JUTTA WEBER

DIE KONTROLLIERTE SIMULATION DER UNKONTROLLIERBARKEIT – KONTROLL- UND WISSENSFORMEN IN DER TECHNOWISSENSCHAFTSKULTUR

In den letzten Jahrzehnten haben sich Kontroll- und Wissensformen einer neuen Technorationalität herausgebildet, die *Automatismen des Werdens, der Unvorhersehbarkeit und einer kontrollierten Unkontrollierbarkeit* für sich nutzbar machen. Zugrunde liegen dieser Entwicklung vehemente Verschiebungen nicht nur der Epistemologien und Ontologien heutiger Technowissenschaften, sondern auch aktueller Diskurse in den Geistes- und Sozialwissenschaften[1] bzw. generell der Technowissenschaftskultur[2]. Diese Verschiebungen entfalten ihre Wirksamkeit nicht zuletzt im Kontext aktueller Formen der Biopolitik, der ‚Politics of Life Itself'[3] oder auch der ‚Biopolitics of Security'[4], die ich am Ende meines Beitrags näher skizzieren werde.[5]

---

1 Céline Lafontaine, „The Cybernetic Matrix of French Theory", in: *Theory, Culture and Society* 24, 5 (2007), S. 27-46.

2 Jutta Weber, *Umkämpfte Bedeutungen. Naturkonzepte im Zeitalter der Technoscience*, Frankfurt/M., New York, 2003. Dies., „Making Worlds. Epistemological, Ontological and Political Dimensions of Technoscience", in: *Poiesis and Praxis. International Journal of Ethics of Science and Technology Assessment* 7, 1 (2010), S. 17-36.

3 Sarah Franklin, „Life Itself. Global Nature and the Genetic Imaginary", in: dies./Celia Lury/Jackie Stacey (Hg.), *Global Nature, Global Culture*, London (u. a.), 2000, S. 188-227; Nikolas Rose, „The Politics of Life Itself", in: *Theory, Culture and Society* 18 (2001), S. 1-30; ders.: *Politics of Life Itself: Biomedicine, Power and Subjectivity in the Twenty-First Century*, Princeton, NJ, 2007.

4 Michael Dillon/Luis Lobo-Guerrero, „Biopolitics of Security in the 21st Century: An Introduction", in: *Review of International Studies* 34 (2008), S. 265-292.

5 Für anregende Kommentare zum Text möchte ich Irina Kaldrack und Hannelore Bublitz sowie den weiteren Teilnehmerinnen der Tagung „Unsichtbare Hände. Automatismen in Medien-, Technik- und Diskursgeschichte" des Graduiertenkollegs *Automatismen* an der Universität Paderborn danken. Zur Schreibweise im Text ist zu bemerken: In loser Folge wird sowohl das generalisierte Femininum wie Maskulinum gebraucht, um die nicht immer zufriedenstellende Lösung des großen Binnen-„I"s zu vermeiden. D. h., dass mit Nutzern durchaus auch Nutzerinnen und mit Robotikerinnen auch Robotiker gemeint sind.

Technorationalität: Über Tinkering, Molekularisierung, Metaheuristiken & Re-Design

Zentrales Merkmal neuer Technowissenschaften ist es, dass sie nicht primär auf die Kontrolle der Naturprozesse durch die Erschaffung zweiter (oder dritter) Naturen zielen, sondern dass sie auf Konvertierung, Perfektionierung und letztlich ‚Optimierung' der Natur setzen. Im Narrativ der technorationalen Logik am Ende des 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts wird die Welt als flexibel, dynamisch und offen skizziert. Sie zeichnet sich durch die Möglichkeiten vielfältiger Kombinatorik und des Re-Designs aus, die durch Verfahren des *trial and error*, des Herum- und Ausprobierens von der Evolution produktiv genutzt werden. Gemäß dieser neuen Ontologie sind Organismen dynamische, evolvierende, parallel verteilte Netzwerke mit der Fähigkeit zur Selbstorganisation und zur ständigen Neuerfindung ihrer selbst.[6]

Ontologische und epistemologische Grundlage dieser neuen Technorationalität ist die Vorstellung von Natur als in die kleinsten Einzelteile zerlegbar und damit massiv gestaltbar. Diese Logik gibt epistemische Werte wie Objektivität und Reproduzierbarkeit auf und engagiert sich in einer Wissenspraxis, die auf systematisiertes Tinkering, Metaheuristiken, Lernstrategien, Prozesse der Emergenz, und Post-Processing setzt.[7] Diese Entwicklung möchte ich im Folgenden an zwei Beispielen verdeutlichen.

John Holland, genetische Algorithmen und die Lösung unverstandener Probleme

1992 erscheint im *Scientific American* ein Artikel von John Holland, der sein unglaubliches Versprechen schon im Titel trägt: „Genetic Algorithms Computer Programs That ‚Evolve' in Ways That Resemble Natural Selection Can Solve Complex Problems Even Their Creators Do Not Fully Understand".[8] John Holland, Erfinder genetischer Algorithmen, verkündet mit diesem Ansatz, es solle mithilfe genetischer Algorithmen eine verallgemeinerbare Lösungsstrategie für unverstandene Probleme gefunden werden. Doch was genau sind genetische Algorithmen?

John Holland – einer der Gründerväter der „Artificial Life"-Forschung, die sich durch einen biologisch-inspirierten Ansatz auszeichnet – arbeitet mit Analogien und Metaphern aus der Evolutionstheorie, um Verfahren zu finden,

---

6 N. Katherine Hayles, *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*, Chicago, ILL, 1999.

7 Weber (2003), *Umkämpfte Bedeutungen*; dies., „Black-Boxing Organisms, Exploiting the Unpredictable: Control Paradigms in Human–Machine Translations", in: Martin Carrier/Alfred Nordmann (Hg.), *Science in the Context of Application,* Boston, MA, 2011, S. 409-429.

8 John H. Holland, „Genetic Algorithms Computer Programs That ‚Evolve' in Ways That Resemble Natural Selection Can Solve Complex Problems Even Their Creators Do Not Fully Understand", in: *Scientific American* 267 (1992), S. 66-72.

mit denen er hofft, künstliche Systeme effizienter und besser zu machen. Indem Holland Mechanismen der Anpassung, Produktivität und Kreativität, wie er sie in der Mutation und dem ‚Crossover' in der heterosexuellen Fortpflanzung und Selektion vorzufinden meint, auf künstliche Systeme übertragen will, beabsichtigt er optimale, weil lernende Computerprogramme hervorzubringen. Was wie ein gewagter Zaubertrick wirkt, beruht auf einem relativ einfachen Verfahren: Bei einer gegebenen Aufgabe – z. B. dem möglichst effektiven Sortieren einer Zahlenreihe durch einen Algorithmus – werden per Zufallsgenerator Varianten eines vorgegebenen Programms erzeugt und ein ‚Fitnessfaktor' bestimmt. Der ‚Fitnessfaktor' legt die Kriterien für den Erfolg der jeweiligen Varianten fest. Die Programme werden gestartet und ein zuvor festgelegter Prozentsatz der Computerprogramme, die der vorgegebenen Problemstellung gemäß ‚Fitnessfaktor' am nächsten gekommen sind, werden im nächsten Schritt reproduziert, während alle anderen Programme gelöscht werden.[9] Diese ‚fitten' Programme werden nun miteinander gekreuzt: Dabei werden Teile des digitalen Codes zweier Programme untereinander ausgetauscht. Diese Codeteile werden zufällig gewählt, müssen sich aber bei beiden Programmen an demselben Ort befinden. Dann beginnt das ganze Prozedere von vorn. Man könnte hier von einem klug optimierten und systematisierten Trial-and-Error-Verfahren sprechen, denn das Verfahren wird so lange durchexerziert, bis man eine (möglichst) optimale Lösung für das vorgegebene Problem gefunden hat. Obwohl eine große Anzahl völlig unbrauchbarer Programme generiert werden, entstehen auf diesem Weg auch Lösungen, die einem klassischen, durch einen Programmierer *top down* entworfenen Computerprogramm durchaus gleichkommen können, wenn man das Programm nur lange genug auf einem leistungsstarken Computer laufen lässt. So geht etwa die Mär, dass der erste implementierte genetische Algorithmus zur Sortierung einer Zahlenreihe nach einer Nacht des Rechnens schon die zweitbeste Lösung für die Sortierung einer Reihe von sieben Zahlen gefunden hat, an der sich Programmierer seit Jahrzehnten versuchten.[10] Die Inspiration durch die Verfahren der ‚natürlichen' Auswahl ermöglicht offensichtlich ganz neue Programmierungsverfahren, die *bottom up* operieren, die eine Lösung eher umschreiben, als sie *top down* auf rational-kognitivem Wege lösen zu wollen. In gewisser Weise sagt man dem Computer bereits, wonach man sucht, und er arbeitet das Problem entlang der vorgegebenen Parameter ab. Doch letztlich entsteht durch dieses neue Prozedere, zumindest beim uninformierten Zuschauer, der Eindruck, dass dieser neue (Bottom-up-)Ansatz sich die jeweilige Lösung des Problems selbst sucht, da ja nur das *Ziel* durch die Programmierung festgelegt wurde. Dabei wird nur sehr geschickt ein Suchfeld abgesteckt, innerhalb dessen mit mög-

---

9 Eine andere Variante ist, dass sich die Computerprogramme proportional zu ihrem ‚Fitnessfaktor' reproduzieren dürfen, vgl. Weber (2003), *Umkämpfte Bedeutungen* sowie Christoper G. Langton, „Artificial Life", in: Margaret A. Boden (Hg.), *The Philosophy of Artificial Life,* New York, 1996, S. 39-94.

10 Steven Levy, *Künstliches Leben aus dem Computer*, München, 1996 [1993].

lichst effizient modellierten Algorithmen nach möglichen Handlungsoptionen gesucht wird. Wird die Frage gut formuliert und hat man leistungsstarke Rechner zur Verfügung, ist es gerade kein Wunderwerk eine gute Lösung zu bekommen. Ungewöhnlich ist nur der Weg, auf dem man diese Ergebnisse erlangt. Ungewöhnlich an diesem Verfahren ist auch, dass es prinzipiell unabschließbar ist. Denn letztlich könnte man den Rechner immer noch weiterrechnen lassen, um irgendwann eine noch bessere Lösung zu bekommen. Denn ein Verfahren, das mit systematisierten *trial and error* arbeitet, kann theoretisch immer noch ein besseres Ergebnis hervorbringen, wenn auch die Wahrscheinlichkeit im Laufe der Zeit abnimmt und man dann die Rechnerkapazität lieber für andere Dinge nutzt.

Das Beispiel der verhaltensbasierten Robotik

Ein anderes Feld, das Automatismen des Werdens, der Unvorhersehbarkeit und der kontrollierten Unkontrollierbarkeit nutzt, ist die neuere Robotik. „Artificial Life"-Forschung, wie die biologisch inspirierte Robotik, kann man zumindest partiell als Reaktion auf die forschungsstrategische Sackgasse der Künstlichen Intelligenz (KI) Mitte der 80er Jahre verstehen. Der klassische rational-kognitive Ansatz der KI, der auf Repräsentation und Planung baute, sich primär für Kognition im Sinne mentaler Prozesse und Symbolverarbeitung interessierte und völlig von Erfahrung und Körperlichkeit abstrahierte, konnte trotz jahrelanger, intensiver Forschung kaum Fortschritte vorweisen. So zeichnete sich in den 1980er Jahren auch zunehmend das Scheitern der Expertensysteme ab, in die man seit den 1960er Jahren sehr viel Arbeit und Hoffnung investiert hatte, die aber einfach nicht befriedigend funktionierten, weil sie zwar gut im Sammeln von Daten waren, aber keinerlei Alltagswissen integrieren konnten.[11] Heute gibt es Expertensysteme nur für Spezialanwendungen. Vor diesem Hintergrund orientierten sich viele KI-Forscher und Robotikerinnen neu und entdeckten die Biologie, Genetik und die neuere Kognitionswissenschaft als Inspirationsquelle und Ressource für sich. Es werden biologische Konzepte wie Emergenz[12] oder Leben in die Forschung einbezogen und alte, etablierte Konzepte wie z. B. Repräsentation oder (quantitativ definierte) Information kritisch hinterfragt. Eine schöne Anekdote über diesen Paradig-

---

[11] Hartmut Winkler, *Docuverse – Zur Medientheorie der Computer,* München, 1997; Klaus Scheuermann, „Menschliche und technische ‚Agency' – Soziologische Einschätzungen der Möglichkeiten und Grenzen künstlicher Intelligenz im Bereich der Multiagentensysteme. Technical University – Technology Studies Working Papers, TUTS-WP-2-2000", online unter: http://www.tu-berlin.de/~soziologie/Tuts/Wp/TUTS_WP_2_2000.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.09.03.

[12] Der Begriff der Emergenz ist trotz seiner zentralen Funktion innerhalb der KI, Artificial Life-Forschung und neuerer Robotik äußerst umstritten; vgl. Langton (1996), *Artificial Life*; Claus Emmeche, *Das lebende Spiel. Wie die Natur Formen erzeugt*, Reinbek, 1994 [1991]; Thomas Christaller, *Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*, Berlin (u. a.), 2001, S. 72.

menwechsel von der alten, symbolorientierten zur verhaltensbasierten Robotik ist die des Disputs der heute etablierten Robotiker Hans Moravec und Rodney Brooks in ihrer Studienzeit: Rodney Brooks war schon in den 1980er Jahren ein Kritiker des klassischen Paradigmas der Repräsentation von Welt und des planbasierten Handelns von Robotern.[13] Brooks hielt diesen Ansatz für ineffizient – nicht zuletzt wenn er den wackelnden/watschelnden Roboter seines Freundes Hans Moravec sah, wie er ihr gemeinsames Studentenzimmer zu durchqueren versuchte. Der Roboter brauchte für die Durchquerung – trotz einer für die damalige Zeit enormen Rechenkapazität – Stunden, da er nach jeder einzelnen Aktion wieder eine Repräsentation der Welt erstellen musste, um dann seine nächste Aktion vorauszuplanen. Trat etwas Unvorhergesehenes auf, etwa, dass ein weiterer Mensch das Zimmer betrat, war der Roboter hoffnungslos überfordert und musste von vorn beginnen. Angesichts dieser enormen Schwierigkeiten, merkte Rodney Brooks an, dass eine Kakerlake die Aufgabe des Roboters in wenigen Sekunden lösen könne, obwohl sie bei Weitem weniger Rechenkapazität aufweise. Der Fehler im System war Brooks zufolge die Annahme, der Roboter müsse eine Repräsentation der Welt erstellen, um handeln zu können.[14]

Brooks entwickelte deshalb die bekannt gewordene und wesentlich robustere *subsumption architecture*[15], in der verschiedene Verhaltensschemata (*behaviours*) des Roboters als Module *bottom up* und teilweise unabhängig voneinander implementiert werden. Es gibt gewissermaßen simple Basisverhaltensmuster, auf die der Roboter im Falle der Überforderung immer wieder zurückgreifen kann. Das System ist nicht mehr in der klassischen hierarchischen Top-down-Form modelliert, in der alle Teile zusammenspielen müssen. Sensoren und Motorsignale werden kurzgeschlossen, um ein enges Interagieren von System und Umwelt zu ermöglichen und so das Prozessieren von Symbolen soweit wie möglich zu vermeiden: Fährt der Roboter z. B. gegen eine Wand, versucht er nicht, eine Repräsentation seiner Umwelt zu erstellen, sondern hat ein vorgegebenes Verhaltensmuster, das ihm befiehlt, in diesem Fall z. B. um 45 Grad zu drehen. Und zwar so lange, bis er wieder weiterfahren kann. Durch diese enge Kopplung wird dann auch sogenanntes emergentes, weil unvorhergesehenes, aber meiner Meinung nach sehr wohl (rational) erklärbares, Verhalten hervorgebracht. Die neue Schule der Robotik setzt allerdings darauf, dass diese Verfahrensweise eine Basis für die Evolution von unvorhergesehenem, nicht vorprogrammiertem Verhalten – und damit wirklich intelligente Systeme – ermöglicht. Als Surplus der neuen Ansätze und Forschungsstrategien wird oft angepriesen, dass sie die Integration von Spontani-

---

[13] Rodney Brooks, „A Robust Layered Control System for a Mobile Robot“, in: *IEEE Journal of Robotics and Automation* 2, 1 (1986), S. 14-23.

[14] N. Katherine Hayles, „Computing the Human“, in: Jutta Weber/Corinna Bath (Hg.), *Turbulente Körper, soziale Maschinen. Feministische Studien zur Technowissenschaftskultur*, Opladen, 2003, S. 99-118.

[15] Brooks (1986), A Robust Layered Control System for a Mobile Robot.

tät, Flexibilität und Veränderbarkeit in den Forschungsprozess sowie neue Eigenschaften von biologisch inspirierten Systemen ermöglichen. Unvorhersehbarkeit, Spontanität, Flexibilität und Wandelbarkeit werden zu essenziellen Momenten einer neuen Technorationalität, die von der Vision getrieben wird, lernende, evolvierende, adaptionsfähige und womöglich ‚lebendige' Maschinen hervorzubringen, die über ihre Programmierung hinauswachsen und ihre eigene Sprache, Kategorien und weitere autonome Fähigkeiten erlernen: autonome Systeme im buchstäblichen Sinne. So entstand etwa auch die Idee einer ‚Developmental Robotics'[16] – also von entwicklungsfähigen Robotern.

Zusammen mit Luc Steels[17], Rolf Pfeifer[18], Kerstin Dautenhahn[19] und anderen begründete Rodney Brooks eine neue, *biologisch inspirierte* Robotik, die auf System-Umwelt-Kopplung, emergentes Verhalten und eben Bottom-up-Verhalten setzt.

Glaubt man der Geschichte, die Brooks in seinem Buch *Menschmaschinen* (2002) erzählt, ließ er sich dabei von dem Kybernetiker, Gehirnforscher und Robotiker William Grey Walter inspirieren, der in den 40er Jahren kleine, tierähnliche Roboter gebaut hatte, sogenannte ‚Turtles', sprich ‚Schildkröten', die auf der System-Umwelt-Kopplung basierten und die robust den Raum erkundeten, Lichtquellen suchen und ihre Batterien selbst aufladen konnten. Wesentliche Prinzipien der elektromechanischen Schildkröten waren Autonomie, Selbstregulierung (Feedback) und Spontanität. Darüber hinaus funktionierten sie ohne zentrale Repräsentation. Konsequenterweise schloss Rodney Brooks[20] vierzig Jahre später, dass die (reale) Welt selbst ihr bestes Modell sei.

Unverstandene Probleme und Mensch-Maschinen-Modelle

Diese Entwicklung, auf Automatismen für nicht ganz verstandene Probleme zu setzen, setzt sich auch in der sogenannten sozialen Robotik bzw. der Human-Robot-Interaction (HRI) der 1990er Jahre fort. Nachdem man die Robotik nicht nur als ein Feld für die Industrie, sondern auch für die Dienstleistungsgesellschaft entdeckt hat[21], will man ‚soziale' und ‚emotionale' Roboter für den alltäglichen Nutzer entwickeln. Sie sollen als Assistent, Unterhalter, Sekretärin, Spielzeug, therapeutische Hilfe oder Liebesobjekt fungieren. Diese

---

16 Frederic Kaplan/Pierre-Yves Oudeyer, „Maximizing Learning Progress: an Internal Reward System for Development", in: Fumiya Iida/Rolf Pfeifer/Luc Steels/Yasuo Kuniyoshi (Hg.), *Embodied Artificial Intelligence,* Berlin (u. a.), 2004, S. 259-270.

17 Luc Steels, *The Talking Heads Experiment. 1. Words and Meanings*, Antwerpen, 1999.

18 Rolf Pfeifer/Christian Scheier, *Understanding Intelligence*, Cambridge, MA, 1999.

19 Kerstin Dautenhahn, „Getting to Know Each Other: Artificial Social Intelligence for Autonomous Robots", in: *Robotics and Autonomous Systems* 16 (1995), S. 333-356.

20 Rodney Brooks, *Menschmaschinen. Wie uns die Zukunftstechnologien erschaffen*, Frankfurt/M., New York, 2002.

21 Jutta Weber, „Human-Robot Interaction", in: Sigrid Kelsey/Kirk St. Amant (Hg.), *Handbook of Research on Computer-Mediated Communication*, Hershey, PA, 2008, S. 855-863.

Artefakte sollen – anders als ihre eher mechanischen Vorgänger – die Fähigkeit zu sozialem Verhalten, zur Kooperation und Emotionalität besitzen. Man will nun selbstlernende, autonome Roboter entwickeln, die nicht mehr primär als Werkzeug gelten, sondern zum Partner werden – auf der technischen wie auf der emotionalen Ebene.

Hintergrund für diese Entwicklung ist eine grundlegende Verschiebung in Informatik, KI und Robotik weg vom rational-kognitiven Ansatz (Master-Slave) hin zum interaktiven, immersiv-emotionalen Ansatz.[22] Diesem liegt die Annahme zugrunde, dass die heutigen Maschinen zu komplex sind für die Benutzung durch den normalen Verbraucher, insofern müssten die Mensch-Maschinen-Schnittstellen vereinfacht werden. Man argumentiert, dass kein Expertenwissen für die Steuerung der Maschine gefragt sei, deshalb wolle man auf Tastatur und Ikons verzichten. Das neue Paradigma zielt auf eine sogenannte ‚natürliche' Interaktion via Sprache, Gesten, Körpersprache etc. zwischen Mensch und Maschine, die angeblich ganz nach dem zwischenmenschlichen Vorbild modelliert sei. Im Zentrum steht nun, dass die Nutzerin eine persönliche Beziehung zu ‚ihrem' Roboter aufbauen soll. So hofft man, die (umfassende) Nutzung von Robotern im Alltag zu ermöglichen.[23] Während der sogenannte schwache Ansatz der sozialen Robotik darauf zielt, dieses Verhalten nur zu simulieren, wollen Vertreter des ‚starken' Ansatzes tatsächlich sich anpassende, selbstlernende und autonome Maschinen entwickeln, die sich auch ihre Ziele selbst stecken. Im besten Falle ginge es darum, dass diese Maschinen nicht nur eigene Kategorien bilden können, sondern sogar lernen zu lernen – sprich, dass sie dazu in der Lage sind, ihre eigene Architektur zu verbessern oder gar zu bauen. Auf dem Weg zu solchen Maschinen baut man auf Erkenntnisse aus der Entwicklungspsychologie. Man versucht, Imitation, Gefühle und Lernstrategien einzubauen. Methodisch verwendet man hierfür das altbekannte Tinkering, denn für den neuen Ansatz ist nicht nur die System-Umwelt-Kopplung zentral, in der die Ingenieurin den Roboter mehr oder weniger spielerisch ausprobiert und aus den Fehlern Rückschlüsse zieht. Wesentlich ist auch, dass nicht nur die Ingenieurin, sondern auch die Nutzerin zum ‚*caregiver*' der Maschine wird, die sie eben nicht programmiert, sondern über soziale Interaktion erziehen soll.[24]

Sieht man sich das Ganze auf der epistemologischen Ebene genauer an, wird schnell deutlich, dass nicht nur die schon erwähnte *subsumption architecture* autonomer Systeme eine wichtige Rolle spielt, sondern ein systematisiertes Verfahren von *trial and error*. Die Ingenieurinnen versuchen, ähnlich wie bei den genetischen Algorithmen, durch das Ausnützen von Zufallsprozessen und mithilfe von Suchheuristiken (‚Fitnessfaktor'), unvorhersehbares Verhal-

---

[22] Peter Wegener, „Why Interaction is More Powerful than Algorithms", in: *Communications of the ACM* 40, 5 (1997), S. 80-91; Cynthia Breazeal, *Designing Sociable Robots*, Cambridge, MA, 2002.

[23] Ebd.

[24] Ebd.

ten zu implementieren, das ex post analysiert werden kann. Letztlich ist dann die erfolgreiche Anwendung dieser Trial-and-Error-Prozesse genau das, was manchmal etwas nebulös als emergentes Verhalten der Maschine bezeichnet wird. Durch die zufällige Kombination unterschiedlicher Verhaltensweisen entsteht etwas Neues, das man für die weitere Modellierung des Roboters gebrauchen kann. Weitere neue Phänomene auf die man setzt, sind Verkörperung und Situiertheit. Im Gegensatz zur alten KI geht man nun davon aus, dass Verkörperung für die Ausbildung von Intelligenz[25] genauso wie die Verortung in jeweils spezifischen Kontexten – die Situiertheit des Artefakts – unabdingbar sind. Insofern Verkörperung und Situiertheit immer auch Historizität bedeuten, sprechen manche Robotiker auch schon von der Phylo- und Ontogenese des Roboters, seinem Gedächtnis und seiner Biografie. Das Interessante an dieser Entwicklung ist aber, dass mit dem Fokus auf Verkörperung und Situiertheit auch der klassische wissenschaftliche Anspruch auf Universalität und Allgemeingültigkeit aufgegeben wird. So schreibt Thomas Christaller, einer der bedeutendsten deutschen Robotiker: „Einher gehen diese Überlegungen mit dem bewussten Verzicht darauf, die Welt objektiv, vollständig und widerspruchsfrei zu modellieren."[26] Und gleichzeitig wird auch die klassische Trennung von Subjekt und Objekt, von Forscher und Forschungsobjekt aufgegeben. Wenn die soziale Robotik die Forderung aufstellt, dass man als Ingenieur wie Nutzer ein erzieherisches Verhältnis zur Maschine haben, ihn unterstützen und erziehen solle, gibt sie das klassische Ideal der Distanz des Wissenschaftlers zu seinem Objekt auf. In gewisser Weise wird nun das Technofakt ganz offiziell zum Liebesobjekt. Somit hat sich eine radikale Wendung weg von der rational-kognitiv orientierten klassischen Künstlichen Intelligenz[27] ergeben, hin zu einer biologisch und sozial orientierten Robotik, die weniger auf Mathematik und Physik als auf Biologie und Kybernetik, die Theorie dynamischer Systeme und der Chaostheorie oder der Entwicklungspsychologie als Ressourcen der Inspiration und der Problemlösung baut.[28]

---

[25] Pfeifer/Scheier (1999), *Understanding Intelligence*.

[26] Christaller (2001), *Robotik*, S. 72.

[27] Barbara Becker, *Künstliche Intelligenz: Konzepte, Systeme, Verheißungen*, Frankfurt/M., New York, 1992.

[28] Zu den Parallelen zwischen Kybernetik und der neueren Robotik sagt Andrew Pickering: „My suggestion is that cybernetics grabs onto the world differently from the classical sciences. While the latter seek to pin the world down in timeless representations, *cybernetics directly thematises the unpredictable liveliness of the world and processes of open-ended becoming*. While classical science has thus been an epistemological project aimed explicitly at knowledge production, cybernetics is an ontological project, *aimed variously at displaying, grasping, controlling, exploiting and exploring the liveliness of the world.* [...] [I]t is as if the cyberneticians have lived in a different world from the classical scientists". [Herv. J. W.] Andrew Pickering, „Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask", *Social Studies of Science* 32, 3 (2002), S. 430.

Technoimaginationen maschineller Autorschaft

Diese Rekonfiguration des Mensch-Maschine-Verhältnisses und die damit eng verknüpfte neue Technorationalität spielt gleichzeitig virtuos auf dem Register des Technoimaginären. Neue rhetorische Strategien, (Selbst-)Repräsentationen und Erzählstrategien zirkulieren von der interaktiv-immersiven Wende. Geschickt wird das ‚Entstehen' wahrhaft emotionaler und autonomer Roboter in Szene gesetzt: Denn folgt man den Gründungsmythen eines John Holland oder der ‚Developmental Robotics', sind es nun nicht mehr die Technowissenschaftlerinnen (Informatiker, Programmiererinnen), die als omnipotente, fabelhafte Erfinder neuer Maschinen bzw. phantasievolle Schöpferinnen vielfältiger Software im Mittelpunkt stehen, sondern die Potenz wird – glaubt man diesen ‚Heilsgeschichten'[29] – von den Entwicklern in die Maschinen bzw. die Software hineinverlegt, die nun vermeintlich selbsttätig die Lösung für die unverstandenen Probleme entwickeln. Diese technoimaginäre Verschiebung bringt die Technikforscherin Lucy Suchman sehr schön auf den Punkt:

> [C]ontemporary discourses of machine agency simply shift the site of agency from people to their machine progeny. This does not mean that human power is lost. Rather, as in claims for the independent voice of nature in the practice of positivist science, *the assertion of autonomy of technology depends upon the obscuring of human authorship [...]. [I]t is precisely in the obscuring of authorship, that the power of the technologist is renewed.*[30]

Dieser Analyse würde ich allerdings hinzufügen, dass sich nicht nur die Autorschaft, sondern auch die Weise der Autorschaft grundlegend geändert hat, insofern sich diese in die Maschine bzw. Software verlagert.

Die Autorschaft in den Maschinenpark bzw. in eine autonome Softwareentwicklung zu verlegen, forciert im Übrigen auch eine Renaturalisierung der Technoscience: Letztere gewinnt eine Entlastungsfunktion wie vormals die Natur. Statt dieser ist es nun die Maschine, deren Eigenlogik neue Entwicklungen, Problemlösungsstrategien möglich macht. Auf der einen Seite wird also das Technische selbst unsichtbar gemacht, indem Maschinen als sozial inszeniert werden; auf der anderen Seite wird *die Arbeit der Entwicklerinnen unsichtbar gemacht* – und damit der Fakt der Modellierung der Mensch-Maschine-Beziehung, der Ausgestaltung der evolutionären Algorithmen etc.[31] Interessanterweise unterstützt diese Variante des Technoimaginären gleichzeitig die alte Geschichte von der Potenz der Erfinder, Konstrukteurinnen und Entwick-

---

[29] Donna J. Haraway, *Modest_Witness@Second_Millenium. FemaleMan©_Meets_Onco-Mouse™. Feminism and Technoscience*, New York, London, 1997.

[30] Lucy Suchman, „Human/Machine Reconsidered", online unter: http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Suchman-Human-Machine-Reconsidered.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.02.2004. [Herv. J. W.]

[31] Vor diesem Hintergrund bekommt auch die Idee der *agency* bzw. Eigenaktivität der Maschine, wie sie von der Akteur-Netzwerk-Theorie reklamiert wird, sowohl eine interessante Wendung als auch eine recht konkrete Ausformulierung – konkreter als es ihr vielleicht lieb ist.

ler, die mit wachsenden, selbstlernenden Artefakten nicht nur wirklich intelligente, sondern gewissermaßen auch lebendige Maschinen hervorgebracht haben. Der Glanz der zwar nicht selbstbewegten, aber doch selbstlernenden und -evolvierenden Maschinen, die sich vom Roboterkind zum intelligenten selbstständigen Gefährten mausern, fällt auf ihre Produzentinnen zurück.

Wie geschickt diese Strategie ist, wird einem vor allem deutlich, wenn man sich den Stand der Entwicklung in der Robotik ansieht: Nach wie vor sind differenzierte Objekterkennung oder verlässliche Spracherkennung zumindest in *real world*, also nicht in einem abgeschirmten, leisen Labor, ungelöste Probleme. Auch verlässliche Navigation erreicht man nur durch instrumentierte Räume, was einen extrem hohen technischen Aufwand bedeuten würde, oder man muss den Robotern Pläne mit signifikanten Objekten zur Verfügung stellen, die dann wiedererkannt werden. Allerdings ist die Objekterkennung weder zuverlässig noch dürfen die zu erkennenden Dinge (partiell) verdeckt werden. Ohne diese Hilfsmittel bewegen sich die meisten Roboter im Nahbereich auf der Basis von *trial and error*. Ungelöst ist auch das Scaling-up-Problem in der verhaltensbasierten Robotik. Implementiert man nämlich zu viele *behaviours* nebeneinander in eine *subsumption architecture*, kann das leicht zum Zusammenbruch des Systems führen statt zum erwünschten emergenten Verhalten: Es ist bis heute nicht möglich, Verhaltenssysteme zu konstruieren, die mehr als maximal hundert derartige Verhaltensweisen enthalten. So fragt Thomas Christaller, wie man von den

> heute üblichen 20-40 Verhaltensweisen zu tausend, Millionen und noch mehr Verhaltensweisen [kommt, J. W.]. Dies ist das Scaling-up-Problem, zu dem es von niemandem bislang ein überzeugendes Konzept gibt. Und es ist mehr als blauäugig anzunehmen, dass man von einer Bewegungssteuerung für eine sechsbeinige Laufmaschine [...] oder von Teelichtern einsammelnden Robotergruppen schnurstracks die Komplexität der Gehirne von Primaten erreichen kann.[32]

Vor diesem Hintergrund ist es natürlich günstig, der Nutzerin zu suggerieren, dass sie für die gelungene Entwicklung ihres Roboters zuständig sei, in dem sie ihn möglichst zeitintensiv und gründlich erzieht. Erreicht der Roboter die Lernziele nicht, kann man immer noch die Zieheltern haftbar machen.

Gleichzeitig wird es im Rahmen der starken technoimaginären Besetzung dieser neuen Technorationalität des Unvorhersehbaren, der Überraschungen und der unerschöpflichen Lernmöglichkeiten der Maschine möglich, theoretische Rahmungen und ontologische Setzungen zwischen Technowissenschaften und Alltagsleben zu transferieren; und mit ihnen aufgeladene Metaphern und Konzepte wie etwa ‚Sozialität' oder ‚Autonomie'. Modelle von Mensch-Maschine-Interaktion werden durch die Camouflage des Technischen tendenziell unhinterfragbar – was im Übrigen den weiteren Ausbau einer Experten-

[32] Christaller (2001), *Robotik*, S. 73 f.

kultur ermöglicht, die einer ‚I-Methodology'[33] frönt. Also einer Kultur, in der der Ingenieur im Rahmen des Gestaltungsprozesses primär von seinen eigenen Werten, Interessen und Normen ausgeht und weiterhin Forderungen nach *participatory design*[34] unter Einschluss der Nutzer ignorieren kann. Denn es sind ja die Maschinen, die evolvieren – ganz ohne Know-how und vorgegebene, klug formulierte Algorithmen des Softwareingenieurs. So jedenfalls wird der neue technorationale Ansatz mit seiner Ausnutzung von *trial and error* dem User gegenüber häufig inszeniert.

Doch die spannende Frage ist: Was bedeutet es, auf systematisiertes Tinkering, Emergenz, Lernprozesse und Post-Processing als Lösungsstrategien für unverstandene Probleme und ungelöste technische Schwierigkeiten zu setzen? Denn natürlich lässt sich das Problem nicht auf die technoimaginäre Ebene reduzieren. Es ist allerdings schwierig, die menschliche Autorschaft eines evolutionären Algorithmus sichtbar zu machen. Darüber hinaus ist es nicht einfach zu verstehen, wie sehr es der Virtuosität und Fingerfertigkeit der Softwareingenieurin bei der Implementierung bedarf, um die ‚unverstandenen' Probleme zu bearbeiten – womöglich sogar für sie selbst. Aber auch einen ‚problem space' und einen ‚Fitnessfaktor' festzulegen, bedarf eines grundlegenden Verständnisses des zu bearbeitenden Problems, wenn dieses auch nicht in der gewohnten rational-kognitiven Top-down-Manier formuliert wird. Letztendlich könnte man einen evolutionären Algorithmus als Metaheuristik verstehen, eine Problemlösung zweiter Ordnung, die das Programmieren auf eine Meta-(Meta-)Ebene hebt: Ohne das Problem genau bestimmen zu können, versucht man sich der Frage mithilfe von Redundanz und leistungsstarken Maschinen anzunähern. In dieser Logik gibt es dann auch nicht mehr *die* Lösung, sondern nur Annäherungen an eine optimale Lösung, die aber nicht schlechter sein müssen, als die konventionell gewonnenen Lösungen.

Es ist die rhetorisch geschicktere, weil suggestive Geschichte, das neue Verfahren nicht als *kontrollierte* Simulation der Unkontrollierbarkeit zu kennzeichnen, sondern die alte Metapher der unsichtbaren Hand zu bemühen und sie unter die iterativen Prozesse von *trial and error* zu legen. Bei Adam Smith muss die unsichtbare Hand die kleinen, selbstsüchtigen und chaotischen Handlungen der Menschen in der freien Marktwirtschaft zu einem sinnvollen Ganzen zusammenfügen, um im wildwuchernden Kapitalismus den Sinn und die Produktivität des Systems zu sichern. Nun werden die Emergenz, die Unvorhersehbarkeit und das Tinkering die entscheidenden Modelle, die die vielen, kleinen, dynamischen und unberechenbaren Geschehnisse in ein sinnvolles, kohärentes Muster nach dem Vorbild der Natur zusammenfügen sollen. Eine

---

[33] Madeleine Akrich, „User Representations: Practices, Methods and Sociology", in: Arie Rip/Thomas J. Misa/Johan Schot (Hg.), *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*, London, New York, 1995, S. 167-184.

[34] Gro Bjerknes/Tone Bratteteig, „User Participation and Democracy: A Discussion of Scandinavian Research on System Development", in: *Scandinavian Journal of Information Systems* 1, 1 (1995), S. 73-98.

gewisse Teleologie scheint in diesen Verfahren zu walten, da sich ein ‚gerichtetes' Verhalten sonst nicht erklären ließe, wenn die Natur so chaotisch wäre, dass sie nicht mehr berechenbar bzw. probabilistisch einschätzbar wäre. Der Hintergrund für eine solche Idee ist die Vorstellung von Natur als innovative, kreative Bastlerin, die alles durch ihre selbstorganisierenden Muster formt, integriert und komponiert. Und der Mensch rekonstruiert und reproduziert angeblich diese Prozesse nur in künstlichen Medien und setzt die Arbeit der Natur nur mit anderen Mitteln fort.

Epistemologie & Biopolitik

Damit diese Idee sich selbst organisierender Systeme aber greifen kann, bedarf es einer Ontologie, die sich nicht mehr für mögliche intrinsische Eigenschaften von Organismen und Systemen interessiert, sondern sich auf das *Verhalten*, *die Organisation* und *systemische Formierung* von biologischen und artifiziellen Systemen konzentriert. Gleichzeitig operiert diese neue Logik auf der Basis einer konstruktivistischen Epistemologie, in der klassische Unterscheidungen von Beobachter und Beobachtetem, Körper und Geist zunehmend an Bedeutung verlieren. Es geht weniger um die Erschaffung zweiter (oder dritter) Naturen als um die ‚Optimierung' der Natur, ihre Konvertierung und Perfektionierung mit technowissenschaftlichen Mitteln. In dieser neuen Technorationalität ist die Natur zum Werkzeugkasten geworden und die Welt zu einem Ort vielfältiger Kombinatorik und des Re-Designs, in der die Evolution durch Tinkering neue Wege der Entwicklung und Investition auslotet – mit Organismen als evolvierenden, parallel verteilten Netzwerken.[35] Das Erkenntnisinteresse konzentriert sich immer mehr auf das Engineering der Natur – und nicht auf ihre Repräsentation. Man will nicht die Bewegungsgesetze der toten Materie und einer statischen Natur nachvollziehen, sondern sich des Lebendigen über die Dimensionen des Werdens, des Unvorhersehbaren und potenziell unendliche Möglichkeiten bemächtigen. Lebendiges wird nun nicht mehr als tote Materie abgebildet, sondern als flexibel verstanden und möglichst umfassend optimiert. Die neue Flexibilität des Lebendigen und die damit verbundenen Möglichkeiten umfassender Optimierung sind die Grundlage einer neuen risikopolitisch ausgerichteten Biopolitik. Der Denkfigur der Unbestimmtheit und der vielfältigen Optionen des Werdens ist die Figur der Selbstmodellierung und des Enhancements immanent. Hier entsteht eine posthumanistische Biopolitik, die auf eine vielfältige, unvorhersehbare schöpferische Lebenskraft setzt, die mit dem Surplus, dem Überschuss arbeitet und in der die Politik des

[35] Weber (2003), *Umkämpfte Bedeutungen*; Alfred Nordmann, „Was ist TechnoWissenschaft – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik", in: Torsten Rossmann/Cameron Tropea (Hg.), *Bionik – Neue Forschungsergebnisse aus Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften*, Berlin, 2004, S. 209-218.

Werdens zum Motor des unternehmerischen Selbst wird: „*Sobald wir unsere posthumanen Körper und Geister erkennen, [...] müssen wir die vis viva erkunden, die schöpferischen Kräfte, die uns ebenso beseelen wie die gesamte Natur und die unsere Möglichkeiten verwirklichen*“, schreiben etwa Michael Hardt und Antonio Negri 2002 in ihrem Buch *Empire. Die neue Weltordnung*.[36] Einer Natur als technowissenschaftlicher Ingenieurin korrespondiert die Idee der schöpferischen Kräfte posthumaner, modellier- und verbesserbarer Subjekte – und beide nutzen die unvorhersehbaren emergenten Effekte. Der Mensch hilft hier noch ein wenig nach, indem er das in die Natur projizierte Basteln, Rekombinieren und das Verfahren des *trial and error* systematisiert und automatisiert.

Die Rückseite dieser hoffnungsfrohen Biopolitik des Enhancements, der Optimierung und der schöpferischen Kräfte ist eine Biopolitik des Risiko- und Gesundheitsmanagements, des sozialen Engineering und einer engen Kopplung von Technowissenschaften und Technoökonomie. Der Soziologe Nikolas Rose hat diese Mechanismen als „marketization, autonomization, and responsibilization“[37] beschrieben. Diese Mechanismen würden mit allgemeinen Verschiebungen in der Rationalität und Technik des Regierens einhergehen: „[N]otably the transformations in the provision of security, welfare, and health associated with challenges to the social state in Europe and Australasia, and the rise of new ‚advanced liberal‘ governmental technologies“.[38] Auch Rose spricht die neue Ontologie der Körper im Sinne der Baukastenlogik („molecularization“) und daraus entstehende biopolitische Mechanismen an, wie z. B. die Tendenz zur Optimierung („optimization“) und „subjectivation“ der einzelnen postmodernen Subjekte, deren „somatic expertise“ verpflichtend wird, die anhaltend zur Verbesserung ihrer Körper aufgerufen und letztlich einer „economy of vitality“[39] unterworfen sind. Rose sieht hier grundlegende, wenn nicht gar epochemachende Verschiebungen am Werk im Vergleich zu einer traditionellen Biopolitik, die auf die Optimierung eines Volkskörpers und die Disziplinierung der Individuen, aber nicht auf Selbstverbesserung abzielte:

> I am wary of epochal claims, and it is necessary to recognize that none of these mutations marks a fundamental break with the past: each exhibits continuity alongside change. Yet, I suggest, from the point of view of the present, *a threshold has been crossed*. Something is emerging in the configuration formed by the intertwining of these [...] lines of mutation, *and this ‚something‘ is of importance for those, like myself, who try to write the history of possible futures.*[40]

---

36 Michael Hardt/Antonio Negri, *Empire. Die neue Weltordnung*, Frankfurt/M., New York, 2002 [2000], S. 106. [Herv. i. O.]
37 Rose (2007), *Politics of Life Itself*, S. 4.
38 Ebd., S. 3.
39 Ebd., S. 5.
40 Ebd., S. 7. [Herv. J. W.]

Kontrollgesellschaft

Eine verwandte Diagnose neuer Rationalitäten und Regierungsweisen liefert der französische Philosoph Gilles Deleuze. In seinem „Postskriptum zur Kontrollgesellschaft" schreibt er:

> Die Kontrollgesellschaften sind dabei, die Disziplinargesellschaften abzulösen. ‚Kontrolle' ist der Name [...], um das neue Monster zu bezeichnen, in dem Foucault unsere nahe Zukunft erkennt. Auch Paul Virilio analysiert permanent die ultra-schnellen Kontrollformen mit freiheitlichem Aussehen, die die alten – noch innerhalb der Dauer eines geschlossenen Systems operierenden – Disziplinierungen ersetzen. Es ist nicht nötig, die außergewöhnlichen Pharmaerzeugnisse anzuführen, die Nuklearformationen, Genmanipulationen, auch wenn sie dazu bestimmt sind, in den neuen Prozeß einzugreifen. Es ist nicht nötig zu fragen, welches das härtere Regime ist oder das erträglichere, denn in jedem von ihnen stehen Befreiungen und Unterwerfungen einander gegenüber.[41]

Die neue Kontrolle ist Deleuze zufolge eine der offenen Systeme und arbeitet mit ultraschnellen Formen von flexiblen Kontrollmechanismen, die zwar moduliert werden, aber letztlich in ganz unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen wirken – wie etwa in der Schule, dem Militär oder der Fabrik, die nun nicht mehr abgeschlossene und voneinander getrennte Bereiche bilden, sondern eine ‚variable Geometrie' formen. Er bezieht sich auf Felix Guattaris Beschreibung neuer elektronischer Kontrollmechanismen, die u. a. auf der Grundlage eines Computers, der die Positionen der Individuen bestimmt und nachverfolgt, und auf der Grundlage einer elektronischen Karte den Zugang zum eigenen Apartment, zur Straße, zu bestimmten Bereichen der Stadt gewähren oder auch verweigern kann. Und während wir auf der einen Seite dem Regime der Vitalität und der somatischen Erfahrung unterworfen sind, ist auf der anderen Seite ein Regime der Überwachung, des Datenmonitorings, des Risikomanagements und der Verbrechensverhütung ubiquitär geworden, auf der Grundlage einer „New Penology"[42], die sich nicht für die soziale Integration des Delinquenten interessiert, sondern nur für (mehr oder weniger) gesamtgesellschaftlich relevante Risikoprofile. Dieser neuen Logik der Strafverfolgung und des Strafvollzugs geht es nicht darum, emergentes Verhalten systematisch zu befördern, sondern Risiken und Kosten zu minimieren. Dennoch arbeitet diese neue *securitization* auf der Basis von Wahrscheinlichkeiten (z. B. bei Abgleich von DNA-Profilen und anderen biometrischen Verfahren), und die Prävention erscheint als Rückseite der Emergenz, die alles Vorstell-

---

41 Gilles Deleuze, „Postskriptum über die Kontrollgesellschaften", in: ders. (Hg.), *Unterhandlungen. 1972-1990*, Frankfurt/M., 1993 [1990], S. 254-260: 255.

42 Malcolm M. Feeley/Jonathan Simon, „The New Penology: Notes on the Emerging Strategy of Corrections and its Implications", *Criminology* 30 (1992), S. 449-474.

bare aber auch Unvorstellbare verhüten will und neue Techniken zur Imagination des Terrors fordert, um diesen vermeiden zu können.[43]

Der Politikwissenschaftler Michael Dillon hat darauf hingewiesen, dass das neue Verständnis von Leben als emergent, dynamisch und unvorhersehbar die enge Verbindung zwischen Risiko und Biopolitik verstärkt.[44] Denn Risiko sei ein Modus, um zu messen, wie stark man Kontingenz ausgesetzt ist. Er schreibt:

> [C]ontingency thereby becomes the epistemic object for biopolitics security in the 21st century inasmuch as it characterizes the understanding of human life as an emergent and creative entity to whose promotion and development biopolitics are now committed.[45]

Zu regieren heißt dann, Kontingenz auf der Grundlage risikobasierter Analyse strategisch zu nutzen, mit Risiken zu handeln und das Risikobewusstsein der Bevölkerung zu erhöhen. Damit wir im Zuge des Risikomanagements Kontingenz, das Ausgesetztsein der Einzelnen, zur Ware.

In Rückbindung an die Biopolitik lässt sich sehr schön sehen, wie die neuen Mechanismen des Werdens, der Unvorhersehbarkeit, der kontrollierten Simulation der Unkontrollierbarkeit, für eine neue Logik des Regierens fruchtbar gemacht werden. Diese Logik des Emergenten, Unvorhersehbaren, des Interesses für das Lebendige korrespondiert mit einer Epistemologie der Wahrscheinlichkeit, des Tinkerings und des *trial and error*: Diese Logik ist gekennzeichnet von einer Ontologie der Denaturalisierung und De-Essenzialisierung, in der immanente Eigenschaften von Organismen obsolet werden und Molekularisierung und Subjektivierung den Weg zur individualisierten Optimierung öffnen, in dem die Einzelne die Verantwortung für ihre Ökonomie der Vitalität übernehmen muss. Das Interesse für das Lebendige und Dynamische, das Aufgeben objektiver Beschreibungen von Welt und die De-Essenzialisierung bilden zugleich auch die Grundlage für eine präventive Risikopolitik auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeiten, in der Bürgerechte zunehmend irrelevant (gemacht) werden. In einer Welt, in der sich die normativen Setzungen weg von der Wahrheit hin zur Machbarkeit verschieben und sich Ontologien verflüssigen, entwickeln sich Bürgerrechte zu Atavismen.

Was auf der epistemologischen und ontologischen Ebene bzw. der Ebene der Artefakte als neue Verfahren der Meta-(Meta-)Programmierung und neuer Suchheuristik so verführerisch erscheint und von vielen als Überschreiten der alten Newtonschen Logik und der verkrusteten Mechanismen eines rational-

---

43 Marieke de Goede, „Beyond Risk. Premediation and the Post-9/11 Security Imagination“, in: *Security Dialogue* 39, 2-3 (2008), S. 155-167.

44 Michael Dillon, „Underwriting Security“, in: *Security Dialogue* 39, 2-3 (2008), S. 309-332.

45 Ebd., S. 314.

kognitiven Kalküls gefeiert wird[46], ist eng verknüpft mit einer neuen Biopolitik der Kontingenz, die in der Logik von *trial and error*, der Wahrscheinlichkeiten und des Ausprobierens operiert, in der der Einzelne zum präventiv zu kontrollierenden Risikofaktor wird, der sich zugleich als ‚unternehmerisches Selbst'[47] zur Optimierung seiner selbst aufzurufen hat bzw. schon lange aufruft. Einem solchen Paradigma entspricht die Idee der selbstlernenden, sich selbst optimierenden und zugleich zu erziehenden Maschine, die vom Mensch nicht verstandene Probleme ‚löst'.

Literatur

Akrich, Madeleine, „User Representations: Practices, Methods and Sociology", in: Arie Rip/Thomas J. Misa/Johan Schot (Hg.), *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*, London, New York, 1995, S. 167-184.

Becker, Barbara, *Künstliche Intelligenz: Konzepte, Systeme, Verheißungen*. Frankfurt/M., New York, 1992.

Bjerknes, Gro/Bratteteig, Tone, „User Participation and Democracy: A Discussion of Scandinavian Research on System Development", in: *Scandinavian Journal of Information Systems* 1, 1 (1995), S. 73-98.

Breazeal, Cynthia, *Designing Sociable Robots*, Cambridge, MA, 2002.

Bröckling, Ulrich, „Unternehmer", in: ders./Susanne Krasmann/Thomas Lemke (Hg.), *Glossar der Gegenwart*, Frankfurt/M., 2004.

Brooks, Rodney, „A Robust Layered Control System for a Mobile Robot", in: *IEEE Journal of Robotics and Automation* 2, 1 (1986), S. 14-23.

Ders., *Menschmaschinen. Wie uns die Zukunftstechnologien erschaffen*, Frankfurt/M., New York, 2002.

Bublitz, Hannelore, *Diskurs*, Bielefeld, 2003.

Christaller, Thomas, *Robotik: Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*, Berlin (u. a.), 2001.

Dautenhahn, Kerstin, „Getting to Know Each Other: Artificial Social Intelligence for Autonomous Robots", in: *Robotics and Autonomous Systems* 16 (1995), S. 333-356.

Deleuze, Gilles, „Postskriptum über die Kontrollgesellschaften", in: ders. (Hg.), *Unterhandlungen. 1972-1990*, Frankfurt/M., 1993, S. 254-260. [Frz. OA erschienen in *L'autre journal* 1 (1990) unter dem Titel „Post-scriptum sur les sociétés de contrôle".]

Dillon, Michael, „Underwriting Security", in: *Security Dialogue* 39, 2-3 (2008), S. 309-332.

---

46 Pickering (2002), Cybernetics and the Mangle; John Law/John Urry, „Enacting the Social", auf: Department of Sociology and Centre for Science Studies, online unter: http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Urry-Enacting-the-Social.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.07.2008.

47 Ulrich Bröckling, „Unternehmer", in: ders./Susanne Krasmann/Thomas Lemke (Hg.), *Glossar der Gegenwart*, Frankfurt/M., 2004.

Dillon, Michael/Lobo-Guerrero, Luis, „Biopolitics of Security in the 21st Century: An Introduction“, in: *Review of International Studies* 34 (2008), S. 265-292.

Emmeche, Claus, *Das lebende Spiel. Wie die Natur Formen erzeugt*, Reinbek, 1994. [Dän. OA erschienen 1991 in Kopenhagen unter dem Titel *Der levende Spil: Biologisk form ogg kunstigt liv*.]

Feeley, Malcolm M./Simon, Jonathan, „The New Penology: Notes on the Emerging Strategy of Corrections and its Implications“, in: *Criminology* 30 (1992), S. 449-474.

Franklin, Sarah, „Life Itself. Global Nature and the Genetic Imaginary“, in: dies./Celia Lury/Jackie Stacey (Hg.), *Global Nature, Global Culture*, London (u. a.), 2000, S. 188-227.

Goede, Marieke de, „Beyond Risk. Premediation and the Post-9/11 Security Imagination“, in: *Security Dialogue* 39, 2-3 (2008), S. 155-167.

Haraway, Donna J., *Modest_Witness@Second_Millenium. FemaleMan©_Meets_OncoMouse™. Feminism and Technoscience*, New York, London, 1997.

Hardt, Michael/Negri, Antonio, *Empire. Die neue Weltordnung*, Frankfurt/M., New York, 2002. [Amer. OA erschienen 2000 in Cambridge, MA, unter dem Titel *Empire*.]

Hayles, N. Katherine, *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*, Chicago, ILL, 1999.

Dies., „Computing the Human“, in: Jutta Weber/Corinna Bath (Hg.), *Turbulente Körper, soziale Maschinen. Feministische Studien zur Technowissenschaftskultur*, Opladen, 2003, S. 99-118.

Holland, John H., „Genetic Algorithms Computer Programs That ‚Evolve‘ in Ways That Resemble Natural Selection Can Solve Complex Problems Even Their Creators Do Not Fully Understand“, in: *Scientific American* 267 (1992), S. 66-72.

Kaplan, Frederic/Oudeyer, Pierre-Yves, „Maximizing Learning Progress: an Internal Reward System for Development“, in: Fumiya Iida/Rolf Pfeifer/Luc Steels/Yasuo Kuniyoshi (Hg.), *Embodied Artificial Intelligence,* Berlin (u. a.), 2004, S. 259-270.

Lafontaine, Céline, „The Cybernetic Matrix of French Theory“, in: *Theory, Culture and Society* 24, 5 (2007), S. 27-46.

Langton, Christoper G., „Artificial Life“, in: Margaret A. Boden (Hg.), *The Philosophy of Artificial Life,* New York, 1996, S. 39-94.

Law, John/Urry, John, „Enacting the Social“, auf: Department of Sociology and Centre for Science Studies, online unter: http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Urry-Enacting-the-Social.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.07.2008.

Levy, Steven, *Künstliches Leben aus dem Computer*, München, 1996. [Engl. OA erschienen 1993 in London unter dem Titel *Artificial Life. The Quest for a New Creation.*]

Nordmann, Alfred, „Was ist TechnoWissenschaft – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik“, in: Torsten Rossmann/Cameron Tropea (Hg.), *Bionik – Neue Forschungsergebnisse aus Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften*, Berlin, 2004, S. 209-218.

Pfeifer, Rolf/Scheier, Christian, *Understanding Intelligence*, Cambridge, MA, 1999.

Pickering, Andrew, „Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask“, *Social Studies of Science* 32, 3 (2002), S. 413-437.

Rose, Nikolas, „The Politics of Life Itself“, in: *Theory, Culture and Society* 18 (2001), S. 1-30.

Ders., *Politics of Life Itself: Biomedicine, Power and Subjectivity in the Twenty-First Century*, Princeton, NJ, 2007.

Scheuermann, Klaus, „Menschliche und technische ‚Agency‘ – Soziologische Einschätzungen der Möglichkeiten und Grenzen künstlicher Intelligenz im Bereich der Multiagentensysteme. Technical University – Technology Studies Working Papers,

TUTS-WP-2-2000“, online unter: http://www.tu-berlin.de/~soziologie/Tuts/Wp/TUTS_WP_2_2000.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.09.2003.

Steels, Luc, *The Talking Heads Experiment. 1. Words and Meanings*, Antwerpen, 1999.

Suchman, Lucy, „Human/Machine Reconsidered“, online unter: http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Suchman-Human-Machine-Reconsidered.pdf, zuletzt aufgerufen am 01.02.2004.

Weber, Jutta, *Umkämpfte Bedeutungen. Naturkonzepte im Zeitalter der Technoscience*, Frankfurt/M., New York, 2003. [Zuerst veröffentlicht in der Elib Bremen unter dem Titel *Umkämpfte Bedeutungen. Natur im Zeitalter der Technoscience*, online unter: http://elib.suub.uni-bremen.de/publications/dissertations/E-Diss228_webersec.pdf.]

Dies., „Human-Robot Interaction“, in: Sigrid Kelsey/Kirk St. Amant (Hg.), *Handbook of Research on Computer-Mediated Communication*, Hershey, PA, 2008, S. 855-863.

Dies., „Making Worlds. Epistemological, Ontological and Political Dimensions of Technoscience“, in: *Poiesis and Praxis. International Journal of Ethics of Science and Technology Assessment* 7, 1 (2010), S. 17-36.

Dies., „Black-Boxing Organisms, Exploiting the Unpredictable: Control Paradigms in Human–Machine Translations“, in: Martin Carrier/Alfred Nordmann (Hg.), *Science in the Context of Application,* Boston, MA, 2011, S. 409-429.

Wegener, Peter, „Why Interaction is More Powerful Than Algorithms“, in: *Communications of the ACM* 40, 5 (1997), S. 80-91.

Winkler, Hartmut, *Docuverse – Zur Medientheorie der Computer,* München, 1997.