

Uwe Springfeld



MENSCHMASCHINE

maschinenmensch

Warum wir Maschinen sind,
die man nicht nachbauen kann

HIRZEL

Springfeld

Menschmaschine – Maschinenmensch

Uwe Springfeld

MENSCHMASCHINE

maschinenmensch

Warum wir Maschinen sind,
die man nicht nachbauen kann



S. Hirzel Verlag Stuttgart

Für A. L.

Ein Markenzeichen kann warenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-7776-1646-9

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdruck, Mikroverfilmung oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

© 2009 S. Hirzel Verlag
Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart
Printed in Germany
Einbandgestaltung: deblik, Berlin unter Verwendung eines Fotos von George Chamberlain
Druck & Bindung: Kösel GmbH & Co. KG, Krugzell

www.hirzel.de

INHALT

EINLEITUNG	7
DAS LÄCHELN DES ROBOTERS	11
Eine Gegenwart scheint es nicht zu geben	11
Maschinenmenschen – eine uralte Vorstellung der Menschheit?	13
Der Mensch als Maschine – eine Idee der Naturwissenschaften?	20
Maschinenmenschen und die Kunst der Ingenieure	24
Die Maschine als Mensch oder der Mensch als Maschine	29
DER MENSCH – EINE ANNÄHERUNG	35
Von Diogenes, Commander Data und dem Versuch, einen Türken zu bauen..	36
Der älteste Mensch – ein Affe	40
Welchen evolutiven Vorfahren des Menschen würde ein zeitreisender Kirchenvertreter noch taufen?	50
EXKURS: VON MENSCHEN, UHRWERKEN UND GOTTES WILLEN	63
Vom Ticken der Welt, gefundenen Uhren und einem gewollten Missverständnis	64
Intelligent Design	72
EIN ERSTES FAZIT	87
Die Reduktion des Menschen auf die Maschine	87
VOM RECHNEN UND DENKEN	95
Der Aufbau des Computers	96
Denkende Maschinen?	100
Kann Intelligenz künstlich sein?	107
Etwas wirklich Kompliziertes: die Welt	113
Rechner auf dem Weg zum Menschen?	118
Menschen auf dem Weg zum Computer? Oder: das Drama des Denkens ..	123

DAS GEHIRN	125
Aufbau des Gehirns.	129
Die Tätigkeit der Hirnforschung	135
Ein Beispiel für die Arbeitsweise des Gehirns: das Sehen	137
Bewusstsein und Hirnforschung	141
Das Gedächtnis	149
Wetware.	155
MENSCHENMASCHINEN UND MASCHINENMENSCHEN	159
Menschenmaschinen.	159
Der freie Wille eines Selbstmordattentäters.	164
Maschinenmenschen.	178
LITERATUR	189
REGISTER	192

EINLEITUNG

Es fängt harmlos an. Der Mensch sei eine Maschine, sagen Roboterbauer wie Rodney Brooks vom Massachusetts Institute of Technology und meinen damit, der Mensch sei nichts anderes als eine Maschine. Dieser Gedanke ist nicht neu. Zuerst formulierte ihn der Philosoph Julien Offray de la Mettrie – vor 260 Jahren. Damals war es gerade zehn Jahre her, dass der französische Jesuitenzögling und Uhrmacher Jacques de Vaucanson einen Flöte spielenden Aufziehautomaten der Öffentlichkeit als Maschinenmensch vorgestellt hatte. Daraus ergab sich die Diskussion, ob sich der Mensch vollständig durch die Naturgesetze beschreiben lässt. Diese Diskussion betrachten heute manche als erledigt, denn die Naturwissenschaften haben seither unser Weltbild grundlegend verändert.

Als Königin der Wissenschaften musste die klassische Mechanik einem Demokratisierungsprozess weichen. Allein zur Physik kamen die Elektrodynamik, die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie hinzu. Dann die Fortschritte in den anderen Wissenschaften: In der Biologie wuchs die Vererbungslehre nach den Gesetzen des Augustinermonchs Gregor Mendel mit der Evolutionslehre Charles Darwins zur synthetischen Theorie der Evolution zusammen. Hinzu kamen die gesamten Bereiche der Molekularbiologie und der Hirnforschung. Schließlich entstanden die Informatik und die Computerwissenschaften. Auch deren Grundlage, die Mathematik, verzeichnete mit dem Unentscheidbarkeitstheorem des Mathematikers Kurt Gödel ungeahnte Entwicklungen.

Heute behauptet kein Mensch mehr, er und seine Artgenossen ließen sich vollständig durch die Gesetze der klassischen Mechanik beschreiben. Doch wenn der Mensch „mehr“ ist als die Summe der Gesetze der klassischen Mechanik, ist er dann auch mehr als jede andere Wissenschaft und selbst mehr als die Summe aller Naturwissenschaften? Schließlich spiegeln die Naturwissenschaften jeweils nur einen momentanen, aber nie einen endgültigen Erkenntnisstand wider. Wird vom Menschen immer ein Rest bleiben, der sich mit naturwissenschaftlichen Mitteln nicht erklären lässt – und ist der Mensch folglich „mehr“ als „nur“ eine Maschine? Vielleicht durch die Sprache, vielleicht durch die Kultur oder durch sonst ein System, das der Mensch durch die Besonderheit seiner Natur hervorgebracht hat? Hier gehen die Meinung in den einzelnen Wissenschaften deutlich auseinander.

Welche Wissenschaft kann aber die Frage beantworten, was ein Menschen eigentlich ist? Diese grundlegende Frage spielt nicht nur für unser Selbstverständnis, sondern auch für die Wissenschaftler selbst eine große Rolle. Wenn Politiker Forschungsprogramme auflegen, wenn Wissenschaftler Anträge an Forschungs-

institutionen stellen, wenn an Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen Lehrstühle besetzt werden – wenn es also um die „Fleischtöpfe“ der Wissenschaft geht, spielt die öffentlich wahrgenommene Bedeutung eines Forschungsbereichs eine nicht ganz unwesentliche Rolle. Sie hat Folgen für die gesamte Gesellschaft. Kaum ein Bereich wirkt sich so gravierend auf der Leben des Einzelnen und dessen sozialen Umfeldes aus wie die Naturwissenschaft. Damit ist nicht nur die Diskussion gemeint, ob der Mensch eine Maschine sei. Auch zu einer zweiten, damit einhergehenden Frage werden Fakten geschaffen: zur Frage, ob der Mensch einen freien Willen hat oder nicht. Diese Diskussion wird heute weitgehend von der Hirnforschung bestimmt.

Vor diesem Hintergrund ist interessant, wie die Öffentlichkeit die Naturwissenschaften wahrnimmt. Ihr an schuldhafter Naivität grenzendes, blindes Vertrauen äußert sich in Universalargumenten, die häufig im Smalltalk vorgebracht werden, etwa: „Wissenschaftliche Studien haben nachgewiesen, dass ...“ Der unkritische Kinderglaube an die Unfehlbarkeit der Forschung setzt sich in der öffentlichen Darstellung der Naturwissenschaften fort. Die Berichterstattung der Medien ähnelt heute eher einer Mischung aus Science-Fiction und Horoskop als einer kompetenten, kritischen Darstellung dessen, was in den Labors der Welt vor sich geht.

Unhinterfragt wissenschaftliche Erkenntnisse zu übernehmen bedeutet deshalb, den eigenen Verstand preis- und das Nachdenken aufzugeben. Aber das eigene Nachdenken darf nicht aussetzen, nur weil der Sachverhalt ein naturwissenschaftlicher ist. Es gilt, wissenschaftliche Ansätze und Aussagen kritisch zu hinterfragen. Dafür braucht es nicht viel: die Ausgangshypothese der Wissenschaftler, etwas gesunden Menschenverstand, ein wenig Logik, Mut zur Lücke und zum Fehler (schließlich: Nobody is perfect, nicht einmal der Autor dieser Zeilen) und, besonders wichtig, den Blick über den Tellerrand einer Forschungsdisziplin.

Ist der Mensch also eine Maschine? Roboterbauer sagen: Ja. Hirnforscher stimmen dem zu und legen argumentativ nach: Der Mensch funktioniert allein auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Prinzipien, nach denen jede Wirkung vollständig durch ihre Grundlage bestimmt ist. Dieser Determinismus schließt einen freien Willen aus. Nun ergänzen die Roboterbauer: Wenn der Mensch eine Maschine ist, kann man ihn auch nachbauen.

Doch ist es tatsächlich so einfach? Warum schweigen andere Wissenschaften in diesem Duett? Warum hört man nichts von Forschern, die sich ebenfalls aus ihrer Disziplin heraus mit der Frage beschäftigen müssen, was ein Mensch ist? Gemeint sind weder Mediziner noch Sozial-, Geistes- oder Kulturwissenschaftler, sondern Paläanthropologen, die die Entstehungsgeschichte des Menschen untersuchen. Sie brauchen für ihre Arbeit scharfe Kriterien für das, was ein Mensch ist. Wie sonst sollten sie die Früh- von den Vormenschen unterscheiden können? Doch die Palä-

anthropologen schweigen. Warum? Weil sie immer noch die Intelligenz unserer Vorfahren am Hirnvolumen festmachen und damit seriöse Hirnforscher in den Wahnsinn treiben? Warum schweigen die Mathematiker, die sich mit den Grundlagen der Informatik und der Grenze der formalen Logik befassen? Sie sollten wissen, was die Analogie zum Gehirn eines Maschinenmenschen, der Computer, zu leisten vermag und was nicht. Wenn man die Erkenntnisse aller dieser Experten zusammentragen würde, müsste sich ein Gesamtbild vom Menschen in den Naturwissenschaften ergeben.

Da den Wissenschaftlern diese Synthese offenbar schwerfällt, haben sich religiöse Hobbydenker zu Wort gemeldet. Im Geiste eines Thomas von Aquin suchen sie den Gottesbeweis auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Doch in der Wechselwirkung der Materie mit Materie, was letztlich die Naturwissenschaften sind, kann man weder auf Gott noch auf einen wie auch immer gearteten „intelligenten Designer“ schließen. Trotzdem wollte 2006 Thüringens Ministerpräsident Dieter Althaus solche abstrusen Ideen auf höchster Landesebene diskutieren lassen und, schlimmer, die hessische Kultusministerin Karin Wolff religiösen Fanatikern die Tür zum Biologieunterricht öffnen.

Das Leben auf der Erde verdankt seine Existenz dem Zufall und der Mensch sein Dasein dem ungelenkten Wirken der Evolution. Folgt daraus zwangsläufig, dass der Mensch eine seelenlose Maschine ist? Und wenn er tatsächlich eine Maschine sein sollte, dass sie von Ingenieuren nachgebaut werden? Oder passieren Dinge in der Maschine „Mensch“, die die Grenzen jeder heute denkbaren Technik überschreiten? Ist der Computer also kein Ersatz für das Gehirn, weil seine Arbeitsweise an andere prinzipielle Grenzen führt als die kleinen grauen Zellen des Menschen? Und hat der Mensch doch einen freien Willen, obwohl das Gehirn nach naturwissenschaftlichen Prinzipien funktioniert?

Denken tut Not. Es ist sogar derart wichtig, dass man es auf keinen Fall anderen überlassen sollte. Deshalb wurde versucht, auf den folgenden Seiten einigen der gestellten Fragen nachzuspüren. Während es im ersten Kapitel um die Forschungsansätze und -ziele der Robotik geht, versucht sich das zweite Kapitel aus paläanthropologischer Sicht den Merkmalen der Gattung Mensch anzunähern. In einem Exkurs wird diskutiert, weshalb sich aus der Tatsache der Evolution kein Gottesbeweis herleiten lässt. Nach einem Zwischenfazit werden die Arbeitsprinzipien des Computers mit denen des Gehirns verglichen. Im vorletzten Kapitel wird versucht darzulegen, weshalb deterministisch arbeitende neuronale Prozesse zwar das menschliche Bewusstsein hervorbringen können, der Mensch aber trotzdem einen freien Willen hat. Das Buch endet mit einer Begründung, weshalb der Mensch eine Maschine ist, man diese „Menschenmaschine“ aber mit der heute denkbaren Technik nicht nachbauen kann.

Kaum jemand hat Zeit und Energie, solche Gedanken nach Feierabend zusammenzutragen. Freundliche und wohlmeinende Menschen müssen einem die Gelegenheit verschaffen, sich mit den gestellten Fragen auseinanderzusetzen. Da ist zum einen der Verlag zu nennen und die unendliche Geduld der Lektorin, Angela Meder. Detlef Clas gab mir nicht nur vertrauensvoll Gelegenheiten zu umfangreichen Recherchen vor Ort, sondern auch dazu, meine oftmals kruden Gedanken in längeren Hörfunkbeiträgen zu ordnen und darzustellen. Hinzu kommt der Dank an einen Menschen, eine Frau, von der es an dieser Stelle oftmals stereotyp heißt: Sie hat während des Schreibens alle Selbstzweifel, Launen und Leiden des Autors (es waren nicht wenige) direkt und ungefiltert ausgehalten. Ich denke nicht, dass ich bei einem Rollentausch mit derart viel Aufmerksamkeit und Gleichmut die Stabilität ins Leben gebracht hätte wie diese Frau, mit deren Namen ich zum Dank das Vorwort schließen möchte: Anne Leithäuser-Lorquet.

DAS LÄCHELN DES ROBOTERS

EINE GEGENWART SCHEINT ES NICHT ZU GEBEN

Eine Gegenwart schien es nicht zu geben. Trotzdem waren die Zuschauer begeistert von dem, was sie beim RoboCup 2006 in Bremen sahen, der Weltmeisterschaft im Roboterfußball. In den vergangenen vier Tagen hatte man in den Messehallen wieselflinken Kästen zugeschaut, die sich im Doppelpass versuchten. Roboterhunde hatten Dribbelsoli probiert und mechanische Männer wollten noch im Hechtsprung den Ball auf der Linie retten. In den vier Kategorien kleine und große Roboter, Fußballsimulation und Roboterhunde waren bereits die Entscheidungen gefallen. Deutschland hatte 11 der 32 vergebenen Goldmedaillen gewonnen. Nun stand das letzte Finalspiel, wieder mit deutscher Beteiligung, an. Die Königsklasse „humanoide Roboter“.

Die favorisierten Maschinenmenschen der Freiburger Mannschaft NimbRo waren so hoch wie eine Fünf-Liter-Flasche Champagner, Supersize, wogen aber dank leichter Materialbauweise gerade einmal drei Kilogramm. Die Spieler der japanischen Gegenmannschaft TeamOSAKA reichten mit ihren Kameraaugen nur bis an den Schraubverschluss einer Mineralwasserflasche heran. Für ihre Größe brachten sie immerhin stattliche zweieinhalb Kilogramm auf die Waage.

Für gewöhnlich weiß man gar nicht, was für schwierige Aufgaben ein Fußballroboter lösen muss. Als Mensch schnappt man sich einfach den Ball, rennt übers Feld und haut das Leder in den gegnerischen Kasten. Roboter hingegen müssen sich erst einmal selbst lokalisieren, dann autonom auf zwei Beinen navigieren und die gegnerischen Spieler und deren Bewegungen in Echtzeit erkennen. Zuletzt müssen sie zum orangen Ball zockeln und schließlich noch dagegen treten, ohne das Gleichgewicht zu verlieren und umzufallen.

Mit Blick auf den RoboCup in Bremen muss man konstatieren: Heutige Roboter sind wirklich dumm. Einfache Aufgaben, die dreijährige Kinder problemlos meistern, lösen sie nur unter großen Schwierigkeiten. Den Ball beispielsweise erkannten die Roboter in Bremen nicht über ein Softwareprogramm, das ihnen sagte, der Ball sei rund. Die Maschinenmenschen wussten auch nicht, dass die Kugel elastisch vom Pfosten abprallt und so leicht ist, dass man sie locker wegtragen könnte. Ohne entsprechende Sensoren fallen Eigenschaften wie Form, Gewicht und Elastizität für Roboter in vollkommen unverständliche Kategorien.

Die Roboter in Bremen erkannten den Ball allein an der Farbe, mit allen Konsequenzen. „Zieh Dein Hemd aus, sonst kommt er und tritt dich“, rief ein Zuschauer – nur halb im Scherz. Als dann die Mannschaften zum Finale in der Kategorie humanoide Roboter auf das Spielfeld torkelten, duckten sich Erwachsene und Kinder hinter der Spielfeldbande. Ihre orangefarbenen oder roten Kleidungsstücke hätten die Kameraaugen der Spieler verwirren können.

Selbstverständlich hätte man die Fußballroboter auch anders bauen können. Drehmomentsensoren in den Fuß- und Kniegelenken hätten die federnde Oberfläche der Bälle ertastet. Ein Bilderkennungsprogramm hätte die Eigenschaft rund mit der Farbe Orange des Balles kombiniert und das Runde vom Orange der Hemden unterscheiden können. Ein Geruchssensor hätte sogar aus dem Ball ausdünstende Chemikalien registrieren können. Hätten deshalb die Maschinen besser gekickt? Oder wäre damit nur die Überlegenheit technischer Systeme über den Menschen demonstriert worden – zumindest in präzise und eng abgesteckten, wohldefinierten Bereichen?

Vor konkrete Probleme gestellt neigen Ingenieure zu überraschend einfachen Lösungen. Deshalb spricht man wohl als Laie von Ingenieurskunst, während sie selbst meinen, Wissenschaft zu betreiben. Die ihnen zum RoboCup gestellte Aufgabe hieß nicht: Konstruiere einen Apparat, der auf möglichst menschenähnliche Art einen Ball erkennt und wie ein Fußballspieler damit umgeht, sondern: Baue eine Maschine, die das Orange ins Eckige kickt. Dafür reichten die in Bremen gezeigten Entwicklungen allemal aus, auch wenn von fußballerischer Ästhetik nicht viel zu sehen war auf dem vier mal sechs Meter großen Minimal-Fußballplatz.

Nicht die Roboterbauer trügen die Verantwortung für die dargebotene Maschinentorkelei, hieß es hinter vorgehaltener Hand. Eine Union aus Soft- und Hardwareentwicklern, aus Programmierern, Entwicklungsingenieuren für Motor- und Sensortechnik sowie Architekten von Mikroprozessoren sei schuld am gegenwärtigen, zugegebenermaßen kritikwürdigen Zustand der Realisierung maschineller Menschen. Wenn aber in Zukunft einzelne Hardwarekomponenten wie Prozessoren, Sensoren, Motoren und Hightech-Materialien für die Karosserie den Wünschen der Roboterbauer angepasst seien, so hoffte man in Bremen, würden heutige Probleme nicht mehr auftreten. Dann könne man humanoide Maschinen bauen, die zu wirklich menschlichen Leistungen fähig sind, ohne jedoch typisch menschliche Schwächen aufzuzeigen. Konditionsprobleme beispielsweise. Denn das grundlegende Prinzip stimme. Man könne einen Menschen vollständig als Maschine nachbauen. In 50 Jahren würden humanoide Maschinen eine Weltauswahl an Spitzenfußballern schlagen.

Momentan reichen die Leistungen der Maschinen kaum aus, eine Krabbelgruppen-Elf zu besiegen. Trotzdem ist man sprachlich in dieser Zukunft schon lange an-

gekommen. „Wir gebrauchen zwar das Wort Roboter“, sagt Rodney Brooks¹, der am Massachusetts Institute of Technology den Fachbereich Computerwissenschaften und Künstliche Intelligenz leitet, „aber wir sagen auch: Wir bauen einen Menschen“.

Der Literaturwissenschaftler Rudolf Drux² hat einen ähnlichen Blick auf Roboter. Roboter seien Arbeiter, sagt er, das ergebe sich schon aus dem Begriff. Die Bezeichnung stamme aus dem Theaterstück *R. U. R. Rossumovi Univerzálni Roboti* des tschechischen Schriftstellers Karel Čapek von 1920 (siehe auch S. 23). Dort sei der Begriff erstmals in Anlehnung an das tschechische Wort für Fronarbeit verwendet worden. „Der Roboter ist eigentlich eine Gestalt, die zur Verrichtung schwerer Arbeiten geschaffen wurde“, fährt Rudolf Drux fort. „Auf diesem Gebiet feiert er auch seine größten Erfolge. Was aber die Komplexität der menschlichen Intelligenz angeht, wird man noch einiges an der Maschine entwickeln müssen.“

Das konnte man im Endspiel in der Königsklasse „humanoide Roboter“ beobachten. Die unbeholfenen Freiburger NimbRos tapsten und torkelten zum Zwischenstand 4 : 1 über das japanische TeamOSAKA. Die japanischen Betreuer raufeten sich schon die Haare und die Zuschauer glaubten an eine weitere Goldmedaille für Deutschland. Doch langsam liefen die japanischen Software-Algorithmen warm und das Öl in den 21 Gelenkmotoren floss dünner. Tor um Tor schob sich das TeamOSAKA näher. Unentschieden stand es zu Spielende; schließlich schlugen die Japaner doch noch das favorisierte Freiburger Team mit 9 : 5 in der Verlängerung eines hochklassigen Spiels – für Roboterverhältnisse.

MASCHINENMENSCHEN – EINE URALTE VORSTELLUNG DER MENSCHHEIT?

„Roboter gehören zur Familie der künstlichen Menschen“, könnte ein Kulturwissenschaftler sagen und würde dabei denken: Wenn es zum Roboter keine kulturell tradierten Vorstellungen aus Mythos, Sage und Volksglauben gäbe, hätte ihn kein Ingenieur entwickeln können. Deshalb wüssten Ingenieure oft gar nicht, welchen kulturellen Einflüssen sie in ihrer Technikentwicklung unterliegen. Dass der Kulturwissenschaftler mit dieser Sichtweise weite Teile ingenieurtechnischer Entwicklungen aus dem Blick verliert, wäre ihm allerdings nicht klar.

Dann würde der Kulturwissenschaftler auf die Zeit um 600 vor Christus verweisen, als Homer das Gedicht von Iliad schrieb, heute bekannt als die *Ilias*. Aber wüsste er auch, dass manche Stellen der *Ilias* ohne den Zeitgeist von Homers Epoche nur

1 Wenn nicht anders angegeben, wurden wörtliche Zitate dem Autor gegenüber gemacht.

2 Drux 1999

schwer zu verstehen sind? Und dass sich dieser antike Zeitgeist auch im Wirken eines Zeitgenossen Homers ausdrückt, in den Arbeiten des Naturphilosophen Thales von Milet? Selbst wenn ein Kulturwissenschaftler diesen Thales kennen würde, dann bestenfalls mit dem nach ihm benannten Theorem, wie es heute im Geometrieunterricht der siebten Klasse gelehrt wird: Der Winkel auf dem Kreisbogen eines in einen Halbkreis eingeschriebenen Dreiecks beträgt 90 Grad.

Heute sieht man in diesem Thales von Milet den ersten Naturwissenschaftler der griechischen Antike. Von seinen ausgedehnten Reisen durch die damaligen Zentren der Wissenschaft, Babylon und Ägypten, brachte er einen grundlegenden, naturphilosophischen Ansatz mit: Alles ist Wasser, und Wasser ist das grundlegende Element aller irdischen Erscheinungen. Das Besondere an diesem Ansatz ist nicht eine merkwürdige Übereinstimmung dieser Hypothese mit der heutigen Quantenfeldtheorie³, bedeutend ist, was Thales mit seiner Hypothese nicht annahm: dass nämlich Götter oder übernatürliche Kräfte alle irdischen Phänomene hervorbringen würden. Die weltliche Substanz des Wassers mit einigen zusätzlichen mythischen Eigenschaften sollte letztlich die beobachtbare Natur erzeugen. Exakt dieser Ansatz, fort von den Göttern und hin zu weltlicher Ursachenforschung, macht den naturwissenschaftlichen Ansatz von Thales' Ideen aus.

Solch ein naturwissenschaftliches Denken ist eine notwendige Voraussetzung für die Beschreibung von Robotern. Ein Blick in die *Ilias*, auf die aus kulturwissenschaftlicher Sicht verwiesen werden könnte, zeigt die Verankerung dieses naturwissenschaftlichen Denkens im Griechenland zu Homers und Thales' Zeiten, 600 vor Christus. Im 18. Gesang der *Ilias* verspricht die Meerese Göttin Tethys dem griechischen Helden Achill eine Rüstung vom Götterschmied Hephaistos. Im Haus von Hephaistos begegnet Tethys einem seltsamen Maschinenpark.

Bei den Blasebälgen fand sie ihn schwitzend und emsig;
Denn er hatte zwanzig DreifüÙe eben vollendet,
Dass sie stünden an der Wand der prächtigen Halle.
Diese liefen auf goldenen Rädern, dass sie wie von selber
Zu der göttlichen schar von Gästen zu rollen vermochten
Und auch wieder zurück. Es war ein Wunder zu schauen.

3 Nach dieser Theorie ist das Vakuum entgegen der verbreiteten Meinung nicht leer, sondern mit einer Substanz angefüllt. Physiker sprechen allerdings nicht von Substanz, sondern von einem Feld, das sie nach ihrem Kollegen Peter Higgs benannten. Higgs hatte erstmals die Existenz dieses Feldes in Erwägung gezogen. Dieses Higgs-Feld soll die ganze Masse des Universums hervorbringen. Die der Elementarteilchen, der Atome und damit auch der chemischen Elemente, der Sterne und der Planeten. Das gesamte Universum mit all seinen Phänomenen, mit all seinem Leben. Und, wie sollte es anders sein, von seiner Struktur her soll sich dieses Higgs-Feld ganz ähnlich wie das Wasser des Thales von Milet verhalten.

... [Hephaistos] nahm Gewandt und Zepter und ging hinaus aus der Türe
 Hinkend; goldene Mägde begleiteten stützend den König:
 Lebenden Menschen waren sie gleich und blühten wie Jungfrau,
 Ja, sie hatten Verstand und Stimme des Menschen und Kräfte,
 Hatten von den unsterblichen Göttern Künste gelernet;
 Diese unterstützten den König; mühsam schreitend
 Kam er zu Tethys und setzte sich auf den glänzenden Thron hin.⁴

Die Spur hephaistischer Maschinen, wie den automatischen Dreifüßen (also Service-robotern) und den metallenen Gehilfinnen (Maschinenmenschen), verlor sich in der weiteren Menschheitsgeschichte. Die Gründe sind den Kulturwissenschaftlern bekannt. Für dreifüßige Servicearbeiten waren in der Antike Sklaven zuständig. Es gab keinen Bedarf an automatischen Barmixern und Staubsaugerrobotern, wie sie heute unter anderem in verschiedenen Fraunhofer-Instituten entwickelt werden. Auch die Tätigkeit seiner metallenen Gehilfinnen als Rehabilitations- und Pflegeroboter wurde seinerzeit von Sklaven oder anderen Angehörigen des Haushalts erledigt. Hinzu kommt, dass spätere Kulturen versäumten, den naturwissenschaftlichen Ansatz der Weltbeschreibungen zu vertiefen, geschweige denn eine Ingenieurwissenschaft zu entwickeln, die über den Bau von Kriegsgewehr, Schiffen und verschiedenen Mühlenwerken hinausging.

Als im römischen Reich beispielsweise der akademische Schwerpunkt von den Naturwissenschaften und der Mathematik hin zur Verwaltungslehre und der Jurisprudenz wanderte, wandelte sich die Idee des künstlichen Menschen zur Geschichte des Bildhauers Pygmalion. Im gleichnamigen Text erzählte der römische Dichter Ovid, wie sehr sich der – heute würde man sagen: puritanische – Pygmalion vom Verhalten moderner Frauen abgestoßen fühlte. Er schnitzte sich deshalb aus Elfenbein die Skulptur einer perfekten Frau, die er Galatea nannte. Fasziniert von seinem eigenen Werk und möglicherweise getrieben von der Natur musste sich Pygmalion nachts immer wieder der Skulptur nähern. Er betastete, küsste und streichelte sie, bis er ihr schließlich auch tagsüber teure Kleider anzog und sie mit kostbarem Schmuck behängte. Pygmalion war derart besessen von seinem Werk, dass Ovid von Liebe spricht.

Pygmalions größter Wunsch war nicht eine Frau wie die Elfenbeinskulptur Galatea, sondern Galatea selbst. Deshalb fasste er einen Plan. Als eines Tages das Fest der Venus (griechisch: Aphrodite) nahte ...

... trat Pygmalion zum Altar und betete scheinbar: „Ihr Götter, vermögt ihr
 Alles zu geben, so sei meine Frau“ – er getraute sich nicht, die

4 Homer 1961, Verse 372 ff., 385 ff.

„Elfenbeinerne Jungfrau“ zu sagen, nur „eine ihr gleiche“. ...
 Wieder zu Hause besuchte er das Bild der Geliebten, er gibt ihr
 über das Lager geneigt, einen Kuss und spürt eine Wärme ...
 Während er staunt, voll Zweifel sich freut, sich zu täuschen befürchtet,
 Tastet er wieder und wieder, der Liebende, nach der Geliebten.
 Wirklich, sie lebt! Es klopfen, befühlt vom Daumen, die Pulse.⁵

Pygmalions Elfenbeinstatue Galatea steht in der Tradition künstlicher Menschen, aber nicht in der der Maschinenmenschen. Weder war Galatea aus Metall noch war sie eine Maschine. Sie hat nichts Hephaistisches an sich, nichts durch Ingenieurskunst Geschaffenes. Durch den Willen der Göttin Venus verwandelt sie sich in einen leibhaftigen Menschen. Rückblickend muss man also sagen, dass Ovid mit der Figur der Galatea eine andere vollkommene Tradition begründete, die Tradition aufblasbarer Gummipuppen.

Auch der sagenhafte Golem, ein hirnloser Homunkulus, steht nicht in der Tradition des Roboters, obwohl dessen Sage am Rande einige Gemeinsamkeiten mit der Hephaistos-Sequenz der *Ilias* aufweist. Der Begriff Golem bezeichnet dabei im Hebräischen eine noch ungeformte Masse, also die Tonerde, den Lehm, aus dem der Prager Rabbi Löw eine kleine menschliche Figur modellierte. Dann sprach er eine geheime Zauberformel und schrieb dem Golem ein magisches Wort auf die Stirn.

An seiner Stirn steht geschrieben aemaeth (Wahrheit, Gott), er (der Golem) nimmt aber täglich zu und wird leicht größer und stärker als alle Hausgenossen, so klein er anfangs gewesen ist. Daher sie ihm aus Furcht den ersten Buchstaben auslöschen, so dass nichts bleibt als maeth (er ist tot), worauf er zusammenfällt und wiederum in Ton aufgelöst wird.⁶

Der Golem sollte nicht nur alle niederen Arbeiten der jüdischen Gemeinde verrichten, sondern sie zusätzlich gegen Angriffe von außen verteidigen. Als Servicekraft ähnelt er den Servicerobotern des Götterschmieds Hephaistos. Auch sein Erschaffer, Rabbi Löw, ähnelt dem Götterschmied. Beide haben die göttliche Fähigkeit zu erschaffen. Hephaistos als Beherrscher des Metalls gestaltet wie ein Maschinenbauer selbstständig agierende Automaten, Rabbi Löw hingegen kennt als Schriftgelehrter die Geheimnisse der Menschen, der Natur und des Lebens und kann sie entsprechend der Heiligen Schrift umsetzen.

5 Ovid 1994b, S. 323

6 Grimm in: Völker 1994, S. 8

Da machte Gott der HERR den Menschen aus Erde vom Acker und blies ihm den Odem des Lebens in seine Nase. Und so ward der Mensch ein lebendiges Wesen.⁷

Durch die Schrift wird der Golem aber nicht lebendig wie ein leibhafter Mensch. Er bleibt letztlich eine Puppe, wenn auch ohne maschinelles Innenleben. Er ist genauso wenig ein Roboter und ein Maschinenmensch wie Rabbi Löw gottgleich ist. Löw bleibt Gottes Werkzeug, auch wenn er ihm durch seine Tat, einen Lehmhaufen zum künstlichen Menschen zu erwecken, recht nahe kommt. Hätte der Rabbi eine andere Methode angewandt und auf einer nicht-religiösen Grundlage gearbeitet, hätte man ihn als Naturwissenschaftler bezeichnen können. Einen Wissenschaftler wie beispielsweise Doktor Victor Frankenstein in Mary Shelleys Roman *Frankenstein oder: Der moderne Prometheus*⁸.

Was Pygmalion durch die Gnade der Göttin Venus und Rabbi Löw durch die Kraft des Wortes zuteil wurde, wollte Victor Frankenstein auf experimentellem Weg erreichen: das Beleben unbelebter Materie. Frankenstein war jedoch kein Ingenieur, kein Maschinenbauer, kein früher Informatiker und Computerwissenschaftler und kein moderner Hephaistos. Er beschäftigte sich nicht mit Metall und er betrachtete das menschliche Innenleben auch nicht als Maschine. Heute würde man Frankensteins Wissenschaft als „Lebenswissenschaft“ bezeichnen, Life Science. Der Forscher führte eine empirische Studie auf der Grenze zwischen Biologie und Medizin durch, heute das Grenzgebiet zwischen Gentechnik, Molekularbiologie und Transplantationsmedizin.

Zu Shelleys Zeiten existierten diese Wissenschaften nicht einmal im Ansatz. Die Autorin selbst war auch keine Naturwissenschaftlerin. Sie konnte keine noch so fiktive Hypothese über das Geheimnis des Lebens formulieren. Sie hatte auch keine konkreten Vorstellungen von einer Methode, durch die sich gestorbene Menschen wieder zum Leben erwecken lassen. An der entscheidenden Stelle im Roman beschrieb sie lediglich Frankensteins Gefühlswelt während der Entdeckung, aber nicht das, was er entdeckte.⁹

7 1. Mose 2, 7

8 Shelley 1980

9 Die Vorstellung, das zusammengeflackte Monster werde durch elektrischen Strom aus einem Gewitterblitz zum Leben erweckt, geht nicht auf Mary Shelley, sondern auf einen der Drehbuchautoren der ersten Tonverfilmung von 1931, Robert Florey, zurück. Dieser Film, in dem Boris Karloff das Monster spielt, weicht auch in anderen Punkten wie dem Diebstahl von Leichenteilen von Shelleys Roman ab. Kein Wunder: Der Regisseur James Whale verwendete nur wenige Motive und Personen der Romanvorlage. Eigentlich beruht der Film auf dem Bühnenstück *Frankenstein: An Adventure in the Macabre* von Peggy Webling und John L. Balderston. Doch auch dieses bleibt in der wichtigen Frage, wie Frankenstein seine Kreatur belebt, so ungenau wie Mary Shelley in ihrem Roman.

Shelleys Vorstellungen über Tod und Leben scheinen eher religiösen Ursprungs zu sein, genauer: Sie scheint dem Anfang des 19. Jahrhunderts populären Glauben an die Wiedergeburt, an die Reinkarnation, angehangen zu haben. So wird plausibel, weshalb sich Frankenstein mit dem Verwesungsprozess menschlicher Leichname befasste. Diese Religion nimmt an, dass es einen Weg zurück ins Leben geben muss, und der Naturwissenschaftler Victor Frankenstein entdeckt den dazugehörigen Mechanismus. Darin ähnelt der Naturwissenschaftler aus Mary Shelleys Roman dem Rabbi Löw aus Prag. Und wie Rabbi Löw hat auch Victor Frankenstein Erfolg bei seinen Bemühungen.

Ich verweilte so lange über der Prüfung und dem Zergliedern all dieser minuziösen Kausalität, bis inmitten aller Finsternis ein plötzliches Licht mich durchzuckte – ein Feuerschein, welcher so strahlend, so wunderbar und doch von so klarer Folgerichtigkeit war, dass ich mich voller Überraschung fragte, weshalb es einzig mir vorbehalten, solch bestürzendem Geheimnis auf die Spur zu kommen! Ich hatte nach Tagen und Nächten der unglaublichsten, mühevollsten Anstrengungen das Geheimnis des Lebens gelöst, die Ursache aller Zeugung und allen Lebens entdeckt! Ja, mehr noch: es war mir nun möglich, dem toten Stoffe Leben einzuhauchen.¹⁰

Mary Shelley kannte die Methoden der Naturwissenschaften. Sie wusste, dass man aus theoretischen Überlegungen und empirischen Ergebnissen konkrete, messbare Vorhersagen ableitet und sie dann anschließend in Experimenten realisieren möchte. Auch Victor Frankenstein wollte seine Entdeckung überprüfen. Er plante sein Experiment.

Der menschliche Körper erschien ihm zu kompliziert, zu verwickelt, als dass er ihn selbst nachbauen könnte. Außerdem würde ein Nachbau vollkommen irrelevante, aber unwägare technische Probleme aufwerfen.

Zwar sah ich mich nun in den Stand gesetzt, das Unbelebte zu beseelen, doch war die Schwierigkeit und Mühe, den Körper zu verfertigen, welcher mit all seinen verwickelten Nervenbahnen, Muskeln und Adern dies Leben empfangen sollte, eine schier unüberwindliche. Da nun die Winzigkeit der einzelnen Bestandteile sich meiner Eile als beträchtliches Hindernis in den Weg zu legen drohten, beschloss ich, ganz entgegen meiner ursprünglichen Absicht diesem Wesen eine

10 Shelley 1980, S. 50 f. (Auslassungen sind hier, wie in den folgenden Zitaten von Shelley, nicht gekennzeichnet.)

riesenhafte Statur zu geben, will sagen eine Höhe von etwa acht Fuß, sowie eine dementsprechende Breite.¹¹

In all seinen Forschungen ging es Frankenstein gar nicht um die Frage eines künstlichen, geschweige denn eines Maschinenmenschen, eines Roboters. Er wollte keinen Menschen erschaffen wie die römische Göttin Venus aus Pygmalions elfenbeinerne Statue Galatea, noch wollte er etwas Menschenähnliches wie Rabbi Löw den Golem aus einem Klumpen Erde erwecken, geschweige denn einen Maschinenmenschen wie die metallnen Gehilfinnen des Götterschmieds Hephaistos bauen. Victor Frankenstein wollte lediglich den früheren, lebendigen Zustand eines gestorbenen Menschen wiederherstellen. Dass dabei eine „Kreatur“ herauskommt, wie Mary Shelley in ihrem Roman das Wesen nennt, oder ein Monster, wie es in der berühmten Verfilmung von 1931 mit Boris Karloff heißt, war allein methodischen und materiellen Möglichkeiten der Zeit geschuldet.

Einzig und allein in diesem einen Punkt ähnelt Victor Frankenstein heutigen Roboterbauern. Auch sie sagen, dass mit besserer Soft- und Hardwareausstattung als heute auf dem Markt erhältlich ihre Maschinenmenschen perfekter funktionieren würden. Aber einen künstlichen, geschweige denn einen maschinellen Menschen hatte Victor Frankenstein weder zu schaffen im Sinn, noch hat er ihn tatsächlich realisiert. Die gesamte Tragödie des Romans von Mary Shelley baut auf der einfachen Tatsache auf, dass Frankensteins Kreatur ein gewöhnlicher Mensch mit ganz ungewöhnlicher Biografie ist. 130 Jahre vor der ersten Organtransplantation und 140 Jahre bevor die erste Intensivstation in einem Krankenhaus eingerichtet wurde hatte man diesen einen Menschen wiederbelebt.

Mit einer angstvollen Erwartung baute ich das Instrumentarium des Lebens rings um mich auf, um dem reglosen Körper den lebenspendenden Funken einzuhauchen. Der Regen klopfte in trostlosem Gleichmaß gegen die Scheiben, als ich im Geflacker der schon erlöschenden Flamme das ausdruckslose gelbliche Auge der Kreatur sich auftun sah. Ein schwerer Atemzug hob ihre Brust und ein krampfhaftes Zucken durchlief ihre Glieder.¹²

11 Shelley 1980, S. 52 (8 Fuß entsprechen etwa 2,44 Metern)

12 Shelley 1980, S. 56

DER MENSCH ALS MASCHINE – EINE IDEE DER NATURWISSENSCHAFTEN?

Ein künstlicher Mensch hat viele kulturell tradierte Vorbilder. Trotzdem ist der Maschinenmensch eine kulturgeschichtlich recht neue Erscheinung, abgesehen von dem einmaligen Aufblitzen in einer Quasi-Fußnote in Homers *Ilias*. Aber man kann auch bei der Diskussion über ihn weiterhin auf dem kulturwissenschaftlichen Ansatz bestehen. Man kann sagen, der Maschinenmensch bilde lediglich eine Untergruppe des künstlichen Menschen. Und man könnte fortfahren, der Roboter sei eine Maschine, die mit Mitteln der Naturwissenschaft und der Technik den Menschen imitiert, modelliert, nachbaut.

Wie schon zu Homers Zeiten deutlich wurde, kann man erst bei einem gewissen Stand der Naturwissenschaften überhaupt auf die Idee eines maschinellen Modells des Menschen kommen. Ist zum Zweiten auch die Technik in Maschinenbau und Ingenieurkunst auf einem gewissen Entwicklungsstand, wird ein konkretes Menschenmodell „Roboter“ über die reine literarische Ideenskizze hinaus möglich. Erst dann kann man sich vom gegenwärtigen Stand des Wissens aus mit gewisser Hoffnung an die Realisierung des Vorhabens machen, dieses Ziel wenigstens in Grundzügen zu erreichen.

In Europa waren diese Voraussetzungen erst im 17. und 18. Jahrhundert geschaffen. Wissenschaftler wie Galileo Galilei, Christian Huygens, Isaac Newton, Jean Baptiste le Rond d'Alembert und Joseph-Louis Lagrange hatten mit einem mathematischen Gerüst und dessen physikalischer Interpretation eine Mechanik entwickelt, die man heute die klassische nennt. Auf technischer Seite galt für rund 150 Jahre das Uhrwerk als ähnlich avancierte Technik wie heute Mikroprozessoren und neuronale Netze.

In der philosophischen Interpretation der Gleichungen in seiner 1687 erschienenen *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* hatte Newton das Universum mit einem Uhrwerk verglichen. Knapp 50 Jahre später, 1734, machte sich der Uhrmacher John Harrison in einem ersten Versuch daran, per exakter Zeitmessungen die Längengrade auf dem Globus zu bestimmen. Schließlich tauchte zu dieser Zeit auch der Vergleich des Schöpfergottes mit einem Uhrmacher auf. Im November 1715 spottete Gottfried Wilhelm Leibniz in einem Brief an die Gemahlin des Prinzen von Wales, Newton halte Gott nicht nur für einen Uhrmacher, sondern noch dazu für einen schlechten Uhrmacher, der sein eigenes Werk immer wieder reparieren müsse.

Zu dieser Zeit gab es keine literarischen Vorbilder für einen Maschinenmenschen. Der französische Uhrmacher und Ingenieur Jacques de Vaucanson machte sich ganz konkret an die Arbeit. Wenn Gott ein unvollkommener Uhrmacher ist,