

4.4.3 Molekulardynamische Simulation, Nano- und Gentechnologien

Einerseits verhalten sich vom Menschen konstruierte Objekte immer lebensähnlicher, andererseits wird das Leben selbst immer technischer konstruiert./1/ Diese Entwicklung haben wir dem Transfer der Bio-Logik in die Maschinen zu verdanken./2/ Zusammen mit der Robotik werden Künstliche Intelligenz, Künstliches Leben und die Gentechnologie zu einer neuen Einheit verschmelzen, die in der Lage ist, den menschlichen Bauplan zu verändern: der Nanotechnologie. Der Weg von der Molekulardynamik über die Nanotechnologie führt zu intelligenten Interfaces, die uns neue Formen der Wahrnehmung eröffnen und die wir für die Erschließung neuer Lebensräume nutzen können.

- Molekulardynamische Simulation

Der Computer repräsentiert das konstruktivistische Prinzip sowohl im Makro- als auch im Mikrokosmos. Software entsteht durch Zusammenfügen von Bits, während Hardware durch die Kombination von Molekülen entsteht. Je kleiner der Maßstab wird, auf dem Moleküle manipuliert werden, desto leistungsfähigere Computer können konstruiert werden. Die moderne Computertechnologie erlaubt es uns, zunehmend in molekulare Dimensionen vorzustoßen, zumindest was die Simulation von Molekülen und komplexen Strukturen angeht. Ein molekulardynamisches Modell sollte einfache Regeln haben, auf eine große Zahl an Variablen ausdehnbar sein und die unterschiedlichsten Wechselwirkungen zwischen den Variablen berücksichtigen können. Hierfür werden RISC-Architekturen, Parallelverarbeitung, Networking, Echtzeit, Multi-Processing und Bio-Computing die wichtigsten Computer-Trends sein. Im Rahmen von molekulardynamischen Computersimulationen kann ein Beobachter eine mikroskopische Teilnehmerperspektive einnehmen./3/ Simulationen dienen hierbei dazu, das Lernen über komplexe Zusammenhänge im Mikrokosmos zu unterstützen und neues Wissen zu erlangen. Durch molekulardynamische Simulationen wird die Interaktion vom Makrokosmos in den Mikrokosmos der digitalen Zeichen und der Bio- und Nanotechnologie verlagert. Durch die Molekulartechnologie wird auch das Prinzip der Redundanz vielfältiger einsetzbar, da die Strukturen effizienter, leichter, kleiner und billiger werden./4/

Da wir durch die Interaktion im Cyberspace die Rolle eines mikroskopischen Teilnehmers einnehmen können, wird eine neuartige

Synthese zwischen virtuellem Mikrokosmos und physischem Makrokosmos geschaffen, die nicht ohne Konsequenzen für die Produktion zukünftiger Computersysteme sein wird. Wenn wir gegenwärtig sagen, daß Computer nur das tun können, wozu sie programmiert sind, so gilt dies nicht für den Menschen, der trotz seiner genetischen Codierung frei Handeln und Denken kann. Die Vorhersage menschlichen Verhaltens kann nicht im Detail, sondern nur in Form von Verhaltensmustern erfolgen. Wenn wir wollen, daß Computer Intelligenz hervorbringen, dann müssen wir die Codierungen entschlüsseln, die bestimmte intelligente Verhaltensmuster hervorbringen und wir müssen Möglichkeiten finden, diese in Maschinen zu implementieren./5/ Eine Maschine kann nur dann als kreativ bezeichnet werden, wenn nicht alle Ergebnisse im voraus bekannt sind./6/

Während unser Gehirn dreidimensional organisiert ist, haben die elektronischen Schaltkreise aktuell nur zwei Dimensionen. Die dritte Dimension wird beim Aufbau des menschlichen Gehirns durch die fraktale Faltung der "Großhirnrinde" optimal genutzt, da hierdurch eine größere Oberfläche und somit eine kühlende Wirkung entsteht. Thermische Probleme, die ein Hauptgrund für die bisherige Nichtnutzung der dritten Dimension bei Chips sind, können wahrscheinlich bald schon durch die Supraleitung (kein elektrischer Widerstand) überwunden werden. Wenn es gelingt eine kritische Masse von 10¹⁰ "Neuronen" in Molekularrechnern bzw. dreidimensionalen hochintegrierten Chips parallel zu integrieren, sind von Computern ähnliche Leistungen wie vom menschlichen Gehirn zu erwarten./7/ Somit wird durch die zukünftige Computertechnologie/8/ der Mikrokonstruktivismus zunehmend darstellbar und es können in Abhängigkeit vom gewählten Interface vielfältige Virtuelle Realitäten erzeugt werden. Die Erzeugung neuer Codes führt zu Simulationen von Cyberwelten, in denen wir uns virtuell bewegen. Als Teilnehmer einer solchen Welt können wir an unserer eigenen Veränderung teilnehmen, zwar nur virtuell, jedoch derart, daß wir teilweise nicht mehr unterscheiden können, ob die sichtbare Wirklichkeit physischen oder virtuellen Ursprungs ist. Dies hat zur Konsequenz, daß wir, wenn uns der Übergang zwischen physisch und virtuell nicht bewußt wird, nicht mehr wissen, ob wir reversible oder irreversible Handlungen ausführen.

Conrad und **Zauner** nutzen konventionelle Computer, um Molekular-Computer zu simulieren, mit dem Ziel ein virtuelles neuronales Gehirn zu konstruieren./9/ Je schneller die Computer durch Parallelisierung werden, desto wahrscheinlicher werden zukünftige Gehirnsimulationen in Echtzeit.

Im Rahmen einer deduktiven Betrachtung lassen sich Gehirne als nichtlineare dynamische Systeme betrachten, die folgende fünf Spezifikationen aufweisen: Kontinuität, Autonomie, Zeitabhängigkeit, Anpassungsfähigkeit und eingebaute Optimierungspfade./10/ Mit dreidimensionalen Rechnerstrukturen kann die Komplexität von Simulationen sehr stark gesteigert werden, wobei die neuen Prozessoren dann Milliarden statt nur Millionen Komponenten besitzen. **Rössler** betont, daß sich bei 10^{10} Neuronen praktisch jedes Gehirn oder Gehirnmodell mikroskopisch reversibel realisieren lassen könne./11/ Die Endophysik ermöglicht somit, Computer und formale Gehirne "explizit" auf der Mikroebene zu untersuchen./12/ Je mehr sich die Computer-Technologie hin zum Mikrokosmos entwickelt, desto bedeutender scheint die Endophysik und die damit verbundene Interface-Theorie für den Menschen zu werden.

Molekular-Computer sind datenverarbeitende Einheiten, in der die individuellen Moleküle wichtige Funktionen ausüben/13/ und nicht nur statistisch relevant sind./14/ Eine Vision der Molekulardynamik-Forschung ist der Aufbau molekularer Computer, die eine solche Vielzahl von Komponenten berücksichtigen können, daß hochkomplexe Systeme wie Nationalökonomien oder die Weltwirtschaft individuenorientiert simuliert werden können. Der Aufbau dreidimensionaler Molekülstrukturen kann durch selbstorganisierte Wachstumsprozesse erfolgen, die den gewünschten Eigenschaften der Moleküle Rechnung tragen./15/ Hierbei lassen sich Computer mit völlig neuen Eigenschaften und Leistungscharakteristika entwickeln, wozu Zauner ausführt:/16/

"The functional capabilities of proteins can be modulated through other macromolecules and the local physio-chemical milieu: In the laboratory it is possible to enlarge the set of building blocks, both at the amino acid and at the macromolecular level, and to organize them into structures that are not found in natural systems."

Durch ihre Codierung sind Zellen nichts anderes als eine Art mikroskopischer Computer/17/, die durch Selbstorganisation neuartige Phänotypen herausbilden können, was zukünftig durch gezieltes Zellwachstum auch die Herausbildung makroskopischer Bio-Computer ermöglichen könnte. So hat **Adlemann** die Selbstreproduktion komplementärer DNA-Stränge genutzt, um ein Suchproblem zu lösen (DNA-String-Processing)./18/ Mit Bio-Computern, die auf Proteinbasis arbeiten, würde die Grenze zwischen Leben und Nichtleben aufgehoben./19/ Damit Biomaterialien in die heutigen Computer integriert werden können,

müssen die Interfaces zwischen diesen aufeinander abgestimmt werden, wobei bei Proteinen oder anderen Molekularprozessoren auch Quanteneffekte beachtet werden müssen:/20/

"The conceptual significance of interface technologies is more general than indicated earlier. In order to utilize molecular-level mechanisms for information processing, it is necessary to connect them to macroscope input and output."

Dies hat strategische Auswirkungen für Unternehmen, da es bedeutet, daß den heutigen Computerherstellern durch die Chemie- und Biotechnologiefirmen eine neuartige Konkurrenz erwächst./21/ Biotechnologie erfordert jedoch ebenso wie die Gentechnologie eine hohes Maß an Investitionen, d.h. die Markteintrittsbarrieren für kleine Unternehmen sind extrem hoch./22/ Beispiele für Biotechnologianwendungen nach Industriesektoren sind:/23/

<u>Industriesektoren:</u>	<u>Biotechnologianwendungen</u>
Chemie	Enzyme
Pharmazeutik	Antibiotika
Energie	Biogas
Ernährung	Konservierungsstoffe
Landwirtschaft	Kompostierungsprozesse
Service-Industrien	Wasserreinigung

Da der menschliche Körper aus Molekülen besteht, wird die Beherrschung molekularer Technologien unser Leben in vielfältiger Weise verändern. Die Risiken, die die neuen Technologien des Lebens liefern, ist hierbei, daß die Maschinen sich schneller entwickeln, als es der Mensch kann. Sich selbst reproduzierende, programmierbare Maschinen können nicht nur beliebige Zellen reparieren oder eine Vielzahl von Routinearbeiten übernehmen, sie reduzieren auch in dramatischer Weise die Transaktionskosten der heutigen Industrieproduktion und könnten so programmiert werden, daß sie sich nach Ablauf ihres Einsatzes selbst recyceln und wieder in ihre Ausgangs-substanzen zersetzen.

Da diese mikrokonstruktivistische Emergenz von Leben womöglich zu Bewußtsein führt, müssen wir uns die Frage nach den moralischen Konsequenzen dieser Konstruktionen stellen. Sollte hierbei ein Gehirn Bewußtsein hervorbringen, handelt es sich nicht nur mehr um simuliertes Bewußtsein, sondern um ein neu erschaffenes Bewußtsein. Wenn wir intelligenten Maschinen beibringen, wie diese durch Nutzung der Sonnenenergie und Ressourcen sich selbst reproduzieren, stehen wir vor der

Gefahr, daß wir die ausgelösten Maschinenprozesse unter Umständen nicht mehr stoppen können.

Die neuen Technologien werfen auch fundamentale ethische Fragen auf. Wenn der Mensch zunehmend durch Roboter und Mikromaschinen determiniert wird, bleibt die Frage nach der menschlichen Freiheit. Wenn gleichzeitig die Maschinen immer mehr Fähigkeiten bekommen und immer besser Probleme lösen, werden diese unter Umständen die Forderung nach der Freiheit vom Menschen entwickeln. Dieser Trend zur Determinierung des Menschen durch Maschinen und die Indeterminierung der Maschinen durch den Menschen führt zu völlig neuartigen Konsequenzen hinsichtlich der Beurteilung der Sinnhaftigkeit technischer Systeme. Bedenkt man, daß die Komplexität der Welt lediglich die Konsequenz der Kombination von etwa sechs Dutzend unterschiedlichen Atomen ist/[24/](#), so ist zu erwarten, daß die Beherrschung der molekulardynamischen Simulation völlig neuartige Konstruktionen im Mikrokosmos erlaubt. Rösslers Mikrokonstruktivismus (siehe Kapitel 3.4) ist der Versuch einer philosophischen Antwort auf die Zunahme der technologischen, sozialen und ökonomischen Komplexität.

- Nanotechnologie

Der Begriff der Nanotechnologie, der synonym zum Begriff Molekulartechnologie verwendet wird, wurde von K. Eric Drexler geprägt, der, aufbauend auf den Arbeiten des Physikers Feynmann, die Möglichkeit der Erzeugung molekularer Maschinen beschrieb./[25/](#) Feynmann hatte vorausgesagt, daß es möglich sein wird, einzelne Atome trotz der Unschärferelation von Heisenberg zu beeinflussen und zu bewegen./[26/](#) Sein Vortrag "There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics" wies laut Drexler den Weg zur Nanotechnologie. Die Nanotechnologie ist von der Mikrosystemtechnik zu unterscheiden, da diese die Miniaturisierung verfolgt, während die Nanosystemtechnik den Aufbau großer komplexer Strukturen durch aller kleinste Elemente ermöglichen soll./[27/](#)

"In microtechnology, the challenge is to build smaller...In nanotechnology, the challenge is to build bigger."

Die Nanotechnologie eröffnet die Möglichkeit, fraktale Strukturen, Schichten, molekulare Einheiten und Interfaces in virtuellen Räumen zu simulieren. Durch den Computer wird die eigentliche Produktion zunächst

simuliert, so daß schneller und genauer entwickelt werden kann. Gerade das Interfaceproblem, die Erforschung von Grenzflächen, ist ein wesentlicher Aspekt der Molekularelektronik./28/ Durch die molekulare Elektronik können völlig neuartige Systemüberlegungen für den Aufbau komplexer Systeme angestellt werden, die die Aspekte der Nichtlinearen Dynamik, wie z. B. durch Parallelrechner, berücksichtigen. Warum sollte es nicht möglich sein, den Inhalt der kompletten 'Encyclopaedia Britannica' auf die Größe eines Stecknadelkopfes schrumpfen zu lassen?/29/

Während Zellen normalerweise in Mikrometern angegeben werden können, sind beispielsweise DNA-Strukturen nur in Nanometern zu messen. Die Einheit Nano entspricht 10^{-9} m und kommt aus dem griechischen Wort "nanos", das Zwerg heißt./30/ Die Durchmesser von Fullerenen (Buckyballmoleküle) betragen etwa 1 Nanometer, von Kohlenstoffatomen (C) 0,15 Nanometer und von Wasserstoffatomen (H) nur etwa 0,075 Nanometer. Es gibt bereits Billionen von Nanomaschinen, die ihre Leistungsfähigkeit täglich unter Beweis stellen, nämlich Viren und Bakterien. Bisher beherrscht jedoch nur die Natur diese "Bottom up"-Technologie, molekulare und supramolekulare Systeme herzustellen. Da durch die Nanotechnologien die meisten Prozesse in Echtzeit ablaufen werden, steht die Nanosekunde als Symbol für eine neue Sichtweise der Zeit/31/, die ich zuvor bereits als fraktale Zeit (siehe Kapitel 3.4) beschrieben habe.

Durch die Molekulartechnologie steht der Mensch vor der Überwindung seiner eigenen Grenzziehung. Die Lebensfähigkeit des Menschen wird dadurch aufrecht erhalten, daß sich Zellen ständig teilen und sich selbst reparieren./32/ Wird dieser Prozeß gestoppt, stirbt der Mensch. Reparaturmaschinen bringen deshalb eine neue Form von illusionärer Reversibilität/33/ in das menschliche Leben und somit in die evolutionären Prozesse. Künstliche Zell-Reparaturmaschinen in der Größe von Viren und Bakterien könnten zukünftig dafür sorgen, daß Krankheiten wesentlich besser behandelt werden können, was die gesamte Medizin revolutionieren würde./34/ Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über Technologieansätze und die sich daraus ableitenden Komponententechnologien:

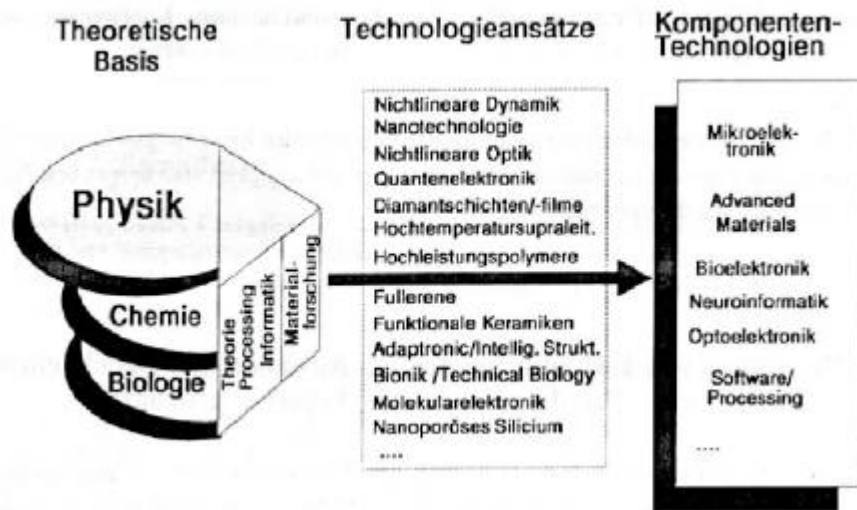


Abb. 4.99: Technologieansätze/35/

Mit den Echtzeitbetriebssystemen wird die Basis für Mikro- und Nanoproduktionssysteme gelegt. Es ist abzusehen, daß die Mikroelektronik einen immer bedeutenderen Anteil an der Wertschöpfung von Produkten einnehmen wird. Anwendungsorientierte Nutzungen der Nanotechnologie werden unter anderem in der Optik, der Nanoelektronik, der Sensorik, der Robotik, der Prozeßtechnik, der Biotechnologie, der Umwelttechnik, der Solartechnik, der Medizin und der Biochemie liegen./36/ Die Einführung für das Auge unsichtbarer Maschinen, die durch Selbstreproduktion/37/ neue Maschinen erzeugen, wäre deshalb ein entscheidender Schritt für die Entwicklung der Menschheit, da sie eine nahezu vollständige Beeinflussung der menschlichen Biologie erlaubt. Makroskopisch können bei einer Beherrschung der molekularen Technologie auch Cyborgs (roboterähnliche Menschen) oder Androiden (mensenähnliche Roboter) konstruiert werden (siehe Kapitel 4.4.2).

Die Zunahme der Bedeutung der Nanotechnologie wird zum Aufbau einer Nano-Ökonomie führen. In dieser Ökonomie ist die Produktion nicht mehr Primärarbeitgeber, sondern die Programmierung und der Wissenstransfer von Menschen zu Maschinen. Die physische Arbeit wird zunehmend verschwinden, da diese von Robotern durchgeführt werden kann./38/ In einer auf Nanotechnologie basierenden Cyber-Ökonomie spielt der Kauf von Gegenständen nicht mehr die entscheidende Rolle, sondern der Erwerb virtueller Dienstleistungen, die von Menschen, Computern und Robotern durchgeführt werden. Die Nanotechnologie wird somit die neue Ökonomie

des Wissens und der Ideen weiter forcieren. Nano-Pioniere im Bereich der Forschung sind unter anderen Biosym Molecular Simulation; The Materials & Process Simulation Center, Caltech; The Laboratory of Molecular Robotics, USC; Molecular Manufacturing Enterprise, Inc.; Molecular Graphics Society; Micromachine Society of Japan; Research Center for Advanced Science & Technology (RCast).

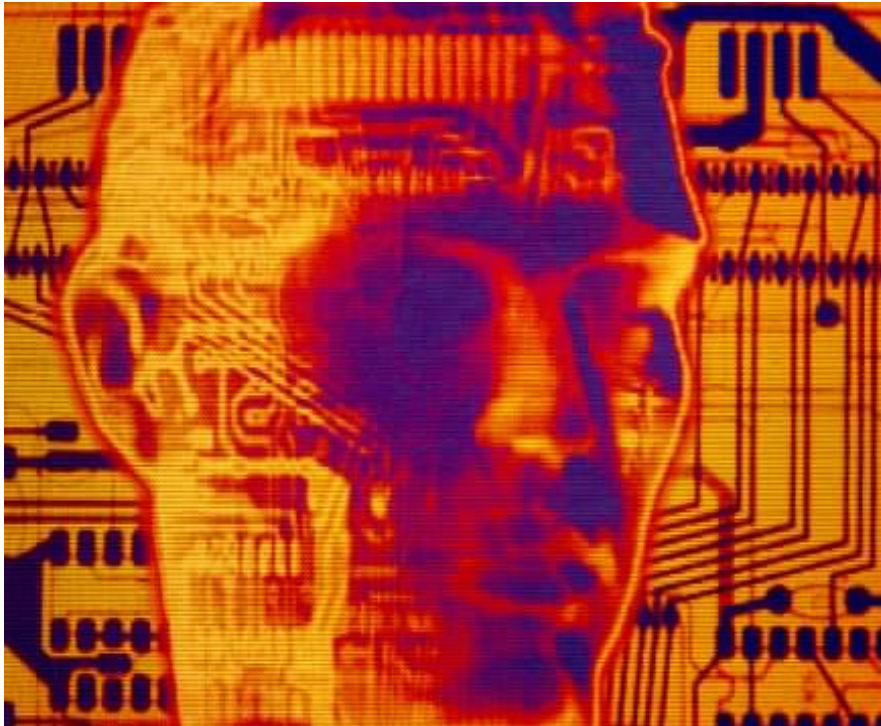


Abb. 4.100: Menschliche Verschmelzung mit der Maschine

Supramolekulare Chemie und Nanochemie werden zu den entscheidenden Wachstumsmärkten der nächsten Jahrzehnte gehören. Deshalb kann es kaum verwundern, daß es in den USA bereits spezialisierte Nanofirmen gibt wie Nanothink, die sich auf die drei Geschäftsfelder Nanocomm (Kommunikation), Nanoventures (Neue Anwendungen) und Nanotainment (Bildung) konzentriert./[39](#)/ Dramatische Reduzierung des Materialverbrauchs, des Arbeitseinsatzes und der verbrauchten Energie sind die logische Konsequenz durch molekulare Technologien./[40](#)/ Das von Smalley gefundene C₆₀-Molekül (auch Buckyball oder Fußball-Molekül genannt), das zur Gattung der Fullerene (zu Ehren von Buckminster **Fuller**) gehört, ist das symmetrischste aller bisher gefundenen Moleküle./[41](#)/ Es ist neben Diamant und Graphit die dritte Ausprägung des Kohlenstoffs und wurde

1985 entdeckt./42/ Im Sinne Buckminster Fullers repräsentiert es eine Tensegrity-Struktur./43/

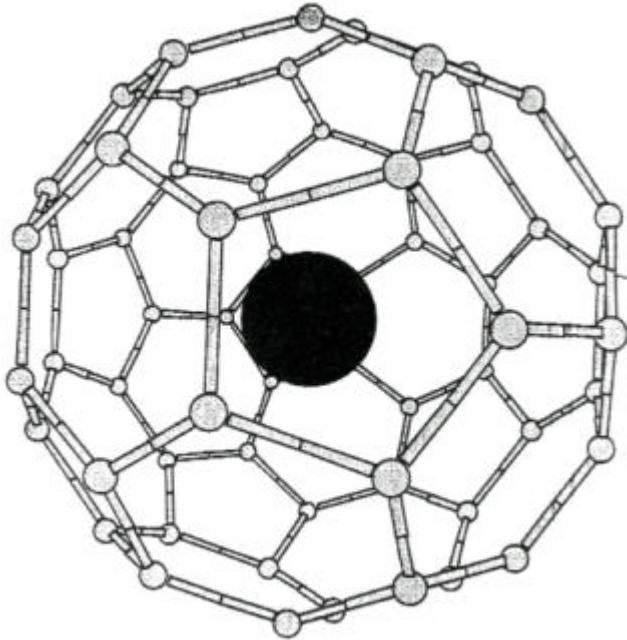


Abb. 4.101: Fußball-Molekül mit Fremdatom

Durch seine Hohlstruktur aus fünfeckigen und sechseckigen Kohlenstoffringen können im Buckyball-Molekül Fremdatome untergebracht und hierbei völlig neuartige physikalische Vakuum-Experimente (z.B. EPR-Paradoxon) durchgeführt werden. Diese Miniatur-Tensegrity ermöglicht hierbei nach Fuller mit neuen Technologien auf einer Mikro-Ebene zu operieren./44/ Kristalle aus Buckyballs können so bearbeitet werden, daß diese Isolatoren, elektrische Leiter, Halbleiter oder sogar Supraleiter sind./45/ Ein makroskopisches Anwendungsbeispiel für eine Tensegrity-Struktur ist eine Ballonhülle, ein Netzwerk, bei dem die Löcher mikroskopisch so klein sind, daß die Luftmoleküle nicht austreten können./46/



Abb. 4.102: Virtuelle molekulare Konstruktionen

Der Code eines Produktes läßt sich über riesige Distanzen in Echtzeit übertragen. Der Transport wird somit überflüssig, da das Objekt nur in Form von Daten übertragen wird, um dann am Empfangsort der Daten mit Nano-Robotern produziert zu werden. Neuartige Produktionstechniken können dazu führen, daß die Preise für Gebrauchsgüter deutlich zurückgehen, was auch positive Auswirkungen auf die Entwicklungsländer hätte. Daneben sind sowohl eine deutliche Erhöhung der Lebensdauer vieler Produkte durch langlebige Materialien denkbar als auch neuartige Recycling-Techniken, mit denen die viele Produkte nicht mehr am Ende ihrer Lebensdauer recycelt werden, sondern bereits am Ende ihrer Gebrauchsdauer.

- Gentechnologie

Die Gentechnologie ist die umfassende Wissenschaft von der Veränderung von Genen, während die Gentechnik die Anwendungsmöglichkeiten repräsentiert, d.h. von Methoden zur Isolierung, gezielten Veränderung sowie Übertragung von Erbmaterial (DNA/[47/](#)). Die Gentechnik eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten in der Medizin, wie eine verbesserte Diagnostik von Krankheiten, in der Präventivmedizin (neue Impfstoffe), bei der Substitutionstherapie (z.B. Herstellung von Insulin) oder für die Genterapie (Kompensation von Enzymen/[48/](#)). Durch die Gentechnologie besteht die Chance, Körperzellen so zu programmieren, daß bei Verletzungen von Gliedmaßen oder Organen diese wieder nachwachsen. Dies könnte die Krebsbehandlung revolutionieren, da mit einer einzigen

gesunden körpereigenen Zelle z.B. eine neue Leber hergestellt werden könnte.

Die Gentechnik wirft unter anderem die Frage auf, was Leben ist und wodurch sich ein Stein von einer Fliege unterscheidet. Es ist zunehmend nicht mehr die Natur, die eine Grenzlinie zwischen Leben und Nicht-Leben zieht, sondern der Mensch. Wegweisend für die Beschreibung der Gentechnologie waren vor allem die Arbeiten von **Eigen** und **Schuster**, die sich direkt auf die internen Strukturen und Prozesse ihrer Objekte beziehen. Hierbei müssen zwei Sachverhalte beschrieben werden, eine Theorie des Organismus und eine Theorie, die dessen Variation beschreibt./49/ Da der Mensch über Jahrtausende in die Genetik nicht eingreifen konnte, war diese relativ langsam. Durch die Gentechnologie, die die Veränderung der Codes erlaubt, kann sich das Evolutionstempo dramatisch verändern, d.h. es kann sich eine Art Echtzeit-Evolution herausbilden, die implizite Strukturvarianten augenblicklich entfaltet. Durch neuartige Computer wird die Gentechnologie operationalisierbar und damit für das Management von besonderem Interesse. Die Gentechnik stellt die Entwicklung des Menschen ins Zentrum einer virtuellen Umcodierung und Erprobung neuer Codierungen, die dann in der physischen Welt zum Einsatz kommen. Durch Quanten-Computer und Nanotechnologien sind zukünftig entscheidende Fortschritte in der Gentechnik zu erwarten.

Wird die biologische Evolution durch die geistige Evolution unserer Technologien abgelöst? Wer schützt uns vor verrückten Programmierern, die Lebewesen codieren, die den Menschen töten? Kennzeichnen Neurochips, Cyberimplantate oder Mikroprothesen den Menschen als Auslaufmodell, der durch einen künstlichen Menschen ersetzt wird? Der Vorgang des Einbringens von DNA einer fremden Art in die Empfängerzellen ist in der Gentechnik ein alltäglicher Vorgang, der sich im übrigen auch in der biologischen Evolution findet (z.B. bei Prokaryoten/50/). Tiere, denen ein fremdes Gen mit den entsprechenden regulatorischen Elementen in die Keimbahn eingesetzt wurde, so daß dieses Gen bei den Teilungen der Zelle an alle Körperzellen weitergegeben und somit auf die Nachkommen vererbt wird, werden als transgene Tiere bezeichnet. Prinzipiell gibt es zwei Wege genetisches Material in Körperzellen einzubringen:

1. In-vivo-Gentherapie: Man bringt genetisches Material direkt in die Zellen ein.

2. Ex-vivo-Gentherapie: Man entnimmt dem Patienten Zellen, transfiziert diese Zellen in einer Zellkultur mit genetischem Material und injiziert anschließend die transfizierten Zellen nach entsprechender Selektion zurück in den Patienten.

Es kann zukünftig auch nicht mehr ausgeschlossen werden, daß wir durch die Gentechnologie Lebewesen konzipieren können, sei es biologisch, mikroelektronisch oder nanomechanisch, die ohne die menschliche DNA auskommen und höhere Codierungsprinzipien repräsentieren./51/ Ein solches künstliches Lebewesen, welches vom Menschen geschaffen wird, möchte ich Bioid/52/ nennen. Bioide benötigen wie die Menschen, da diese aus Proteinen aufgebaut sind, eine lebensfähige Atmosphäre./53/ Eigen betont, daß es möglich sein wird, jedes Lebewesen künstlich aus seinem natürlichen Erbmaterial zu reproduzieren, allerdings bezweifelt er, daß es gelingen wird, vollkommen neue Lebewesen von Menschenhand zu erschaffen./54/

Die Herausforderung der Gentechnik liegt darin, eine Eugenik/55/ wie im Dritten Reich zu verhindern./56/ Das Problem von künstlichen Chromosomen ist, daß diese in der DNA wichtige Gen- und Steuerelemente zerstören können, wenn die Wirkungsmechanismen nicht vollständig bekannt sind./57/ Das Verbot eines gentechnologischen Eingriffs in das Erbmaterial der menschlichen Keimbahn ist unter ethischen Gesichtspunkten solange wünschenswert, bis wir mehr über die komplexen Wechselwirkungen von eingefügten oder ausgeschalteten Genen wissen./58/

- Kloning

Bei einem Klon handelt es sich um ein Lebewesen, das als eineiiger Zwilling von einem Menschen oder einem Bioid hergestellt würde. Virtuelles Klonen in Filmen durch Doppelgänger ist nichts Neues, neu hingegen war Ende 1996 das physische Klonen des Schafes "Dolly", einem eineiigen Zwilling aus der Retorte, das das erste Lebewesen auf diesem Planeten ohne Eltern repräsentiert. Daß dies auch mit Menschen gelingen wird, ist abzusehen. Das Gelingen sagt jedoch nichts darüber aus, ob wir derartige Lebewesen benötigen. Um Organe des Menschen auszutauschen braucht man keine Klone, sondern diese Organe können zukünftig in Organbanken gezüchtet werden. Es besteht ein fundamentaler Unterschied ein Lebewesen mit Geist zu klonen oder Leben durch Organ-Züchtungen oder künstliches Blut zu retten./59/



Abb. 4.103: Tischgesellschaft von Katharina **Fritsch** (1988)/[60](#)/

Individualität ist das elementare Kennzeichen unterscheidbarer Teilnehmer, während ununterscheidbare Teilnehmer gerade durch ein Fehlen von Individualität gekennzeichnet sind. Gerade bei denkenden Robotern (Computator sapiens)/[61](#)/ kommt diesem Sachverhalt eine besondere Bedeutung zu. Während bei einer asexuellen Reproduktion jedes Individuum ohne Geist eine identische Kopie ist, ist dies bei einer sexuellen Population, wo Gene verschmelzen, nicht gegeben, da hier neuartige Lebewesen entstehen. Lebewesen aus asexueller Reproduktion, die über Geist verfügen, können bei genetischer Identität durch den Faktor Zeit völlig unabhängige Wege gehen und somit unterschiedliche soziale Identitäten annehmen.

Das grundsätzliche Problem beim Klonen ist nicht, daß durch genetische oder algorithmische Gleichheit identische Menschen entstehen, da die Korrelationszeit der Gleichheit des Geistes durch die unterschiedlichen Erfahrungen, die die eineiigen Zwillinge machen, begrenzt sein dürfte. Menschen sind einander ähnlich, weil ihre Gene ähnlich sind und sie sind verschieden, weil der menschliche Phänotyp ein Bewußtsein entwickelt. Jeder Mensch wäre einzigartig, selbst wenn er wie ein Klon dieselben Gene hat, da er unterschiedlichen Lernprozessen unterliegt. Das Duplikations-Problem besagt, daß die Zustände zweier unterschiedlicher Interfaces solange nicht miteinander verglichen werden können, so lange diese nicht tatsächlich identisch sind./[62](#)/

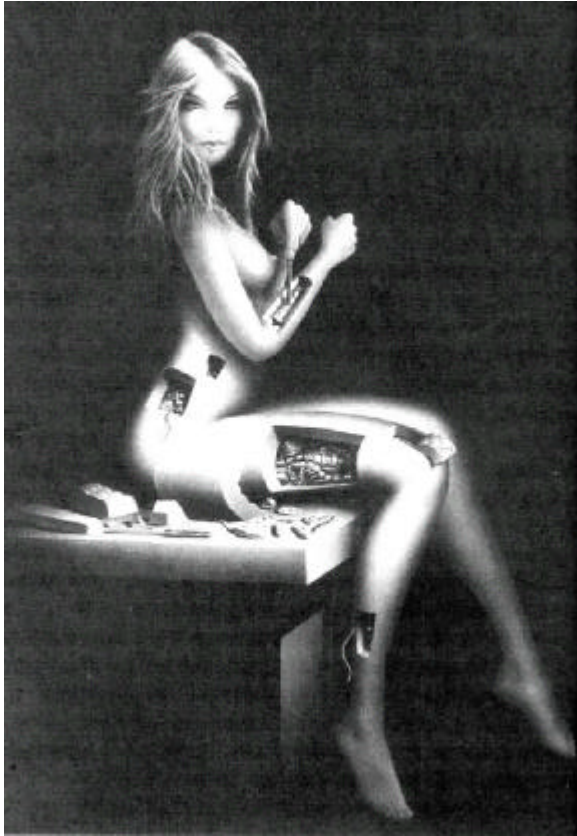


Abb. 4.104: Androiden-Lady oder runderneuerter Mensch?

Trotzdem sollte die Anwendung identischer Codierungen bei Lebewesen mit Geist in der Humangenetik unterbleiben, da diese die Kreativität der sexuellen Reproduktion untergraben und durch Mißbrauch die Freiheit des Menschen eingeschränkt werden kann./[63](#)/ Solche Mißbräuche könnten darin bestehen, daß es Forschern in den Sinn kommt, Menschen für bestimmte Zwecke zu züchten, z.B. Soldaten für Kampfeinsätze. Eine optimierte Selektion ist somit die eigentliche Gefahr der Gentechnologie und von Robotern mit Bewußtsein, da diese für totalitäre Zwecke mißbraucht werden könnten. Deshalb sollte die Anwendung identischer Codierungen ausschließlich auf die nicht intelligente Robotik beschränkt bleiben./[64](#)/ Es mag zwar die Freiheit bestehen, Experimente durchzuführen, um unser Wissen zu erweitern, wir dürfen aber diese Freiheit nicht mißbrauchen, um die Freiheit Anderer zu gefährden. Gentechnologie, KI und Robotik sollten sich nicht in der Logik des Gleichen verlieren, sondern Neues schaffen./[65](#)/

- Unsterblichkeit

Der Mensch stirbt unter anderem, weil seine Zellen, den Tod in ihrem Programm haben. Wenn wir sterben, sterben auch all unsere mühsam erlernten Erfahrungen. Auch im Management, wo jede Managergeneration dieselben bzw. ähnliche Fehler wieder macht, führt das Altern und der menschliche Tod zu immensen Erfahrungsverlusten. Wäre ein Roboter als Manager, der ständig dazulernen könnte und damit immer besser wird, eine denkbare Alternative zum menschlichen Manager? Diese Frage ist gar nicht so sehr Fiktion, wie man auf den ersten Eindruck meinen könnte.

"Alles hat bei den Sterblichen den Wert des Unwiederbringlichen und des Gefährdeten."/66/ Daß der Mensch immer mehr Wissen bekommt und dieses durch den Tod nicht mehr zu verlieren braucht, eröffnet für den Unsterblichen nicht nur ungeahnte Möglichkeiten, sondern auch völlig neue Gefahren. Verliert der Mensch durch ewiges Leben nicht seine kulturelle Vielfalt, seine Kreativität oder seinen freien Willen? In Jorge Luis **Borges** Erzählungen findet sich in seinem Band El Aleph/67/ die Eingangserzählung "El Imortal", der Unsterbliche./68/ Für den Unsterblichen ist die Welt ohne Gedächtnis, ohne Zeit/69/, d.h. seine Unsterblichkeit bedeutet ihm zufolge die Auflösung von Raum und Zeit und somit nur noch die Existenz des Jetzt. Ein unsterblicher Mensch erlebt alles, was Menschen erleben können, und das nicht einmal, sondern unendlich oft./70/ Individualität gibt es nicht mehr, Handeln wird sinnlos, weshalb dem Unsterblichen als einziger Ausweg das Nicht-Handeln erschien./71/

Im Alter werden wir nach **Améry** zum weltlosen inneren Sinn reiner Zeit./72/ Deshalb setzt der Mensch alles daran, der Weltlosigkeit durch Verlängern seines Lebens/73/ zu entinnen./74/ In der Jugend und im Alter ist der Mensch ein Problem für Andere, während seines Berufslebens löst der Mensch vorwiegend Probleme für Andere. Die Idee der Unsterblichkeit und des fehlenden Alterns finden wir bereits durch den Begriff des "Apeiron"/75/ bei Anaximander. Erste Erfolge im Rahmen der Verzögerung des Alterns wurden in der Forschung durch den Wirkstoff Melatonin erzielt, der durch die Zirbeldrüse erzeugt wird./76/ Eine andere Möglichkeit das Altern zu verhindern, ist den Zelltod, d.h. die Selbstzerstörung der Zellen zu blockieren.

Die Nanotechnologie und die Gentechnologie offenbaren ebenso wie der Computer die Möglichkeit zur Anti-Dissipation, die eine simulierte

Zeitumkehr suggeriert. Alle neuen Technologien scheinen auf eine Stoßrichtung hinzuwirken, die wir die Überwindung des Zeitpfeils nennen können. Wir wollen im Jetzt leben, ohne sterben zu müssen. Wir wollen handeln können, ohne unter Zeitdruck zu stehen, wir wollen wissen, ohne daß unser Wissen durch den Tod verloren wird. Alles was wir tun, ist auf eine Aufhebung des Zeitpfeils gerichtet. Wir wollen zwar stets das Neue, aber wir möchten das Alte nicht verlieren. Deshalb wollen wir Zukunft und Vergangenheit im Jetzt vereinen. Hier stellt sich die Frage, ob Nanoroboter, die Zellen reparieren oder die gentechnische Verlängerung des Lebens sich von der Zeitumkehr im Computer unterscheiden? Ich glaube ja, denn trotz einer "quasi-simulierten" Lebensverlängerung durch Genmanipulationen werden wir weiter altern.

- Fazit

Können wir zukünftig noch zwischen Mensch oder Maschine unterscheiden?, fragt **Baudrillard**?[/77/](#) Folgt nach den virtuellen Räumen der virtuelle Lebensraum? Wohin geht unsere Reise eigentlich?

Sollten wir in einigen Jahrzehnten unsere eigenen Gene verändern können und somit durch unsere Teilnahme an unserer eigenen Codierung die genetischen Codes verändern, so hat dies fundamentale Konsequenzen für die menschliche Evolution. Was in der Evolution früher Millionen von Jahren dauerte, ließe sich dann in sehr kurzen Zeithorizonten vollziehen, wobei finale Zusammenhänge die Motivation des Wandels sind.[/78/](#) Wie bei jeder Idee ergeben sich hier zumindest zwei antagonistische Konsequenzen, eine erschreckende, da die Veränderungen zu unserer Vernichtung führen können und eine ermunternde, da wir uns durch die selbst generierenden Strukturen weiterentwickeln können. Es würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, die gesamten philosophischen Konsequenzen der Genmanipulation zu erörtern; es soll jedoch darauf hingewiesen werden, daß das, was theoretisch machbar, nicht immer sinnvoll ist. Letztendlich kommt es auf unsere moralischen und ethischen Maßstäbe an, welche neuen Technologien wir nutzen und welche nicht. Darüber hinaus benötigen wir auch Kontrollinstrumente, die einen Mißbrauch der Technik verhindern.

Die Gefahr der Nanotechnologie besteht darin, daß Roboter gebaut werden können, die als Waffen fungieren. Wir müssen uns deshalb fragen, wofür wir neue Technologien einsetzen? Betrachtet man das enorme Potential der Künstlichen Intelligenz und des Künstliches Lebens, so erscheint die

Entwicklung der Atombombe geradezu als ein Spielzeug, allerdings mit genauso tödlichem Ausgang wie falsch programmierte Roboter und sich selbst reproduzierende "Killer"-Viren. Die Verwirklichung des Künstlichen Lebens birgt die Gefahr, daß wir uns immer mehr von der physischen Wirklichkeit entfernen und daß sich das Spiel und die neuen Gesetze des Virtuellen verselbständigen.

Durch die neuen Technologien nimmt, laut **Jünger**, nicht nur die Massenhaftigkeit zu, sondern auch die Gleichförmigkeit und damit die Versuchung, den Einzelnen als abstrakt anzusehen, sei es als mechanische Einheit oder als zoologische Spezies.^{/79/} Die Gleichheit der Menschen bezieht sich nicht mehr allein auf die Rechtsform der Individuen, sondern sie dringt mit dem Biochip sogar in das Innere des Menschen ein.^{/80/} Durch die Biochips wird diese Vision Jüngers in den nächsten Jahrzehnten Wirklichkeit werden. Da der Gesamtorganismus des Menschen sich fortbewegen und somit flüchten kann, wenn er mit etwas Fremden oder Unangenehmen konfrontiert wird, nicht jedoch die sensorischen Organe^{/81/}, könnte die Integration von Biochips beim Menschen zu Abstoßungsreaktionen oder ernsthaften psychischen Problemen führen.^{/82/} Schon vor Jahrzehnten beschrieb Jünger hier Gefahren, die sich gegenwärtig durch die Entwicklungen der Robotik und der Gentechnologie offenbaren. Es ist in der Tat so, daß Ununterscheidbarkeiten völlig neue Gefahren heraufbeschwören, auf die weder die Gesetzgebung noch die Käufer von Produkten und Dienstleistungen ausreichend vorbereitet sind. Die größte Gefahr der Ununterscheidbarkeit ist, daß sich Menschen der Verantwortung entziehen und in Anonymität gegen die bestehenden Gesetze verstoßen.

- Die Gentechnologie eröffnet dem Menschen Machtpotentiale für die Behebung von Krankheiten und die Verzögerung des Alterns.

- Die Frage danach was Leben ist, führt zur Frage, wer die Macht hat, über Leben und Tod zu entscheiden.

- Die Freiheit Gen-Experimente durchzuführen darf nicht dazu mißbraucht werden, die Freiheit Anderer zu gefährden.

- Die Zunahme der Gleichförmigkeit birgt Gefahren für die Freiheit der Teilnehmer, da eine optimierte Selektion für totalitäre Zwecke mißbraucht werden kann.

Abb. 4.105: Konsequenzen für Macht und Freiheit

- Die Nanotechnologie und die Mikrosystemtechnik weisen neue Wege zu einer immer dichteren Vernetzung von Strukturen auf.
- Die Molekulardynamik ermöglicht immerkomplexere Lenkungsprozesse auf immer kleinerem Raum zu simulieren.
- Durch Bio-Computing wird die Grenze zwischen Leben und Nicht-Leben in Maschinen zunehmend unscharf.
- Nanotechnologien forcieren das Echtzeitverhalten bei komplexen Managementprozessen.
- Nanotechnologien forcieren eine auf Ideen und Wissen basierende Ökonomie.
- Gentechnologien erlauben völlig neuartige Interfaces aufzubauen, die eventuell eine höhere Intelligenz als der Mensch hervorbringen.

Abb. 4.106: Konsequenzen für das Endo-Management

[1](#) Vgl. Kelly (Kontrolle), 10.

[2](#) Vgl. Kelly (Kontrolle), 11. Sowohl die Nanotechnologie als auch die Biotechnologie behandeln Moleküle als Maschinen.

[3](#) Vgl. Brickmann (Simulationen), 158f.

[4](#) Vgl. Drexler (Engines), 179.

[5](#) Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, daß es durch Simulationen gelingt, in telligere Codierungen und Verhaltensweisen als die des Menschen zu finden.

[6](#) Vgl. Moravec (Children), 168.

[7](#) Der Hauptbaustein eines jeden Computers ist das logische Gatter, daß durch die Nanotechnologie anstatt mit Drähten durch winzige Stäbe realisiert werden könnte. Vgl. Dewdney (Nanowelt), 16. in Spektrum Sonderheft 10

[8](#) z.B. DNA -Computer oder Quantencomputer.

[9](#) Vgl. Zauner (Computing), 1006.

[10](#) Vgl. Rössler (Bifurcations), 230f.

[11](#) Vgl. Rössler (Endophysik), 60.

[12](#) Vgl. Rössler (Endopyhsik), 75.

[13](#) Deshalb können biologische Systeme auch als natürliche Molekular-Computer aufgefaßt werden.

[14](#) Vgl. Zauner (Computing), 1002.

[15](#) Vgl. Conrad (Biomaterials), 161.

[16](#) Zauner (Computing), 1003.

[17](#) In den 70er Jahren schlugen Vaintsvaig und Liberman ein universelles stochastisches Computer-Schema vor, das auf der Fähigkeit von Enzymen basiert, bestimmte DNA-Sequenzen wahrzunehmen und mit diesen in Wechselwirkung zu treten.

[18](#) Vgl. Zauner (Computing), 1005.

[19](#) Vgl. Schröder (Maschine), 128.

[20](#) Conrad (Biomaterials), 161.

[21](#) Bill Gates hat auf diese Herausforderung bereits reagiert, in dem er sich an dem Unternehmen Affymetrix beteiligte, welches DNA -Computer produziert. Das Unternehmen arbeitet mit interdisziplinären Teams aus Genetikern, Informatikern und Bioinformatikern.

[22](#) Vgl. Oakey (Biotechnology), 162.

[23](#) Vgl. Green (Greening), 476f.

[24](#) Vgl. Pagels (Reason), 318.

[25](#) Vgl. Regis (Nano), 3f.

[26](#) Vgl. Regis (Nano), 11.

[27](#) Regis (Nano), 208.

[28](#) Vgl. Schulenburg (Nanotechnologie), 27.

[29](#) Vgl. Regis (Nano), 65.

[30](#) Vgl. Schulenburg (Nanotechnologie), 18.

[31](#) Vgl. Lynch (Delphinstrategien), 89.

[32](#) Die Teilung von parasitären Zellen (z.B. bei Krebs) könnte durch programmierte Nano-Zellen gestoppt werden.

[33](#) Illusionär des halb, weil es sich um eine Überlagerung von dissipativen und anti-dissipativen Prozessen handelt.

[34](#) Es soll hier jedoch nicht verschwiegen werden, daß auch die Gefahr besteht, daß durch künstliche Eingriffe in Zellen völlig neuartige, äußerst gefährliche Krankheiten hervorgerufen werden können.

[35](#) Vgl. Cleemann (Technologien), 110.

[36](#) Vgl. Cleemann (Technologien), 111.

[37](#) Bereits Konrad Zuse arbeitete an Automaten, die sich selbst reproduzieren. Er wollte vollautomatische Montagestraßen in der Fertigung bauen, die sich selbst erweitern können.

[38](#) Vgl. Regis (Nano), 120.

[39](#) Vgl. Regis (Nano), 280.

[40](#) Vgl. Drexler (Engines), 94f.

[41](#) Vgl. Regis (Nano), 275. 1992 wurde das Buckyball-Molekül von der Zeitschrift Science zum "Molekül des Jahres" erklärt.

[42](#) Vgl. Schulenburg (Nanotechnologie), 107.

[43](#) Das Wort Tensegrity ist eine Zusammensetzung der beiden Wörter 'tensional' und 'integrity' und beschreibt die strukturelle Verbindung von endlich geschlossenen, kontinuierlichen Netzwerken.

Vgl. Fuller (Synergetics), 372.

[44](#) Vgl. Fuller (Synergetics), 408.

[45](#) Vgl. DPA (Chemie-Preis), Die Welt, 10. Okt. 1996, S. 8.

[46](#) Vgl. Fuller (Synergetics), 411f.

[47](#) DNA verschiedener Herkunft ist chemisch identisch. Die einzigen Unterschiede liegen in der Reihenfolge der 4 Bausteine begründet.

[48](#) Ein wesentlicher Anwendungsbereich der Gentechnik ist die Herstellung von Enzymen, die in der Biotechnologie verwendet werden.

[49](#) Vgl. Fontana (Semantik), 77.

[50](#) D.h. Bakterien

[51](#) Vgl. Moravec (Children), 2.

[52](#) Bioid bedeutet der "Lebensähnliche" und setzt sich aus den beiden Worten bio=Leben und idas=ähnlich zusammen.

[53](#) Außerhalb der Erde sind Proteine jedoch kein geeigneter Baustoff.

[54](#) Vgl. Eigen (Spiel), 206.

[55](#) Erbgesundheitslehre. Der Erfinder der Eugenik war Francis Galton.

[56](#) Vgl. Schnabel (Eugeniker), Die Zeit Nr. 11, 7. März 1997, S. 65.

[57](#) Die Strategie bestimmte Gene auszuschalten wird auch "Gene knock-out" bzw.

"Gene Targeting" genannt.

[58](#) Ich halte es für ethisch bedenklich, Affengehirne in der embryonalen Entwicklungsphase mit menschlichen Gehirnzellen zu injizieren. Zustände wie im Film "Der Planet der Affen", sollten Fiktionen bleiben.

[59](#) Seit Anfang 1997 gibt es bereits industriell hergestellten, künstlichen Blutersatz für Menschen.

[60](#) Ausgestellt im Museum für Moderne Kunst (MMK) in Frankfurt a. M.

[61](#) Denkende Roboter sind zwar äußerlich identisch, verfügen jedoch über einen unterschiedlichen Geist.

[62](#) Vgl. Minsky (Mind), 239.

[63](#) Was nützt es letztendlich, wenn es gelänge aus dem Zellmaterial eines toten Pharaos die DNA zu separieren und diese für dessen Klonung zu verwenden, wie dies im Film Jurassic Park mit den Dinosauriereiern beschrieben wurde. Ein Klon von einem Pharaos wäre letztlich nur ein Mensch, der in einer völlig anderen Kultur aufwächst und völlig unterschiedliche Erfahrungen macht als der Pharaos, der vor Jahrtausenden gelebt hat. Er hätte eine völlig andere Identität.

[64](#) Hierbei gilt es jedoch zu verhindern, daß ununterscheidbare Kampfroboter produziert werden. Für den Bau solcher Roboter ist eine weltweite Verzichtserklärung anzustreben, ähnlich wie bei chemischen oder biologischen Waffen.

[65](#) Vgl. Rötzer (Schatten), 311.

[66](#) Borges (Essays), 24.

[67](#) Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft laufen in einem einzigen Punkt zusammen, denen Borges "Aleph" nannte. Vgl. Castells (Society), 373.

[68](#) Borges Erzählungen bilden eine schriftliche Hyper-Realität.

[69](#) Vgl. Borges (Essays), 20.

[70](#) Vgl. Borges (Essays), 22.

[71](#) Gespräch über Borges mit Michael Musiol im Januar 1997.

[72](#) Vgl. Améry (Altern), 149.

[73](#) Die maximal mögliche Lebenszeit des Menschen dürfte auf 150 Jahre begrenzt sein.

[74](#) Durch Nutzung der menschlichen Potentiale könnten zukünftige Manager erst mit 100 Jahren in Rente gehen.

[75](#) "Apeiron" war für Anaximander das ewige Prinzip, das alle Welten umfaßt.

[76](#) Sollte die Zirbeldrüse eine regulierende Uhr für das menschliche Altern repräsentieren, so ist das Altern nicht allein genetisch programmiert und kann von außen beeinflusst werden.

Vgl. Rössler (Aging), 320. Siehe auch **Winfree's** Buch 'Biologische Uhren'.

[77](#) Vgl. Baudrillard (Technologie), 125.

[78](#) In diesem Kontext gewinnt auch der Begriff "Evolutionäres Management" seine eigentliche Bedeutung.

[79](#) Vgl. Jünger (Zeitmauer), 70.

[80](#) Vgl. Jünger (Zeitmauer), 186.

[81](#) Vgl. Bergson (Materie), 42.

[82](#) Biochips könnten sogar zu einer Art "Cyberfolter" mißbraucht werden.