wegen ihrer große Anzahl kaum möglich sein. Zwei verschiedene Typen von Uploading-Techniken sind vorstellbar: Bei *nicht-invasiven* Techniken wie zum Beispiel der Kernspin- oder Computertomographie kann die Information des Gehirns eingelesen werden, ohne es zu zerstören. Wenn es Probleme mit dem Upload gibt, könnte man also seine biologische Identität wieder herstellen. Um einzelne Neuronen auszulesen, reicht die räumliche Auflösung dieser Techniken aber noch nicht aus, sie ist teilweise auch prinzipiell begrenzt. Die Alternative heißt *destruktives* Uploading: Mikrotomschnitte des Gehirn werden nacheinander mit hochauflösender Elektronenmikroskopie gescannt. Auf diese Weise lassen sich ohne große Probleme alle Informationen einlesen, das biologische Substrat wird allerdings zerstört.

Würde nur der Geist im Computer emuliert werden, wäre das Leben als Upload nicht besonders reizvoll. Da zum Menschen auch seine Körperlichkeit und die Umwelt gehören, muss beides auch simuliert werden. Im Idealfall wäre die künstliche Wirklichkeit so real gestaltet, dass der „upgeladete“ Mensch kaum einen Unterschied zu seiner bisherigen Umgebung wahrnehmen würde. Die virtuelle Realität hätte aber den Vorteil, dass man dort sogar die Naturgesetze verändern und viele interessante Erfahrungen sammeln könnte, die sonst niemals möglich sind.

Auf dem Weg zum Uploading gibt es verschiedenste Probleme und Risiken. Noch sind zum Beispiel Computer längst nicht so zuverlässig wie biologische Systeme. Speichermedien haben keine lange Haltbarkeit, und wenn eine Festplatte oder der Computer abstürzt, sind Informationen schnell verloren. Und wahrscheinlich ist eine ganze andere, parallele und komplexere Rechnerarchitektur notwendig. Auch gibt es philosophische Schwierigkeiten: Was passiert, wenn durch ein nicht-destruktives Uploading der gleiche Mensch zweimal in verschiedenen Welten existiert oder ein Upload wie Software kopiert wird. Wer ist dann das Original, und was passiert mit der Identität? Ergeben diese Begriffe überhaupt noch Sinn?

Eine Gesellschaft aus Uploads benötigt reale Ressourcen wie Energie für ihre Computer und konkurriert darum mit den biologischen Menschen. In einem Konflikt würde sie dabei eine schlechte Verhandlungsposition haben, da Computer von außen kontrolliert

werden können. Andererseits kann schließlich auch eine große Gefahr von den Uploads ausgehen. In der virtuellen Realität ließen sich die Strukturen des Geistes sehr leicht verändern. Einzelne Uploads könnten schnell eine künstliche Evolution zu Wesen mit qualitativ neuer (Super-)Intelligenz durchlaufen. Diese könnten sehr gefährlich und unkontrollierbar sein.

Viele Verweise auf Literatur zum Thema Mind Uploading bietet der englische Wikipedia-Eintrag

http://en.wikipedia.org/wiki/Mind_uploading

Die Deutsche Gesellschaft für Transhumanismus beschäftigt sich allgemein mit der Veränderung des Menschen durch Technologie und bietet dazu viele Informationen: <http://www.transhumanismus.de>