

4.4.2 Robotik und Terraforming

- Roboter-Entwicklung

Das Buch "Der Mensch eine Maschine" von **La Mettrie** aus dem Jahr 1748 nährte die Vorstellung von der Analysier- und künstlichen Reproduzierbarkeit des Menschen. Mary **Shelleys** Frankenstein stellte den Höhepunkt der Ängste vor dem Maschinenzeitalter dar./1/ Stehen wir tatsächlich vor einer androiden, bioiden/2/ oder cyborgialen Kultur einer posthumanen Moderne? Ist die Eigendynamik des Künstlichen gegenüber dem Natürlichen noch zu stoppen? Führt uns diese Dynamik zu einer Reinkarnation des Menschen als Roboterwesen? Gerät der Prozess womöglich außer Kontrolle oder schaffen wir es, natürliche und künstliche Welt in einer sich gegenseitig befruchtende Synthese zu vereinen? Der Robotiker John Kreifeldt formulierte zwei Regeln, die unsere Ängste gegenüber Robotern auf den Punkt bringen: 1. Kehre niemals einem Roboter den Rücken zu. 2. Wenn du dich einem Roboter näherst, dann schalte ihn aus, bevor er dich ausschaltet./3/ Doch trotz dieser Ängste wird der Roboter im nächsten Jahrhundert, wie das Automobil und der Computer in diesem Jahrhundert, zu einer der wichtigsten Maschinen avancieren. Roboter sind die Kinder der Kybernetik. Als unsere eigenen, ständig verbesserten Geschöpfe, avancieren sie zunehmend zu näheren Verwandten./4/ Das Wort "Robot" (auf altschechisch Fronarbeit) stammt vom tschechischen Dichter Karel **Capek**, der es erstmals in seinem Stück Opilek verwendete und wurde durch sein utopisches Drama "Rossums Universal Robots" im Jahr 1921 populär. Die entscheidenden Robotertheoretiker unseres Jahrhunderts sind neben Capek, Stanislaw **Lem** und Isaac **Asimov**.

Die Robotik befaßt sich mit dem Bau komplexer Systeme, wobei Teilsysteme so konzipiert werden, daß diese die an sie gestellten Aufgaben im Rahmen der Zusammenfügung zu einem Ganzen erfüllen können./5/ Ursprünglich war die Robotik ein Teilbereich der KI-Forschung. Diese wird jedoch durch die Verschmelzung der Gen- und Nanotechnologie (siehe nächstes Kapitel) zunehmend zu einem eigenständigen Forschungsbereich. Laut Popper hat der Mensch Selbstzweck, nicht jedoch die Maschine, weshalb die These, daß Menschen Maschinen sind, falsch und ethisch bedenklich ist./6/ Es geht darum, wie wir ein sinnvolles Interface zwischen Menschen und Maschinen schaffen. In der Robotik gibt es hierbei vier Forschungsschwerpunkte: Wahrnehmung, Lenkung, Programmierung und Simulation. Man unterscheidet gegenwärtig Industrie-, Service- und

Geländeroboter. Der erste industriell eingesetzte Roboter, wurde von der amerikanischen Firma Planet Corporation gebaut und hieß Planetbot.^{7/} Die Zahl der heutzutage weltweit eingesetzten Industrieroboter dürfte sich auf etwa 1000.000 belaufen, wovon etwa 500.000 in Japan zu finden sind. Die Artenvielfalt der Robotertypen nimmt mit atemberaubender Zahl zu.

- Roboter-Navigation

Das Hauptproblem von Robotern liegt nicht in der Lösung gestellter Probleme, sondern bei der Wahrnehmung, der Sprache und der autarken Mobilität. Der erste mobile Roboter, der durch lernfähige Programme gelenkt wurde, war der 1969 vom Stanford Research Institute entwickelte Roboter "**Sharkey**".^{8/} Sharkey kann jedoch nicht als autonom eingestuft werden, da er nicht in der Lage war flexibel auf unerwartete Situationen zu reagieren. Zwar sind in den letzten 30 Jahren Fortschritte erzielt worden, jedoch bereitet es der Robotik immer noch große Schwierigkeiten, mobile Roboter (Mobot) autark ihren Weg finden zu lassen. Kollisionsfreie Kooperation von Robotern wird seit Beginn der 60er Jahre durch Petri-Netze simuliert, die jedoch bei hoher Komplexität an ihre Grenzen stoßen. Damit Roboter ihre Umgebung wahrnehmen, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

1. Roboter nehmen die Umgebung mit ihren eigenen Sensoren wahr und interpretieren die Daten mit komplexen Algorithmen.

2. Exo-Computer berechnen Endo-Welten für den Roboter, die mit der Exo-Welt des Roboters übereinstimmen, wobei der Roboter seine aktuelle Lage über ein angeschlossenes GPS (Global Positioning System) von außen erhält.

3. Regelmäßig mit neuen Daten versorgte Endo-Computer berechnen Endo-Welten für den Roboter, wobei die exakte Positionierung ebenfalls durch den äußeren Superbeobachter GPS erfolgt.

Die Mobilität von Daten, d.h. der Transport von Daten über große Entfernungen ermöglicht, Roboter durch menschliche Intelligenz zu steuern, auch wenn der Roboter selbst über keinen Computer verfügt. Letztendlich ist es egal, wo die "Intelligenz" des Roboters sitzt, ob in diesem selbst oder außerhalb.^{9/} So lange sie da ist, kann der Roboter Aufgaben lösen. Durch die Vernetzung einer Vielzahl von Computern kommt es für Roboter nicht so sehr darauf an, eigene Chips zu besitzen, sondern sich an unterschiedliche Software anloggen zu können. Wenn man Roboter ans Internet anschließt, so erhalten diese Zugriffsmöglichkeiten auf eine immense Rechenpower und

somit die Fähigkeit zur intelligenten Telepräsenz, wobei die Intelligenz der Roboter von außen der jeweiligen Problemstellung angepaßt werden kann. Der Roboter holt sich genau die Rechenleistung aus dem Netz, die für die Erfüllung seiner Aufgaben notwendig ist. Interessant am Roboter ist hierbei, daß er zukünftig alle möglichen Szenarien in nahezu Echtzeit durchspielen kann, bevor er zur Bewegung übergeht, d.h. seine Mobilität ist an simulative Prozesse in Endo-Welten gekoppelt, die im die bestmögliche Alternative errechnen.

- Neue Herausforderungen

Die Chance, mit Robotern neuartige Produkte zu konzipieren, führt zu einem riesigen technologischen und sozialen Innovationspotential. Durch neue Computergenerationen ist es möglich, Erkenntnisse aus den kognitiven Wissenschaften, den Neurowissenschaften sowie der Gen- und Nanotechnologie/[10/](#) im Roboterbau zu berücksichtigen, wobei die Entwicklungslinien zwischen Computern und Robotern zunehmend verschmelzen werden:[/11/](#)

"Devices and computers will be more tightly intergrated so that perceptual robotics will be an integral part of sixth-generation design, with computers including robotic actuators and multimodal intelligent interfaces among their subsystems."

Darüber hinaus findet durch die Integration künstlicher Organe oder Biochips/[12/](#) in den Menschen auch eine Verschmelzung der Entwicklungslinien zwischen Mensch und Maschine statt, wobei die kritische Größe hierbei die Fähigkeit zum Bewußtsein sein wird. Den Zeitpunkt auszumachen, bei dem ein Rechner Vernunft/[13/](#) erreichen wird, erscheint gegenwärtig ebenso schwierig, wie den Moment herauszufinden, mit dem der Affe sich zum Menschen verwandelte.[/14/](#) Der Homo sapiens ("Der denkende Mensch") schafft durch die Nanotechnologie und das Künstliche Leben in Computern die Voraussetzungen für die Schöpfung einer neuen Art, des "Computator sapiens" ("Der denkende Computer"). Das verbindende Element zwischen dem Homo sapiens und dem "Computator sapiens" ist der Geist, der, wenn er in Maschinen auftreten würde, die Fähigkeit erhielte, seinen Körper zu wechseln.[/15/16/](#)

Beim Menschen ist das Modell der Welt die Welt selbst.[/17/](#) Dieser Satz gilt natürlich ebenso für einen Roboter, der durch ein Modell seine Welt konstruiert. Das Problem hierbei ist, daß die Interfaces des Menschen und des Roboters nicht kohärent zueinander sind und deshalb

Verständnisschwierigkeiten vorprogrammiert sind. Eine Maschine, die den Turing-Test besteht, würde von sich selbst behaupten, daß sie Bewußtsein besitzt. Sollte ein Roboter die Staatsbürgerschaft bekommen, dann müssen wir uns darüber Gedanken machen, was passiert, wenn ein Computer auf die Idee kommt zu beurteilen, was Leben ist und wie er selbst zukünftig Leben erzeugen will. Spätestens dann hat Umberto **Eco** mit seiner Aussage recht gehabt, daß der Computer eine spirituelle Maschine ist.

- Asimovs Gesetze

Intelligente Roboter werden die Freiheit suchen. Dies ist der Kern der schönsten Geschichte von Asimov, dem Zweihundertjährigen, in der ein Roboter im Rahmen seiner Entwicklung immer mehr dem Menschen ähnlich wird, nach Freiheit strebt und für das Erreichen dieser Freiheit auch seinen eigenen Tod in Kauf nimmt. Nur wenn ein Roboter das Recht hat, aus freiem Willen zu sterben, nur dann besitzt er die Freiheit des Menschen: die Freiheit sich selbst auszuschalten. Gelingt es, Robotern einen freien Willen zu geben, so würden diese unterscheidbar/[18/](#), was eine notwendige Bedingung darstellt, um ihnen je nach Entwicklungs- stufe die Menschenrechte einzuräumen. Die Konsequenz der Robotik könnte dann tatsächlich dazu führen, daß Nietzsches Bild vom "Übermenschen" und "letzten Menschen" Wirklichkeit werden kann./[19/](#) Wird ein Roboter in Form eines Übermenschen, die Menschen dann versklaven?

Ein Roboter, der sich seiner Unfreiheit bewußt ist, wird sich als Sklave fühlen und den Menschen als Versklaver, womit ein gegenseitiger Respekt zwischen Roboter und Mensch nicht möglich wäre. Einem intelligenten Roboter muß deshalb ebenso wie dem Menschen eine kulturelle Entwicklung zugebilligt werden. Da die Abschaffung der Sklaverei beim Menschen kaum 100 Jahre zurückliegt, wäre es bereits eine phantastische Leistung Künstlicher Intelligenz, wenn ein Roboter den Unsinn der Sklaverei bereits nach wenigen Tagen oder Monaten erkennen würde. Trotzdem haben wir keine Garantie, daß das Lernen eines Roboters nicht außer Kontrolle gerät. Asimov schlägt deshalb in seinen Büchern ein neues Fachgebiet vor: die Roboterpsychologie. Darüber hinaus definierte er drei logisch anwendbare Gesetze der Robotik:/[20/](#)

1. Ein Robot darf keinen Menschen verletzen oder durch Untätigkeit zu Schaden kommen lassen.

2. Ein Robot muß den Befehlen eines Menschen gehorchen, es sei denn, solche Befehle stehen im Widerspruch zum Ersten Gesetz.

3. Ein Robot muß seine eigene Existenz schützen, solange dieser Schutz nicht dem Ersten oder Zweiten Gesetz widerspricht./21/

- Roboter-Visionen

Der berühmte Roboter **HAL**/22/ aus dem Film "2001: A Space Odyssey" nach dem Roman von Arthur C. **Clarke** hat zu einer Mystifizierung von Robotern geführt. Die große Stärke von Computern oder computergesteuerten Robotern ist, daß diese Gesetze und Muster finden können, wozu der Mensch nicht in der Lage ist und somit die menschliche Erkenntnis sowie die Evolution der Computer und Roboter voranbringen können./23/ Es gibt zwei Möglichkeiten einen Roboter, den wir nicht determinieren können, einzustufen: als einen gefährlichen Roboter, da er nicht berechenbar ist oder als kreativen Robot, da er Neues erzeugt./24/ Die entscheidende Frage bei der Robotik ist: Was passiert, wenn ein Roboter sich selbst als menschliches Wesen bezeichnet? Oder würde ein neuartiges Wesen mit Bewußtsein dies ablehnen, wie der Vulkanier Mr. Spock im Raumschiff Enterprise:/25/

Mr. Spock: Ich bin kein Mensch.

Kaptain Kirk: Wir sind doch alle Menschen.

Mr. Spock: Ich finde diese Aussage beleidigend.

Die Frage, ob Roboter die Menschen in ihrer Evolution übertrumpfen und eine neue Dimension im Cyberspace eröffnen, wird eine entscheidende Frage der Gehirnforschung und der Simulationsforschung werden. Damit höhere Entwicklungsstufen der Evolution niedrigere nicht vernichten, sind die notwendigen Bedingungen, daß sich der Mensch und ein dem Menschen überlegener Roboter in unterschiedlichen ökologischen Nischen befinden/26/ und daß Roboter über Vernunft verfügen. Hinreichende Bedingungen dafür, daß ein Roboter den Menschen nicht tötet, können jedoch ebensowenig wie beim Menschen angegeben werden.

Wie schafft man es, daß ein Roboter nicht intelligenter wird als ein Mensch?

- Lösung A: Wir verzichten auf die Technik.
- Lösung B: Der Mensch vollzieht einen evolutionären Phasenübergang.
- Lösung C: Neue Mensch-Maschine-Symbiose (Cyborg).

Wie schafft man es, daß ein an Intelligenz dem Menschen überlegener Roboter diesen nicht tötet?

- Lösung A: Implementierung von deterministischen Roboter-Gesetzen, die den Menschen vor dem Computer schützen (Ansatz von Asimov). Lösung A kann ein Spezialfall von Lösung C sein.
- Lösung B: Vernunft und Platzierung von Robotern in einer anderen ökologischen Nische sind notwendige Bedingungen dafür, daß ein Roboter den Menschen nicht tötet. Hinreichende Bedingungen können jedoch nicht angegeben werden.
- Lösung C: Implementierung von deterministisch-chaotischen Roboter-Gesetzen, die dem Computer ein Potential zur Weiterentwicklung einräumen. Lösung C beinhaltet Lösung B als Spezialfall.
- Lösung D: Die Roboter können keinen Nutzen aus der Vernichtung der Menschen erzielen. Dies ist dann der Fall, wenn der Mensch genauso abhängig vom Roboter ist, wie der Roboter vom Menschen (Cyborg).
- Lösung E: Schalte den Roboter aus, bevor er dich ausschaltet.

Abb. 4.91: Fragen und Lösungen zur Robotertechnologie/27/

Wenn wir Vernunft als etwas Individuengebundenes begreifen, so müßten Roboter jene in sozialen Interfaces durch Sprache oder Handeln zum Ausdruck bringen. Sollte dies nicht gelingen, bestehen berechtigte Zweifel, inwieweit künstliche Strukturen, die immer mehr Entscheidungen in unseren Organisationen übernehmen, verantwortungsbewußt eingesetzt werden können. Roboter, die nicht über die Fähigkeit zur Vernunft verfügen, haben ein anderes Interface als der Mensch, das nach menschlichen Maßstäben nicht als intelligent eingestuft werden kann. Da Denken immer auch mit Gefühlen verbunden ist, stellt sich die Frage, ob Roboter ohne Gefühle jemals denken können? Und wenn Roboter Gefühle benötigen, um intelligentes Verhalten zu zeigen, so müssen wir nicht nur das Denken in Computern "simulieren", sondern auch die Gefühle.

Die Vernetzung von Robotern sollte nicht dazu führen, daß jede Maschine ultimativ von einem einzigen globalen Wissensspeicher abhängt. Statt dessen benötigen wir einen Viele-Welten-Ansatz, bei dem intelligente Roboter auch eine Vielzahl von Wirklichkeiten erzeugen können. Sicherlich ist es von Vorteil, wenn ein Roboter 100 Sprachen spricht und die komplexesten Berechnungen durchführen kann, was ihn jedoch vor allem auszeichnen muß, wenn er dem Menschen ebenbürtig sein will, er muß einen

neuartigen, noch zu entwickelnden Test bestehen, den ich Gödel-Test/[28/](#) nennen möchte. Dieser Test ist notwendig, da der Turing-Test nicht ausreichend, um die Fähigkeit zu Vernunft zu testen./[29/](#)

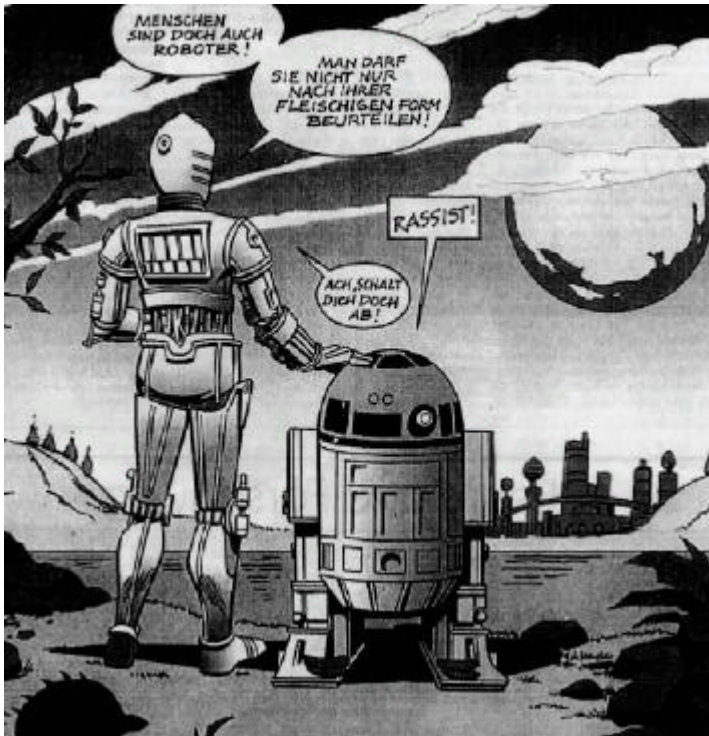


Abb. 4.92: Roboter-Dialog/[30/](#)

Interfaces können Computer und Gehirne sein, wobei Computer und Gehirne auch gemeinsame Interfaces (z.B. Cyborgs) bilden können. Diese Synthese von Mensch und Maschine bringt eine Art Leibnizsche Monade mit einer neuartigen Identität und Intelligenz hervor, die sowohl das Potential des Menschen als auch das Potential des Computers stark erweitern kann. Solche Synthesen aus Mensch und Maschine werden in der Medizin durch künstliche Herzen oder Hüftgelenke bereits praktiziert. Wenn zusätzlich noch Biochips zur Unterstützung der Hirnfunktionen hinzukommen, ist dies der logische Schritt, den Menschen vom Routinedenken zu entlasten und ihm mehr Freiräume für Kreativität zu geben.

Roboter sind, solange diese von derselben Software gesteuert werden, trotz äußerlicher Verschiedenheit, ununterscheidbare Geschöpfe, ähnlich den Ameisen, die wir als Menschen ebenfalls nicht voneinander unterscheiden können. Doch diese Ununterscheidbarkeit ist dann nicht mehr gültig, sobald

Roboter über Bewußtsein und Intelligenz verfügen./31/ Roboterbewußtsein könnte dadurch erreicht werden, daß Roboter die Fähigkeit zur Simulation ihrer Umwelt einprogrammiert wird, d.h. sozusagen das Erzeugen einer eigenen Virtuellen Realität. Je besser die Simulation hierbei wird, desto mehr verschmelzen physische und virtuelle Wirklichkeiten miteinander, d.h. die virtuelle Wirklichkeit eines Roboters wäre von der ihn umgebenden physischen für diesen nicht mehr zu unterscheiden. Dies ist ein anderer Prozeß als beim Menschen, es sei denn der Computer wird sich dieser Differenz bewußt. Es muß hervorgehoben werden, daß eine Simulation die Bewußtsein hervorbringt eigentlich keine Simulation mehr ist, sondern das Bewußtsein selbst, d.h. die Simulation würde sich selbst überwinden.

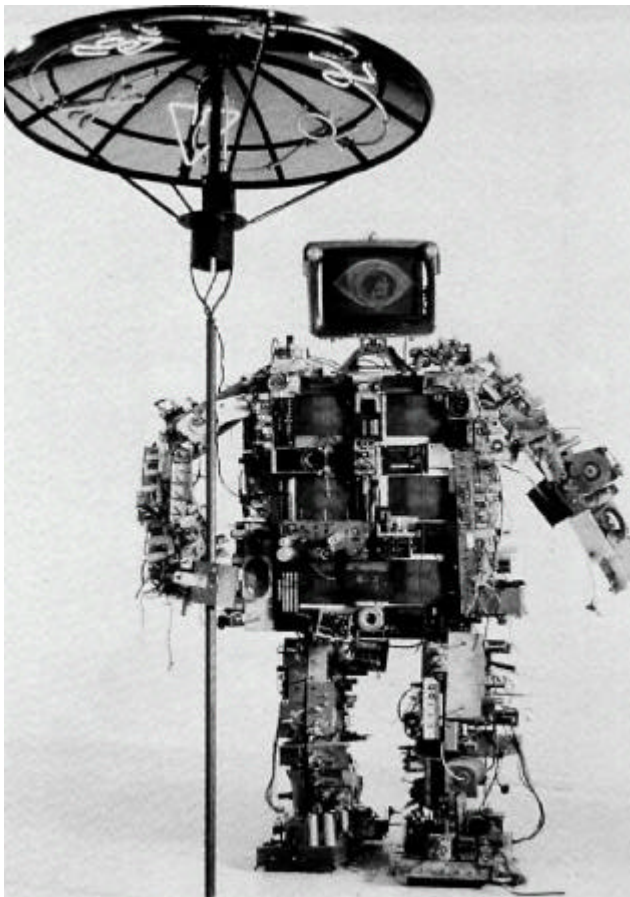


Abb. 4.93: Roboter-Skulptur /32/

Spocks Aussage "Scotty, beam me up" aus der Fernsehserie "Raumschiff Enterprise", ist für Software zwar Wirklichkeit, dürfte für Menschen jedoch im nächsten Jahrtausend kaum Wirklichkeit werden. Den menschlichen Körper zu dematerialisieren und ihn in Datenform zu speichern, würde eine

komplette Entschlüsselung der biologischen Codes, der Funktionsweise des Gehirns und eine Kontrolle des Zell-Wachstums erfordern. Zwar ist nicht auszuschließen, daß uns dies im nächsten Jahrtausend gelingt, jedoch stellt sich die Frage nach den möglichen Anwendungen und den Konsequenzen dieser Technologien./33/ Ist das, was für Raumreisen wünschenswert ist, auch für das tägliche Erdenleben nützlich? Macht es Sinn, Menschen in Computern in Form von Software auf Abruf bereitzuhalten, wie dies Moravec vorschlägt? Trägt die ewige Speicherung von genialen Hirnen zur Weiterentwicklung der Menschheit bei oder führt dies ins völlige Informationschaos bzw. in die Stagnation?

- Stellungnahme zu Moravec

Laut **Moravec** würden wir an einen Punkt gelangen, an dem die menschliche Evolution stehenbleibt, wenn wir uns mit den Beschränkungen der genetischen Hardware zufriedengeben, wie z.B. daß wir einen menschlichen Körper brauchen und daß wir altern. Wenn es nach Moravec ginge, brauchen wir bald unseren Körper nicht mehr/34/. Deshalb ist ihm zufolge die entscheidende Weiterentwicklung, die Aktivitäten des menschlichen Gehirns als Software zu programmieren, d.h. unseren Verstand aus dem Gehirn herauszuholen, diesen in einem Computer unterzubringen und ihn somit unsterblich zu machen./35/ Doch was passiert mit dem physischen Gehirn, wenn dessen Zustände von diesem auf den Computer übertragen wurden?/36/ Wird der Körper dann zerstört werden müssen oder wird dieser lediglich in eine Ruheposition versetzt, bis die Gehirnzustände wieder rückübertragen werden. Ist die Bildungsreise der Zukunft ein temporäres Verlassen des Körpers, um als virtuelles Gehirn in den Netzen seine Fähigkeiten zu erweitern, um dann mit neuem Wissen in den alten Körper zurückzukehren?

Das grundlegende Problem bei Hans Moravec ist, daß er wesentliche Eigenschaften des Menschen wie Liebe, Freundschaft oder Emotionen für falsche Verschaltungen des Gehirns hält./37/ Ich glaube, daß uns alle Unsterblichkeit nichts nützt, wenn wir nicht mehr zur Liebe/38/ fähig sind. Die Annahme von Moravec und **Minsky** Gefühle für den Roboter abzuschaffen, ist ein sehr gefährliches Unterfangen, das dem menschlichen Holocaust durch fehl- programmierte Roboter die Grundlage liefern kann. Auch ist es nicht so, daß der Geist, wie Moravec behauptet, keinen Körper benötigt, denn der Computer ist letztlich der Ersatzkörper für den virtuellen Geist.

Moravec vergißt auch die die Bedeutung des Schlafens und des Träumens für den Menschen. Natürlich gibt es dieses Problem nach Moravec nicht, da sein Roboter über eine ständige Energieversorgung verfügt und ihm zufolge das Schlafen eines Computers dem Betätigen des Ausschalters entsprechen würde. Hier besteht jedoch ein qualitativ wichtiger Unterschied. Während ein Roboter, der ausgeschaltet ist, nicht denkt, finden beim Menschen Denkprozesse im Unterbewußtsein statt. Der Schlafzustand ist für höhere Lebewesen auf diesem Planeten eine elementare Grundlage, warum sollte ein Roboter darauf verzichten können? Moravecs Vorstellung, daß der Körper kein Denken erklären kann, bedeutet nicht, daß wir ihn nicht benötigen, da er die Energieversorgung des Gehirns und unseren Schlafrhythmus steuert.

Deshalb möchte ich das 1. Grundproblem, vor dem der Roboterbau steht, folgendermaßen definieren: Wie kann ein Computer-Gehirn einschlafen, ohne ausgeschaltet zu sein?^{39/} Nur wer die Müdigkeit des Tages spürt, sei es durch geistige oder körperliche Tätigkeiten, kann sein Gehirn entleeren und dadurch neue Schöpfungskraft entfalten. Ein Computer ohne Erfahrung der Entleerung und Müdigkeit wird nie zu kreativen Leistungen fähig sein, wie diese der Mensch hervorbringt. Dieses "**Schlaf-Problem**" möchte ich das "**1. Grundproblem der kreativen Robotik**" nennen. Es ist der Zustand der Müdigkeit, der uns in den Schlaf versetzt und uns Träume ermöglicht. Was beim Roboter also fehlt, ist die virtuelle Komponente, die ihn zum Träumen bringt. Roboter können nur dann träumen, wenn diese in der Lage sind, durch ihre Software eigene virtuelle Endo-Welten zu konstruieren, die ihnen eine Reflexion ihres Handelns auf einer Metaebene ermöglichen. Erst wenn es uns gelingt, Roboter mit Selbstbewußtsein auszustatten, kann gesagt werden, daß das entscheidende Ereignis des 20. Jahrhunderts die Erfindung des Simulators - des "virtuellen Interfaces" - war.^{40/}

Ein wichtiges Problem bei der Datenverarbeitung ist das bereits zuvor erwähnte Halteproblem. Wer garantiert, daß der Algorithmus von Moravec nicht in eine Endlosschleife übergeht und seine Software jemals wieder irgendwelche Aussagen liefert, nachdem er sich vom Menschen zum Bit-Haufen transformiert hat? Das "**Halte-Problem**" nenne ich das "**2. Grundproblem der kreativen Robotik**". Im Gegensatz zum menschlichen Gehirn können elektronische Gedächtnisse ultimativ gelöscht werden, was den Vorteil hat, daß das Entlernen für Computer wesentlich einfacher zu handhaben ist.^{41/} Eine Transformation unseres Geistes in einen Rechner, würde jedoch zahlreiche Paradoxien hervorrufen, so z.B. wenn eine Kopie

von mir selbst versucht mein Original zu töten oder wenn bei einer Verlagerung einer Identität an einen anderen Ort/[42](#)/ die ursprüngliche Identität zerstört werden müßte.

Wenn Daten von Menschen in Computernetzen gespeichert werden, so tritt auch das Problem des virtuellen Todes durch Computerviren auf./[43](#)/ Da solche Viren die Daten zerstören, kommt es darauf an, ein Immunsystem für Computer aufzubauen, das eine Ausbreitung der Viren durch Früherkennung und Gegenprogramme verhindert./[44](#)/ Das "**Delete-Problem**" der Computer nenne ich das "**3. Grundproblem der kreativen Robotik**". Ein Schutz vor der Löschung der Daten könnte darin bestehen, daß die virtuellen Identitäten von Personen in unterschiedliche Cyberwelten übertragen werden, was jedoch sehr wahrscheinlich bei Verbindung dieser Welten zu Paradoxien führt.

Ed **Fredkins** Idee der sogenannten "Heaven-Machine" soll hier nicht unerwähnt bleiben: Wenn eine exakte Kopie der Zustände des menschlichen Gehirns in eine gigantische Computersimulation geladen wird und gleichzeitig das ursprüngliche Gehirn zerstört würde, dann wäre das endliche physische Leben des Menschen vorbei und das unendliche virtuelle Leben in der Maschine könnte beginnen (deshalb "Heaven-Machine")./[45](#)/ Es scheint so, als ob Moravec diese Idee aufgegriffen hat, als er davon sprach, daß er sein Gehirn gerne auf eine Software-Diskette spielen würde. Wenn es, wie Moravec prophezeit, gelingt, das menschliche Gehirn auf ein Notebook zu bringen, so sollte es auch möglich sein, unterschiedliche Gehirne miteinander zu koppeln.

So lange man dies mit unterscheidbaren Gehirnen tut, sollten sich die Paradoxien in Grenzen halten, dies dürfte jedoch nicht der Fall sein, wenn man identische Gehirne miteinander koppelt. Diese Probleme ließen sich nur dann vermeiden, wenn jedes einzelne Gehirn seine Identität aufgibt und sich voll in den Dienst eines Metahirns stellen würde, ähnlich den parallelen Prozessoren der Connection Machine. Diese Ausführungen führen mich zum "**Identitäts-Problem**", welches ich als das "**4. Problem der kreativen Robotik**" bezeichne. Eine weitere wichtige Eigenschaft des Menschen, die aus den obigen Ausführungen folgt, ist das Erzeugen von Spannungen und Differenzen über unsere Interfaces, d.h. das Erzeugen neuer Bedeutungen. Differenzen sind stets notwendig für die Entwicklung komplexer Interfaces. Das "**5. Problem der kreativen Robotik**" möchte ich deshalb als "**Differenz-Problem**" bezeichnen.

Auch stellt sich die Frage, ob zwei identische intelligente Kopien, die sich unterschiedlich entwickeln, nicht eigentlich zwei Identitäten repräsentieren? Ist nicht jede Kopie einer intelligenten Spezies bereits eine Bifurkation, wo jede Alternative ihre eigenen Wege gehen kann? Hat somit jede Kopie einen durch die Strukturen vorbestimmten Phasenraum, wobei jedoch der Verlauf der Trajekturen völlig unterschiedlich sein kann? Eine weitere spannende Frage ist die Sicherung der Daten. Da wir vor dem Löschen in Datennetzen nicht sicher sind, müßte von jeder Identität ein tägliches Backup gemacht werden, um deren Existenz sicherzustellen. Ich möchte hier keine Antworten geben, sondern zur Diskussion über die Probleme anregen, da diese für die Sinnfindung sozialer Interfaces von fundamentaler Bedeutung sein werden.

- Ich und anderes Ich

Daß das Ich ein anderes Ich simulieren kann, ist eine entscheidende Fähigkeit des menschlichen Geistes. Durch das Hineinversetzen in Andere überwinden wir unsere eigene operationale Geschlossenheit und erweitern somit durch selbst erzeugte Differenzbildung unsere Handlungsspielräume. Interessant hierbei ist, daß wir durch reversibel erzeugte Simulationen zu einer irreversiblen Veränderung unseres eigenen Ich fähig sind. Das Interface bildet hierbei die Grenze zwischen dem Ich und dem Ich von Anderen. Bei einer Verschmelzung des Ich mit dem Ich eines Anderen oder mehrerer Anderer würde das Interface verschwinden, d.h. es würde eine vollständige Kommunikation stattfinden. Ein Roboter mit Geist sollte sich deshalb in den Menschen und andere Roboter hineinversetzen können. Diese Fähigkeit zur Simulation Anderer ist eine notwendige Bedingung für einen Roboter, damit dieser Humanität begreifen und ausüben kann.

Baudrillard behauptet ähnlich wie Moravec, daß es zukünftig nicht einmal mehr darum geht, einen eigenen Körper zu haben, sondern an einen Körper angeschlossen ("connected") zu sein./46/ Sollten wir jedoch unseren eigenen Körper nicht mehr brauchen, so könnten zukünftig andere Menschen unseren ungenutzten Körper gebrauchen. Ja wir könnten in beliebige Körper schlüpfen, einen Roboter-Körper, einen Cyborg-Körper oder einen menschlichen Körper unserer Wahl. Wenn viele Hirne in Form von Software oder Hardware-Chips gespeichert werden, so könnten bei entsprechender Verschaltung Teile unseres eigenen Verstandes von anderen Hirnen genutzt werden. Das Einzige was hierzu benötigt wird, wäre die entsprechende Zuweisungsbedingung für die Fremdnutzung. Doch bin ich dann noch ich, wenn ich andere Gehirne für meine Denkprozesse nutze? Wenn die Prozesse

eines menschlichen Gehirns in beliebige Cyber-Welten integriert werden können, dann würden in diesen Welten unterschiedliche Gehirne zu neuartigen Interfaces verschmelzen.

Muß die Interpretation des Satzes von **Descartes** "Ich denke, also bin ich"/[47](#)/ umgeschrieben werden in den Satz "Ich denke, also bin ich wir" oder in der allgemeineren Form "Wir denken, also sind wir"? Ich denke, daß dies keinen Sinn macht und daß wir uns mit einer makroskopischen Unschärfe durch die Robotik abfinden sollten, die darin besteht, daß das Ich nicht gleichzeitig Ich und Wir sein sollte./[48](#)/ Daß virtuelle Gehirne durch Synthese ein neues, leistungsfähigeres Gehirn bilden können, sei es durch die Verschmelzung eigener Kopien oder von unterschiedliche Identitäten/[49](#)/, möchte ich jedoch bezweifeln, da das Gehirn zu komplex ist, um es ohne Wissen um die Folgewirkungen einfach mit einem anderen Gehirn zu vereinen. Die operationale Öffnung des Gehirns muß einen strukturellen Wandel mit einbeziehen, welcher jedoch nicht durch Verschmelzung, sondern nur durch Weiterentwicklungen im Rahmen komplexerer Interfaces erreicht werden kann. Inwieweit eine solche Erweiterung der Operationsmodi die Funktionsfähigkeit der bisherigen Operationsmodi tangiert, ist zu untersuchen.

Die entscheidende Frage ist, ob es das Ziel der Evolution ist, Materie in Geist zu verwandeln, d.h. durch die Organisation von Atomen und Molekülen Strukturen und Prozesse hervorzubringen, die in der Lage sind eigenständig zu denken. Wenn die Evolution dieses Ziel verfolgt, so sollte es legitim sein, wenn wir als Teil dieser Evolution, das gleiche Ziel anstreben. Diese Transformation von Materie zu Geist führt jedoch zur Konsequenz, daß wir unsere Körper-Identitäts-Position zugunsten einer Muster-Identitäts-Position aufgeben müßten, da unser Geist durch Muster und Prozesse im virtuellen Gehirn hervorgebracht würde./[50](#)/

- Intelligente Evolution?

Auf den ersten Blick scheint die Intelligenz der Evolution sehr hoch zu sein. Doch ist sie das wirklich, wenn man die immensen Zeitspannen (Milliarden Jahre) betrachtet? Die Evolution hat zwar hochgradig intelligente Formen hervorgebracht, doch wird diese Leistung durch die immensen Zeitspannen relativiert. Es scheint so, daß anfangs eine geringe Intelligenz ausreichte, um die Entropie zu besiegen und ganz außergewöhnliche Formen hervorzubringen, so wie auch eine kleine Asymmetrie in den physikalischen

Gesetzen ausreichte, daß sich die Materie gegenüber der Antimaterie durchsetzte. Evolutionärer Fortschritt zeigt sich nicht dadurch, optimale Leistung in kürzester Zeit zu erzielen, sondern durch die Fähigkeit Strukturen und Prozesse zu erproben.

Wie steht es also mit der von uns geschaffenen Intelligenz? Kann auch diese höher sein als die ihres Schöpfers? Das ist bis gegenwärtig nicht der Fall. Während Computer einige stupide Tätigkeiten besser können als Menschen, ist unsere "Denkweise" bis heute der von Maschinen weit überlegen. Der Versuch, komplexe Hirnfunktionen durch Zusammenschalten einer großen Zahl einfacher Einzelemente zu simulieren, ist im Rahmen des Forschungsbereiches Künstliche Intelligenz bisher fehlgeschlagen. Doch die Leistungsfähigkeit unserer Maschinen erhöht sich mit ungeheurer Geschwindigkeit, so daß es innerhalb weniger Jahrzehnte möglich scheint, intelligente Computer zu bauen, die bestimmte menschliche Tätigkeiten übernehmen werden. Könnte es deshalb langfristig möglich sein, daß der Mensch neue Arten hervorbringt, die intelligenter wären als er selbst und die ebenfalls Teil des evolutionären Systems sind?. Wie stark wird der Mensch des 21. Jahrhunderts durch die Robotik geprägt sein?

- Roboter-Interfaces

Während sich das Gehirn des Menschen evolutiv entwickelt hat, können Robotergerirne virtuell codiert und simuliert werden. Da diese Entwicklungen viel schneller als die menschliche Evolution ablaufen können, wird dies Konsequenzen für die Menschheit als Ganzes haben. Mit den virtuellen Gehirnen erwächst dem Menschen ein neuer Wettbewerber, eine neue Art, die theoretisch eine höhere Intelligenz als der Mensch entwickeln kann.

Findet durch die modernen zukünftigen Technologien ein Artenwettbewerb um die Herrschaft des Planeten zwischen Menschen, Maschinen oder Mischformen von beiden statt? oder gibt es eine friedliche Koexistenz und Ko-Evolution unterschiedlicher natürlicher, künstlicher oder sogar virtueller Lebensformen? Der androide Roboter von Rodney A. **Brooks** mit dem Namen **Cog** ist sicherlich erst der Anfang einer Entwicklung, die das Ziel verfolgt, gute und funktionstüchtige Maschinen zu bauen, die lernfähig sind. Die Verschmelzung von Mensch und Maschine wird neuartige Geschöpfe hervorbringen, die die Evolutionslinie der Arten bis zum Menschen, um die

Art des Roboters, des Cyborgs, des Androids, des Computator Sapiens, des Endolids und des Bioids erweitert: [/51/](#)

Roboter: Autonome Maschine, die den Menschen von Routinetätigkeiten entlastet. [/52/](#)

Android: Menschenähnlicher Roboter ohne Denkvermögen.

Computator Sapiens: Roboter oder Computer mit Denkvermögen.

Cyborg: Roboterähnlicher Mensch.

Endolid: Virtuelles, sich selbst-bewußtes Wesen in einer simulierten Endo-Welt.

Bioid: Gentechnisch erzeugtes Lebewesen auf höherer Entwicklungsstufe als der Mensch.

Klon: Eineiiger Zwilling des Menschen oder eines Bioids.

Endolid, Cyborg und Android basieren auf der Idee, daß Körper und Geist getrennt werden können - anders als Bioid und Klon, die rein genetisch erzeugt würden. Alle neuen Formen werden jedoch wie der Mensch Differenzen erzeugen, die neue Differenzen hervorrufen. Damit treten diese als Mitspieler in den evolutionären Kreislauf ein und werden als Teilnehmer neue Strukturen maßgeblich beeinflussen. Als Teilnehmer nehmen sie Managementfunktionen wahr und bringen Organisationen hervor, die komplexer und integrierter sind als das, was wir uns gegenwärtig vorstellen können. Da jedoch künstlich erzeugte Spezies keine Vorfahren haben, wissen wir nicht, wie sich diese gegenüber dem Menschen verhalten.

Am Gehirn scheiden sich Mensch und Roboter. Während der Cyborg ein roboterähnliches Wesen mit einem menschlichen Gehirn darstellt, ist der Android ein menschenähnliches Wesen mit einem Roboterhirn (einem hochentwickelten Computer). Es ist sicherlich paradox, daß, obwohl der Cyborg dem Menschen wesensverwandter wäre, der Android wegen seiner äußeren Ähnlichkeit zum Menschen auf eine größere Akzeptanz stoßen würde. Auch hier stellt sich das Problem der Unterscheidbarkeit, denn wie finde ich heraus, ob es sich um einen Menschen oder einen Cyborg oder Androiden handelt? Können wir uns vorstellen von Robotern regiert zu werden, wie in einer von Asimovs Robotergeschichten bei der der Präsident durch einen perfekten Roboter ersetzt wird? [/53/](#) Auf jeden Fall müßte ein solcher Roboter Humor besitzen und somit die Fähigkeit sich operational zu öffnen. [/54/55/](#)

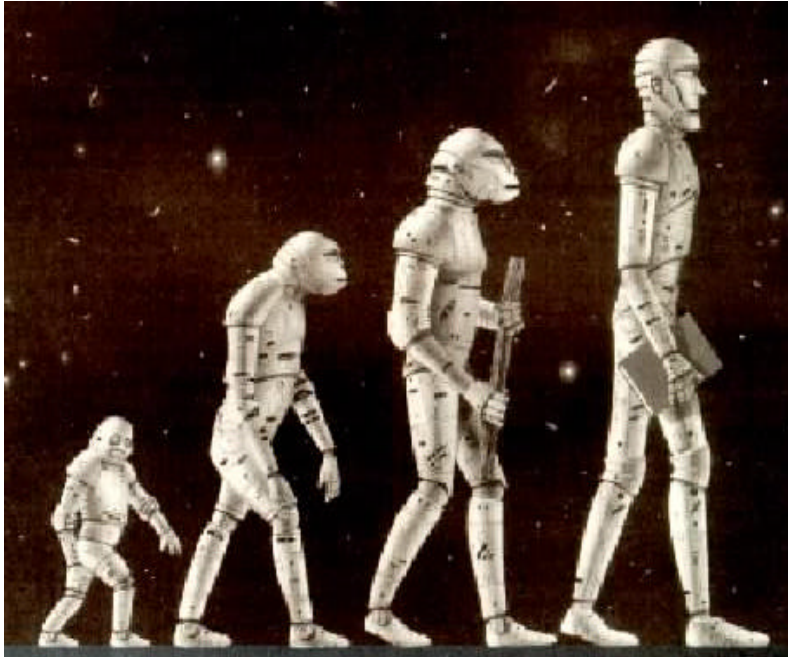


Abb. 4.94: Roboter-Evolution

Wenn eine Maschine wie ein Mensch wahrnehmen und denken kann, ist die Frage, ob diese Verstand hat, müßig; wenn sich eine Maschine selbst reproduzieren und reparieren kann, ist auch die Frage müßig, ob die Maschine lebt./56/ Wir werden deshalb nicht umhinkommen, uns im Rahmen der weiteren Evolution die Fragen zu stellen, ob wir solche Maschinen aus ethischen Gründen überhaupt wollen und wir diese gegebenenfalls in unsere kulturelle Entwicklung integrieren. Ist der intelligente Manager der Zukunft immer noch der Mensch oder ein Roboter, ein Endolid, ein Cyborg, ein Android oder ein Bioid? Diese Frage wird angesichts der sich abzeichnenden Entwicklungen immer spannender. Zusammenfassend läßt sich gemäß der Struktur-Prozeß-Matrix folgendes mögliche Arten-Schema für die Weiterentwicklung des Menschen prognostizieren:

	operational geschlossen	operational offen oder geschlossen
Struktur konstant	Roboter	Cyborg, Klon
Struktur variabel	Android	Endolid, Bioid

Abb. 4.95: Arten-Matrix

Da der Bioid/57/ eine gegenüber dem Menschen neuartige Codierung besitzen würde und darüber hinaus mit diesem verwandt wäre, könnte dieser für den Menschen gefährlich werden. Klone von Menschen und Bioiden sind ebenso als gefährlich einzustufen, da diese zur beliebigen Duplizierung mißbraucht werden können. Das Universum eines Endolids besteht vollständig aus Menschen und Gegenständen, die er nur virtuell kennt und die er nie physisch kennenlernen wird./58/ Bereits Lem hat die Möglichkeit von Endoliden in seinem Buch "Sterntagebücher" beschrieben:/59/

"Bald stellte sich heraus, daß die künstlichen Intelligenzen andere, nächst folgende produzieren konnten oder auch nach eigenem Kalkül menschenförmige Wesen oder gar normale Menschen aus einem beliebigen Haufen Materie zu synthetisieren vermochten ... Man konnte dank der Personetik ganze in Maschinen eingeschlossene Welten produzieren, in denen vernünftige Daseinsformen entstanden, die ihrerseits in dieser Abgeschlossenheit den nächsten Wurf intelligenter Personen zu konstruieren vermochten, man konnte Intelligenzen potenzieren, teilen, vervielfachen, reduzieren usw."

Der Endolid ist solange ungefährlich, wie er von der nächst höheren Exo-Welt aus abgeschaltet werden kann. Sollten sich jedoch die Computer derart verselbständigen und eine derartige Macht über das Konkrete erlangen, daß Simulationen nicht mehr abgeschaltet werden können, wird es für den Menschen gefährlich. Wir sollten bei allen neuen Technologien, vor allem jedoch bei den Bio- und Gentechnologien, immer die Konsequenzen unseres Handelns kritisch prüfen, um nicht die Existenz unserer eigenen Spezies zu gefährden. Von den vorgestellten zukünftigen Arten eignet sich vor allem der Cyborg dafür, menschliche Fähigkeiten weiterzuentwickeln und unkontrollierte Phasenübergänge von Maschinen zu verhindern. Eine andere Spezies als der Cyborg oder der Endolid könnte allzu unmenschlich werden und dies im wahrsten Sinne des Wortes.

Operationale Geschlossenheit des Gehirns bedeutet, daß ein Neuron nur auf ein Neuron reagiert und sonst auf nichts. Durch die Integration von Biochips wird das Gehirn temporär operational geöffnet; nach der "Verdrahtung" entsteht ein erweitertes, jedoch wiederum operational geschlossenes Interface. Hierbei stellen sich jedoch fundamentale Fragen bezüglich des Bewußtseins eines Cyborgs. Bisher gibt es keine Art, die sich zu einer anderen Art entwickelt hätte. Mit dem Cyborg, einem Mensch-Maschine-System, der jedoch nicht mehr als Mensch bezeichnet werden kann, könnte der Übergang von einer evolutionären Art zu einer anderen vollzogen

werden. Als Fiktion könnte hierbei ein Phasenübergang vom Ich-orientierten sterblichen Menschen zum Ich-orientierten unsterblichen Cyborg stattfinden. Ob der Cyborg auch zu einem "Multi-Ich-orientierten" Wesen avanciert, der im Sinne von Moravec zur Bewußtseinsübernahme eines anderen Cyborgs fähig ist oder auf mehrere Bewußtseine gleichzeitig zugreift, ist mehr als fraglich, da hier die Frage, "Bin ich Wir?" des Cyborg für diesen zu unauflösbaren Paradoxien oder Schizophrenien führen würde. Eine permanente operationale Offenheit bedeutet, dem Ich seine Grundlage zu entziehen. Das Ich mag zwar eine Illusion sein, doch ist es eine hartnäckige.

Wenn wir von unserem christlichen Gott (Exo-Welt) erwarten, daß wir frei geschaffen sind, so sollten die mit Bewußtsein ausgestatteten Teilnehmer einer von uns geschaffenen Endo-Welt, diese Freiheit ebenso von uns erwarten, wenn es eine Schöpfer-Geschöpf- Beziehung geben soll. Da der Mensch den virtuellen Welten jedoch nicht die Freiheit geben darf, ihn selbst zu zerstören, kann keine Schöpfer-Geschöpf-Beziehung, sondern nur eine Mutter-Kind-Beziehung zwischen virtuellen Exo- und Endo-Welten auftreten. Aufgabe eines Exo-Beobachters (z.B. einer Mutter) ist es jedoch, die Existenz des Endo-Wesens (z.B. eines Kindes) zu schützen und die Macht nicht zu mißbrauchen.⁶⁰ Die Endo-Regel Nr. 1, daß die Teilnehmer sich nicht gegen ihren Konstrukteur auflehnen dürfen, verhindert, daß wir uns als Schöpfer sehen können. Dies hat zur Konsequenz, daß kein Mensch in eine gottähnliche Beziehung zu Teilnehmern treten kann.

- Terraforming

Da die Erde eine begrenzte Ausdehnung hat, sind dem Wachstum der Bevölkerung, dem Wachstum der Umweltverschmutzung und dem Raubbau an den Ressourcen Grenzen gesetzt. Durch das Verlassen des Planeten sind wir in der Lage, diese Grenzen zu überwinden und in neue Dimensionen vorzustoßen. Nanoroboter können im Weltall, z.B. auf Raumstationen, Planeten oder Monden, die Urbanisierung für den Menschen übernehmen. Der Prozeß des Aufbaus einer Umgebung, die Leben auf einem anderen Planeten zuläßt, wird Terraforming genannt.⁶¹ Hierbei muß jedoch bedacht werden, daß das Schaffen einer für den Menschen lebensfähigen Atmosphäre sehr lange Zeiträume (500 - 1.000 Jahre) in Anspruch nehmen wird.⁶² Eine Erschließung mit Robotern könnte dagegen in relativ kurzen Zeiträumen (50 - 100 Jahren) beginnen. Es sind gerade Roboter, die in Raumschiffen, Raumstationen oder einem lebensfeindlichen Umfeld wie dem Mond oder dem Mars länger überleben könnten:⁶³

"Eventually humans, whether workers, design engineers, managers, or investors, will become unnecessary in spaces enterprises, as the scientific and technical discoveries of self-reproducing superintelligent mechanisms are applied to making themselves smarter still. These new creations, looking quite unlike the machines we know, will explode into the universe, leaving us behind in a cloud of dust."

Roboter sind telepräsent einsetzbar und beliebig reproduzierbar, was völlig neuartige Möglichkeiten der Erschließung fremder Planeten ermöglicht. Die ersten Space-Roboter waren 1970 auf dem Mond Lunochod I und 1976 auf dem Mars Viking I. Hierbei eignet sich der Mars von allen Planeten am besten für die Erschließung durch Roboter und die spätere Besiedelung durch Menschen, da er der Erde am ähnlichsten und nur um die Hälfte weiter als die Erde von der Sonne entfernt ist. Hierdurch rücken Raumreisen in den Bereich der Möglichkeit, wobei die Reisezeit zum Mars im günstigsten Fall circa acht Monate betragen würde./64/ Der geringste Treibstoffbedarf wäre immer dann gegeben, wenn die Erde sich dem Mars auf ihrer Innenbahn nähert, da dann die höhere Umlaufgeschwindigkeit der Erde gegenüber dem Mars für die Raumreise genutzt werden kann. Der Mars hat die Hälfte des Durchmessers der Erde und besitzt zwei Monde./65/ Wenn es gelingt, eine künstliche Atmosphäre zu erzeugen, so könnten sich allerdings dann nicht nur Roboter, sondern auch Menschen längerfristig auf dem Mars aufhalten./66/

Das Klima des Mars ist recht frostig (Temperaturen von minus 60 bis minus 30 Grad Celsius), da die eingestrahlte Sonnenenergie wegen der leichten Gashülle in den Weltraum rückgestrahlt wird. Aufgrund seines Sonnenabstandes empfängt der Mars 40 % weniger Sonnenenergie als die Erde./67/ Seine Atmosphäre enthält nur geringe Spuren von Wasserdampf und das Wettergeschehen wird hauptsächlich durch Staubstürme und das Kohlendioxid bestimmt./68/ Es gibt Anzeichen, daß vor Jahrmillionen Wasser die Oberfläche des Mars geformt hat, der Planet jedoch große Mengen an Wasserdampf verloren haben muß. Aufschluß darüber, ob es auch Lebewesen/69/ auf dem Mars gegeben hat, können erst dann getroffen werden, wenn entsprechende Bodenproben ausgewertet werden können.

Seit dem 5. November 1996 befindet sich die NASA-Sonde "Mars Global Surveyor" auf dem Weg zu unserem äußeren Nachbarplaneten, um eine präzise Karte seiner Oberfläche zu erstellen./70/ Am 4. Juli, dem amerikanischen Unabhängigkeitstag, ist auf dem Mars die Sonde "Pathfinder" gelandet, auf der sich ein mobiler Roboter befindet, der ferngesteuert Bodenproben auf dem Mars durchführt. Im Jahr 2005 soll nach

Planungen der NASA die Marsexpedition "Mars-Surveyor 5" starten, die solche Bodenproben dann auf die Erde zurückbringen wird.^[71] In 20-30 Jahren dürften die Technologien so weit herangereift sein, daß der Vision einer Erschließung des Mars für Forschungszwecke nichts mehr im Wege steht.



Abb. 4.96: Marsexpedition im nächsten Jahrtausend

Das Gehirn ist verletzlich und durch die Bindung an den menschlichen Körper einer feindlichen klimatischen Umwelt ausgesetzt.^[72] Dieses Dilemma wird um so gravierender, wenn der Mensch auf anderen Planeten, wie dem Mars, Kolonien gründen will. Roboter haben diese Probleme nicht, weshalb künstliche Wesen besser an ungünstige Umweltverhältnisse angepaßt werden können. Deshalb eignet sich der Einsatz von auf Proteinen basierenden Lebewesen hauptsächlich für die Erde, während der Einsatz von Robotern sich auf lebensfeindlichen Planeten wie dem Mars eignet, bis dort durch Terraforming Lebensmöglichkeiten für den Menschen oder Cyborgs entstanden sind.

Die Erwartungen hinsichtlich der Besiedelung von Raumstationen oder Planeten sollten jedoch nicht zu euphorisch bewertet werden. Wir müssen vor allem die Probleme der Menschheit auf unserem Heimatplaneten lösen. Die Vision den Planeten mit Raketen zu verlassen, mag zwar für Forschungszwecke nützlich sein, nicht jedoch für große Massen von Menschen. Um 100 Millionen Menschen in die Umlaufbahnen oder auf die Reisegeschwindigkeiten zum Mars zu beschleunigen, müßte soviel an

Treibstoff verbraucht werden, daß dies fundamentale ökologische Konsequenzen hätte, selbst wenn als Treibstoff Wasserstoff verwendet würde. Die Zukunft des Menschen liegt deshalb eher in den unendlichen Weiten von Endo-Welten als auf lebensfeindlichen Planeten, so hilfreich die Forschungen dort für die Wissenschaft auch sein mögen.

- Fazit

Viele Manager sind durch die Errungenschaften des heutigen Transaktionsysteme bereits zu roboterähnlichem Verhalten getrimmt. Sie sind Rädchen in einem großen Uhrwerk, das Ihnen immer weniger Freiräume gestattet. Aus welchem Grund sollte deshalb ein lernfähiger Roboter nicht Managementfunktionen wahrnehmen können? Ich glaube, daß es nicht darum geht Menschen oder Roboter auf bestimmten Positionen einzusetzen, sondern daß es darum geht, aus beiden Optionen das beste Interface zu gestalten, um Probleme zu lösen. Solange Computer und Roboter über limitierte Möglichkeiten zur Entscheidungsfindung verfügen, kann sicherlich niemand ohne Manager auskommen, diese sind notwendig und hinreichend für die erfolgreiche Gestaltung der Zukunft. In den nächsten 100 Jahren werden jedoch gewaltige Fortschritte in der Leistungsfähigkeit von Computern, im Verständnis des menschlichen Gehirns, der Codierung der Gene und der Miniaturisierung von Bauteilen erzielt werden, so daß immer leistungsfähigere Interfaces entwickelt werden können.

Da z.B. Roboter ununterscheidbar sind, eignen sich diese besonders für Aufgaben, die eine hohe Parallelität und Redundanz erfordern. Bei Tätigkeiten, die besonders auf Kreativität und Leadership ausgerichtet sind, wird bis auf weiteres der Mensch die entscheidende Rolle spielen. Was den Menschen und Maschinen verbindet, ist, daß diese Interfaces repräsentieren und daß diese sich zu gemeinsamen Interfaces verbinden können. Wenn wir akzeptieren, daß zukünftig die entscheidenden Managementfunktionen von komplexen Interfaces übernommen werden, so kann sowohl der Mensch als auch die Maschine, je nach Aufgabenstellung, eine dominierende Rolle einnehmen. Die heutigen Controlling-Systeme sowie der Einsatz der Robotik in Produktionsanlagen haben uns deutlich gemacht, daß wir in neue Abhängigkeiten geraten könnten und deshalb dringend ein tiefergehendes Verstehen der Informationserzeugung und des Lebens benötigen.

Nicht nur ein Roboter muß die Asimovschen Gesetze der Robotik beachten, auch der Mensch muß bestimmte Gesetze beachten, wenn er mit Maschinen

umgeht, die ihm Macht geben können. Prozessorientiertes Denken wie es für Computer erforderlich ist, ist für den Menschen nicht einfach zu erlernen/[73/](#), da der Mensch durch Intuition und Ideen geprägt ist. Da die Wissenschaft viele nichtmathematische Ansätze aufweist, kann nicht alles auf Algorithmen zurückgeführt werden. Während das, was ein Computer errechnet, auf Bits basiert, werden menschliche Ideen durch komplexe Muster geschaffen. Computer sind deshalb nicht das Allheilmittel für alle Problemstellungen, sondern nur für formale Probleme, die mittels eines effektiven Verfahrens gelöst werden können. Ob man die entstehenden nichtlinearen Interfaces, in Form von Robotern, Cyborgs, Super-Computer, Computer der 6. Generation, "Micro Man"s (von **Pask**), Golems (von Lem) oder Ultra Intelligent Machines (von **Good** und **Evans**) beherrschen kann, hängt von unserer Fähigkeit ab, unser Handeln zu reflektieren und dieses gegebenenfalls in Frage zu stellen.

Die Frage nach Autonomie für Roboter hält Ben **Schneiderman** sogar für gefährlich und irreführend, da sich eines Tages Robotiker und Programmierer nicht mehr für ihre Aktionen verantwortlich fühlen.[74/](#) Wir müssen uns bewußt werden, daß Computer und Roboter nicht nur Spielzeuge sind, sondern demjenigen Macht geben, der sie nutzt. Diese Macht kann jedoch auch mißbraucht werden. Es kommt deshalb besonders darauf an, daß die Ausbildung der Menschen am Computer von einer Philosophie getragen wird, ähnlich der, die Seymour **Papert** am MIT im Rahmen seines Lernprogramms Logo entwickelte, damit Menschen prozessorientiertes Denken verstehen und mit Computern und Robotern verantwortungsvoll umgehen.[75/](#)

Die Menschen waren immer bereit, die Risiken von Technologien nicht durch Verbot der Technologien, sondern durch Zusätze und Verbesserungen deutlich zu verringern.[76/](#) Bei Technologien, die die menschliche Existenz gefährden, helfen Verbesserungen jedoch nicht weiter. Einen Biochip in das Gehirn zu integrieren kann eventuell nützlich sein, der Moravec'sche Vorschlag den Geist in die Maschine zu bringen, könnte jedoch nicht nur zu Paradoxien, sondern auch zur Unfreiheit führen. In dem Maße wie der Mensch seine eigene Codierung beeinflusst, verändert er seine Determination und damit seine Evolution. Um die Freiheit des Menschen zu wahren, muß im Zweifelsfall auch auf Technologien verzichtet werden. Es spricht solange nichts dagegen, Management durch virtuelle Gehirne zu lenken, so lange die Freiheit des Menschen und die Menschenrechte gewahrt bleiben.[77/](#)

- Intelligente Roboter repräsentieren ein neuartiges Machtpotential.

- Das Betätigen des Delete-Schalters gibt einem Exo-Operateur die Macht, über Tod und Leben im Computer zu entscheiden.

- Intelligente Roboter werden gefährlich für die Freiheit, wenn diese sich in derselben ökologischen Nische wie der Mensch befinden.

- Konnektivität an Computer erfordert, daß der Mensch die Freiheit behält, sich autonom von diesen abzukoppeln.

Abb. 4.97: Konsequenzen für Macht und Freiheit

- Mobile Roboter, die die menschlichen Fähigkeiten erweitern, schaffen völlig neue Wachstumsmärkte.
- Management muß sich zunehmend dem Problem der Determinierung durch Algorithmen stellen.
- Wahrnehmung, Liebe und Intelligenz müssen eine Einheit bilden, wenn Interfaces Bewußtsein hervorbringen sollen.
- Management hat dafür zu sorgen, daß Interfaces konzipiert werden, die sich in andere Interfaces hineinversetzen können.
- Management von Wissen bedeutet dezentrale und verteilte Intelligenz zu schaffen.
- Zukünftig werden immer mehr Entscheidungen von intelligenten Computern getroffen.
- Management muß die Freiheit von intelligenten Robotern berücksichtigen und intelligente Maschinen müssen die Menschenrechte achten.
- Intelligente Interfaces dürfen kein Halteproblem haben, da diese sonst in Endlos-schleifen gefangen bleiben.
- Die Fortschritte in der Interface-Technologie werden zu einem Artenwettbewerb intelligenter Maschinen führen.
- Intelligente Roboter erlauben das Terraforming auf entfernten Planeten und Monden.

Abb. 4.98: Konsequenzen für das Endo-Management

[1](#) Vgl. Asimov (Roboter-Visionen), 458.

[2](#) Bioid bedeutet übersetzt der Lebensähnliche; von Bio = Leben und idas = ähnlich.

[3](#) Vgl. von Randow (Roboter), 300.

[4](#) Unser nächster Verwandter wäre der Cyborg, d.h. ein Mensch mit integrierten Mikromaschinen.

[5](#) Vgl. Kidron (Welt), 1.

[6](#) Vgl. Popper (Gehirn), 23.

[7](#) Vgl. von Randow (Roboter), 11.

[8](#) Vgl. Moravec (Children), 14.

[9](#) Vorläufig übernimmt der Mensch die intelligente Lenkung der Maschinen durch die VR-Technologie.

[10](#) Die Verschmelzung von mechanischem und elektronischem Design wird von den Japanern "Mechotronics" genannt.

[11](#) Arbib (Brain 2), 408.

[12](#) Im Film "Johnny Mnemonic" wird einem Datschmuggler ein Chip unter der Kopfhaut implantiert mit dem er die Daten transportiert. Als die Speicherkapazität des Chip nicht ausreicht, löscht der Schmuggler Teile seines eigenen Gedächtnisses, wobei er sich einem gefährlichen Daten-Overflow aussetzt.

[13](#) Ein Computer ohne Bewußtsein ist nicht zur Vernunft fähig.

[14](#) Vgl. Lem (GOLEM), 7.

[15](#) Beim Menschen kann der Geist den lebenden Körpers nicht verlassen, von der Rückübertragung von Daten in das Gehirn ganz zu schweigen. Der Mensch ist erst durch seinen Körper ein Ganzes, er braucht ihn für die Erhaltung seines seelischen Gleichgewichts und für das Entlernen seines Gehirns.

[16](#) Falsch wäre es jedoch zu behaupten, daß eine Maschine keinen Körper besitzt, denn auch wenn es ein virtueller Körper ist, bei dem die unterschiedlichen Prozesse in über den Planeten verstreuten Rechnern stattfinden, jede Maschine braucht einen Träger für die Berechnungen.

[17](#) Vgl. Dreyfus (Computer), 254.

[18](#) Eine der wichtigsten Eigenschaften von Robotern gleicher Bauart ist deren Ununterscheidbarkeit, falls diese streng determiniert sind.

[19](#) Vgl. Jünger (Zeitmauer), 278.

[20](#) Asimov (Roboter-Geschichten), 204.

[21](#) Ein fortgeschrittener Roboter könnte darüber hinaus zur Erkenntnis gelangen, jedes Individuum zu schützen, wodurch das 1. Gesetz der Robotik durch ein Nulltes erweitert würde. Vgl. Asimov (Roboter-Visionen), 474.

[22](#) HAL ist ein Kunstwort, das aus den nachfolgenden Buchstaben des Firmennamens von IBM gebildet wurde.

[23](#) Vgl. Asimov (Roboter-Geschichten), 576.

[24](#) Vgl. Asimov (Roboter-Geschichten), 546.

[25](#) Dialog aus dem Film "Star Trek 6: Das unentdeckte Land, die Zukunft", der die letzte Reise von Raumschiff Enterprise beschreibt.

[26](#) Wären Roboter in derselben ökologischen Nische, würden diese in direkten Wettbewerb zueinander treten und die überlegene Art würde die unterlegene zerstören.

[27](#) Alle Lösungen sind jedoch nicht sicher, da die einzige Sicherheit darin bestehen kann, etwas nicht zu tun.

[28](#) Der Gödeltest muß die Vernunft des Menschen testen. Auch wenn viele Menschen den Gödeltest nicht bestehen werden, so scheint dieser unvermeidlich, um unvernünftiges Verhalten von Robotern zu minimieren.

[29](#) Es ist zu erwarten, daß Probleme wie die Mustererkennung und die Sprachübersetzung andere Computertypen als die Turing-Maschinen erfordern.

[30](#) Zeichnung: Dark Horse Comics.

[31](#) Ununterscheidbarkeit, gepaart mit unbewußtem lokalen Zusammenwirken, kann auch zu global intelligentem Verhalten führen, wie Ameisenkolonien belegen.

[32](#) "Global Encoder" von Nam June Paik, 1994.

[33](#) Was passiert mit meinem Geist im Computer, wenn Bits beim Datentransfer verlorengehen oder falsch übertragen werden?

[34](#) Im Science Fiction-Film Saturn City befinden sich Gehirne von Menschen in Notebooks.

[35](#) Vgl. Moravec (Children), 109.

[36](#) Wenn die Zustände lediglich kopiert würden, so hätten wir nach Ablauf einer Korrelationszeit zwei unterschiedliche Bewußtseinszustände, den der Kopie im Rechner und den des Gehirns im Körper.

[37](#) Herbert Scheingraber, hält das Gehirn von Moravec auf 2 GByte komprimierbar, da dieser alle wesentlichen menschlichen Eigenschaften, wie z.B. Liebe, Freundschaft oder Emotionen für Randerscheinungen hält. Der durch Kompressions-Algorithmen abgespeckte Mensch würde somit nur einen geringen Speicherbedarf brauchen, um entsprechend codiert und decodiert zu werden.

[38](#) Es ist äußerst ermunternd, daß Stanislaw Lem in den Kyberjade einen "Elektrobarden" folgende Strophe anstimmen läßt: "Fixpunkte träumen von Kontraktionen,

Vektor schmeichelt der schönen Matrize,

Spalten bringt er in siedende Hitze,

Heiß und ergodisch glühen die Zonen."

Vgl. Lem (Kyberjade), S. 57.

[39](#) Dieser Gedanke wurde am Abend des 17. 12. 1996 bei einem Abendessen mit dem Bergbauern R. Wehren entwickelt, als ich diesem den grundlegenden Aufbau von Computern erläuterte.

[40](#) Vgl. Casti (Worlds), 215.

[41](#) Vgl. Bailey (Thought), 18.

[42](#) Entspricht bei den Star Trek-Filmen dem "Beamen".

[43](#) Wer jedoch die Daten eines solchen virtuellen Gehirns löscht, würde einen heimtückischen Mord an einem Wehrlosen begehen. Moravec schafft uns mit seinem Gehirn im Rechner große juristische Probleme, denn dann sind Leute, die Viren in die Netze bringen, als Massenmörder zu betrachten.

Und wenn es sich bei den Virenverbreitern auch um virtuelle Gehirne handelt, würde man virtuelle Gefängnisse für virtuelle Mörder einrichten müssen. Da man im Virtuellen gelöschte Gehirne auch nicht mehr in einen Körper rückübertragen könnte, würde der virtuelle Mord auch einem physischen Mord gleichkommen.

[44](#) Das Problem bei Viren ist jedoch die Artenvielfalt und daß diese auf unterschiedlichsten Abstraktionsebenen, wie z.B. den Sprachebenen (Assembler, Betriebssystem oder Anwendungsprogramm) auftreten können.

[45](#) Vgl. Casti (Complexification), 151.

[46](#) Vgl. Baudrillard (Videowelt), 117.

[47](#) Cogito ergo sum, heißt übersetzt nicht genau "ich denke also bin ich", sondern exakter "Ich nehme war".

[48](#) Selbst wenn eine Verschaltung einer Vielzahl von Gehirnen gelänge, würde dies zu einer Vielzahl von Paradoxien führen, die eine zielgerichtete Entscheidungsfindung nahezu unmöglich machen.

[49](#) Vgl. Moravec (Children), 115.

[50](#) Vgl. Moravec (Children), 117.

[51](#) Im Film Star Trek 6 "Das unsichtbare Land" wurde die Idee eines Chamälioiden vorgestellt, d.h. eines Wesens, das alle möglichen Körper annehmen kann.

[52](#) Ein physischer Roboter mit Bewußtsein wird, wie bereits zuvor erwähnt, auch "Computator Sapiens" genannt.

[53](#) Vgl. Asimov (Roboter-Geschichten), 234.

[54](#) Ich vermute, daß Humor sich nicht durch Determinismus, sondern nur durch deterministisch-chaotische Prozesse im Gehirn hervorrufen läßt.

[55](#) Beim Humor werden die Verbindungen getrennt, die streng regelgeleitet sind. Vgl. Minsky (Mind), 279.

[56](#) Vgl. Sober (Functionalism), 763.

[57](#) Die Veränderung der eigenen Codierung bedeutet, daß sich der Mensch operational öffnet und

ein neuartiges Lebewesen schafft.

[58](#) Vgl. Gibson (Overdrive), 85.

[59](#) Lem (Sternstagebücher), 226f.

[60](#) Vgl. Rössler (Lampsacus), 306.

[61](#) Vgl. Macy (Ökologie), 112.

[62](#) Vgl. Puttkamer (Mars), 21.

[63](#) Moravec (Children), 102.

[64](#) Die Entfernung zwischen Mars und Erde schwankt zwischen 55,5 und 400 Millionen Kilometern, da beide Planeten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten die Sonne umrunden: 107.000 km/h die Erde und 87.000 km/h der Mars.

[65](#) Erddurchmesser = 12.750 km, Marsdurchmesser = 6.800 km

[66](#) Ein schützende Atmosphäre auf dem Mars aufzubauen, ist wegen des ständigen Niedergangs kleiner Meteoriten eine wichtige Aufgabe.

[67](#) Vgl. Puttkamer (Mars), Die Welt, 4. Dez. 1996, S. 9.

[68](#) Vgl. Kargel (Mars), 51.

[69](#) Leben auf dem Mars war, wenn überhaupt nur während eines 1 Million Jahre währenden Zeitfensters möglich.

[70](#) Vgl. Kargel (Mars), 56.

[71](#) Vgl. Kargel (Mars), 56.

[72](#) Vgl. Wiesendanger (Hirnforschung), 33.

[73](#) Vgl. Roszak (Information), 85.

[74](#) Vgl. von Randow (Roboter), 300.

[75](#) Vgl. Roszak (Information), 109.

[76](#) Vgl. Asimov (Roboter-Visionen), 452.

[77](#) Da es zu den Menschenrechten gehört, auch Fehler machen zu dürfen, müssen wir dieses Recht

auch intelligenten Maschinen einräumen. Aber auch der Mensch muß darauf achten, daß er Roboter keine Befehle gibt, die diesen Schaden zufügen.