

Hauptseminar „Philosophie und Informatik“
Humboldt-Studienzentrum
Universität Ulm

Informationsverarbeitung bei Mensch und Computer
Der kybernetische Informationsbegriff und seine Auswirkungen auf das
Selbstverständnis des Menschen



Thilo Deussen

14. Februar 2008

Wintersemester 2006/2007
B.A.-Studiengang Philosophie
Seminarleitung: Prof. Dr. Wernecke

Kontakt <mailto:mail@thilodeussen.de>
URL <http://thilodeussen.de/informationsverarbeitung/>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Hintergrund	3
1.2	Aufbau der Arbeit	4
1.3	Zugänge zum Informationsbegriff	4
1.4	Bedeutungsentwicklung	5
2	Der Informationsbegriff in den Wissenschaften	5
2.1	Formal-operationale Wissenschaften	5
2.1.1	Informationswissenschaft	5
2.1.2	Informationswirtschaft	6
2.1.3	Informationstheorie/Nachrichtentechnik	7
2.1.4	Kybernetik	8
2.2	Anthropologische Wissenschaften	9
3	Ein Modell der Informationsverarbeitung	10
3.1	Elemente des Modells	12
3.1.1	Symbole	12
3.1.2	Informationsprozesse	12
3.2	Abstraktion	13
4	Mensch und Maschine	14
4.1	Kybernetisches Menschenbild	15
4.2	Weiterentwicklung der Maschinen	17
4.3	Der Mensch als Maschine	19
4.3.1	Die klassische Maschine	20
4.3.2	Die behavioristische Maschine	21
4.3.3	Die neuronale Maschine	21
4.3.4	Die symbolverarbeitende Maschine	24
4.3.5	Die kybernetische Maschine	24
5	Schluss	26
5.1	Zusammenfassung	26
5.2	Aktuelle Diskussion	27
	Literatur	28

1 Einleitung

Wie wird Information beim Menschen und beim Computer verarbeitet? Was für ein Verständnis vom Wesen des Menschen wird durch diese Frage und ihre Beantwortung durch die Kybernetik beziehungsweise Informatik impliziert?

Der Begriff der Information wird seit über sechs Jahrzehnten im Kontext der Informationstheorie diskutiert und hat eine lange, auf lateinische und griechische Ursprünge zurückgehende Geschichte. Immer wieder werden dabei verschiedene wissenschaftliche, populäre und intuitive Definitionen von Information vermengt.

Die Sicht auf den Menschen als Maschine (und umgekehrt) soll in dieser Arbeit beleuchtet und das sich daraus ergebende Menschenbild kritisch betrachtet werden.

1.1 Hintergrund

Der Informationsbegriff ist konstituierend für die Informatik. Er wird jedoch in der Didaktik der Informatik nicht hinterfragt, sondern lediglich als feststehender Begriff in einer formalen Definition gelehrt. Hier kommt die Philosophie der Information ins Spiel.¹

Was ist die Aufgabe der Philosophie? Dem Kybernetiker Herbert Stachowiak zufolge, soll sie die Spezialwissenschaften unterstützen und fördern. Sie koordiniert deren Verfahrensweisen und stellt Denkansätze bereit, die interdisziplinär zu verwenden sind.² Doch muss die Philosophie die anderen Wissenschaften nicht nur fördern, sondern auch fordern. Ein kritisches Hinterfragen ihrer eigenen und angeeigneten Begriffe muss sich auch die – heute besonders wichtige – Wissenschaft der Informatik gefallen lassen. In Deutschland stellt hierfür beispielsweise die Arbeitsgruppe Philosophie und Informatik innerhalb der Gesellschaft für Informatik eine Denkplattform bereit.³

In einer früheren Arbeit wurde bereits die Veränderung der menschlichen Selbstwahrnehmung durch einen veränderten Sprachgebrauch in den Neurowissenschaften beleuchtet.⁴ Beschreibungen, die nur dem Menschen als Ganzes zukommen können, werden fälschlich auf das Gehirn angewendet: das Gehirn denkt, es fühlt und sieht fern. Die vorliegende Arbeit lenkt den Scheinwerfer von der Neurowissenschaft auf ein weiteres prominentes und meinungsbildendes System, der Informationswissenschaft und Informatik, das sich aus der Kybernetik entwickelt hat.

Zentraler Ausgangspunkt ist der im Abschnitt 3 vorgestellte Aufsatz „Informationsverarbeitung in Computer und Mensch“ der Autoren Herbert Simon und Allen Newell von 1964. Dort wird ein Teil des menschlichen Denkens als formal abbildbar beschrieben, um ihn einer technischen Umsetzung zugänglich zu machen. Im Titel des Aufsatzes von Simon u. Newell wird erst die Maschine, dann der Mensch erwähnt. Die populärwissenschaftliche Zeitschrift „Gehirn und Geist“⁵ lässt genauso das eigentlich Menschliche, den

¹Floridi [2002]

²Stachowiak [1969, S. VI]

³Die Website der Arbeitsgruppe findet sich unter <http://www.philosophyandinformatics.org>

⁴Deussen [2005]

⁵*Gehirn und Geist*, Verlag Spektrum der Wissenschaft, ISSN 1618-8519

Geist, hintanstehen.

Die Darstellung der Kybernetik beruht auf der Auswertung grundlegender Veröffentlichungen in diesem neu entstandenen Forschungszweig, insbesondere von dessen Namensgeber Norbert Wiener, sowie von Karl Steinbuch und Herbert Stachowiak.

1.2 Aufbau der Arbeit

Zuerst wird der Hintergrund der Arbeit und die Wahl des Primärtextes „Informationsverarbeitung in Computer und Mensch“ von Simon und Newell erläutert. Im ersten Teil wird außerdem ein erster Zugang zum Begriff der Information geschaffen und die Bedeutungsentwicklung dargelegt.

Im zweiten Teil soll Information mit Hilfe der Arbeit „Information“ von Rafael Capurro systematisch kategorisiert werden.

Der dritte Teil führt durch den Aufsatz „Informationsverarbeitung in Computer und Mensch“ und beschreibt die Modellierung sogenannter informationsverarbeitender Prozesse.

Im vierten Teil wird das kybernetische Menschenbild vorgestellt, woran sich eine Darstellung weiterer wichtiger Maschinenmodelle anschließt, die auf den Menschen angewendet werden.

Zum Schluss wird auf mögliche weitergehende Untersuchungen hingewiesen und ein Ausblick gegeben.

1.3 Zugänge zum Informationsbegriff

Es ist eine philosophische Kompetenz, Begriffe in ihrer Verwendung zu hinterfragen. Da es viele Möglichkeiten gibt, Information zu definieren,⁶ wird im Abschnitt 2 noch ausführlich auf die Verwendung des Informationsbegriffs in den Fachwissenschaften eingegangen.

In der Literatur wird im Allgemeinen definiert, dass etwas genau dann eine Instanz von Information ist, wenn es aus Daten besteht, diese Daten regelhaft sind und diese regelhaften Daten bedeutungsvoll sind. Daten können als die symbolische Repräsentation von Sachverhalten verstanden werden. Mit der Forderung nach Regelhaftigkeit ist die Bündelung mehrerer Daten in eine Aussagenstruktur gemeint. Bedeutung entsteht, indem die Daten von jemandem, der diese Fähigkeit besitzt, interpretiert werden. Kurz gesagt sind Informationen Daten mit Bedeutung. Um einem Datum Bedeutung zu geben, bedarf es jedoch eines Subjekts, das dieses Datum interpretiert.

Die begriffliche Einordnung von Information ist durchaus noch nicht abgeschlossen. Beispielsweise wird in Ulm weiter über die miteinander verwobenen, dennoch unterschiedlichen Begriffe „Überraschung“, „Neuigkeit“ und „Information“ geforscht.⁷ Wenn der Über-

⁶Floridi [2007] stellt die verbreitetsten Konzeptionen von Information vor.

⁷Der Neuroinformatiker Prof. Dr. Günther Palm der Universität Ulm stellte in einem Vortrag im Rahmen der Vortragsreihe „Zufall“ des Studium Generale am 24.1.2007 seine Forschung zu diesen Themen vor.

raschungswert einer Nachricht Null ist, soll auch ihr Informationsgehalt Null sein.⁸

1.4 Bedeutungsentwicklung

In „Information“ steckt das lateinische Wort „forma“, das wiederum seinen etymologischen Ursprung im griechischen „ειδος“, „ιδεα“, „τυπος“ und „μορφη“ hat: Form, Meinung, Eindruck, Gestalt.⁹

Das lateinische Substantiv „informatio“ bedeutet entweder „Vorstellung“, „Begriff“ oder „Erläuterung“ sowie im mittel- und neulateinischen auch „Unterweisung“, „Belehrung“.¹⁰ Das lateinische Verb „informare“ hat die entsprechenden Bedeutungen „formen“, „gestalten“, „bilden“ beziehungsweise im übertragenen Sinne auch „unterweisen“ und „hinweisen“.

Der Aspekt der pädagogischen Bildung geht im 18. Jahrhundert verloren, ebenso die Bedeutung „Formung des Stoffes“.¹¹ Die Bedeutung von „Mitteilung“ und „Nachricht“ ist in der heutigen Alltagssprache auf den Menschen bezogen erhalten geblieben. Auf diesen erkenntnistheoretischen Anteil engt sich dann der formalisierte Begriff der Information in der Informationstheorie ein, die ihn auf jedes „informationsverarbeitende System“ anwendbar macht.

2 Der Informationsbegriff in den Wissenschaften

Der Informationsbegriff wird nun nach den Fachwissenschaften – mit einem Schwerpunkt auf formal-operationale Wissenschaften – aufgeschlüsselt.¹²

2.1 Formal-operationale Wissenschaften

2.1.1 Informationswissenschaft

Die Informationswissenschaft beschäftigt sich mit der Suche („information retrieval“), dem Wiederfinden, dem Navigieren und der Wirkung von Information, insbesondere in Online-Datenbanken. Die Informationswissenschaft sieht Information als ein Metaprädikat an, das sich auf „unser praktisches Verhältnis“ zu den Dingen bezieht.¹³ Information wird aus logischer Sicht als ein Prädikat zweiter Stufe, als eine Aussage über Aussagen verstanden. Das Prädikat kommt also nicht den Dingen selbst zu, wie Materie oder Energiegehalt, sondern den Aussagen über die Dinge.¹⁴ „Informationsprozesse – gleich ob bei Menschen oder Maschinen – [werden] durch ein System von Kategorien oder Begriffe vermittelt, die ein Weltmodell darstellen.“¹⁵ Dies entspricht der Auffassung der Kybernetik,

⁸Stachowiak [1969, S. 172]

⁹Capurro [1978, S. 3 und S. 291], Gemoll [1965]

¹⁰Stowasser [1979]

¹¹Capurro [1999]

¹²Unter Rückgriff auf Rafael Capurros Veröffentlichungen [Capurro 1978] und [Capurro 1999]

¹³Capurro [1999, Kap. II]

¹⁴Capurro [1978, S. 2]

¹⁵Capurro [1999, Kap. II]

dass die Informationsaufnahme eine Systemveränderung sei. Information bezieht sich in der Informationswissenschaft auf menschliche Kommunikation. Dies trennt die Informationswissenschaft von der physikalistischen Tradition, Informationen in Dokumenten zu verorten.

Beim „Informationsprozess“ muss man zwischen dem Interpretationsprozess und der Zeichenverarbeitung unterscheiden. Nur letzteres kann von einer Maschine geleistet werden, der Ausdruck „mechanische Informationsverarbeitung“ ist daher missverständlich. Der Übertragung von Information geht immer ein gemeinsames Vorverständnis voraus: „Auch Shannon ging von der Voraussetzung eines dem Sender und Empfänger gemeinsamen Zeichenvorrats aus.“¹⁶

2.1.2 Informationswirtschaft

Die Informationswirtschaft beschäftigt sich mit dem Nutzen der Information und ihrem Management. Die Informationswirtschaft lehnt sich an die Auffassung der Informationswissenschaft an, dass Information als ein Metaprädikat anzusehen sei:

- Daten werden 0-dimensional als Fakten aufgefasst.
- Informationen sind 1-dimensionale Aussagen über Daten.
- Wissen wird als 2-dimensionales „In-Beziehung-Setzen von Informationen“ verstanden.

Wissen ist die Verbindung von kontextspezifischen Informationen, die voraussagende oder erklärende Kraft haben. Die in der Informationswirtschaft verwendeten Definitionen sind teilweise zirkulär, da Information auch als „kommunizierbares Wissen“ aufgefasst wird.¹⁷

Der Informationsbegriff wird mit Hilfe zweier Kategorien aufgeschlüsselt: Ist Information (1) greifbar oder (2) ungreifbar? Ist Information (a) feststehend oder (b) fließend? Diese Aufschlüsselung ermöglicht vier verschiedene Sichtweisen auf Information:¹⁸

Information als Ding (1+a): Information steckt statisch in Dokumenten.

Information als Wissen (2+a): Bei dieser statischen Sicht steckt Information ‚in den Köpfen‘.

Informationsverarbeitung (1+b): Man blickt dynamisch auf elektronisch verfügbare Information.

Information als Prozess (2+b): Bei dieser dynamisch Sicht entwickelt sich Information in Operationen wie dem menschlichen Denken und dem Kommunizieren.

Abhängig von unterschiedlichen Informations- und Bedeutungskonzepten ergeben sich verschiedene Wissenskonzepte.¹⁹

¹⁶Capurro [1999, Kap. II]

¹⁷Capurro [1978, S. 293]

¹⁸Capurro [1999]

¹⁹Capurro [1999, Kap. I]

2.1.3 Informationstheorie/Nachrichtentechnik

Der englische Begriff „information“ lässt sich sowohl mit „Information“ als auch mit „Nachricht“ übersetzen. Informationstheorie und Nachrichtentechnik sind zwei Namen für das gleiche Forschungsprogramm, ein mathematisch-statistisches Informationsverständnis zu entwickeln. Die qualitativen und semantischen Anteile des Informationsbegriffes werden in der Informationstheorie vollständig ausgeblendet.²⁰ Nachweislich mindestens sechs Forscher entwickelten die Idee, Information zu quantifizieren:²¹

- Ronald Aylmer Fisher beschäftigte sich bereits 1925 im Rahmen der klassischen Statistik mit ihr.²²
- Ralph Vinton Lyon Hartley fand 1928 einen Weg, Information zu quantifizieren.²³
- Claude Elwood Shannon baute 1948 bei seiner Arbeit an Verschlüsselungstechniken auf Hartley auf und ging als Begründer der Informationstheorie in die Wissenschaftsgeschichte ein.²⁴
- Gemeinsam mit Warren Weaver erweiterte er seine Theorie ein Jahr später.²⁵
- Andrei Nikolajewitsch Kolmogorow benötigte ein Verständnis vom Gehalt einer Information bei der Entwicklung der algorithmischen Komplexitätstheorie.²⁶
- Norbert Wiener kam die Idee der Informationsmessung beim Nachdenken über die Trennung von Rauschen und Inhalt bei der Übertragung einer Nachricht.²⁷

Die Modelle dieser Forscher sehen Kommunikation als Übertragung von Information an, das heißt Information wird als etwas Dingliches aufgefasst, das von einem Ort zu einem anderen gebracht werden kann. Der Sender kommuniziert mit dem Empfänger, indem er die zu übertragende Information erst in ein übertragbares Signal kodiert, danach dieses Signal über einen Kanal zum Empfänger bringt und schließlich diesem die Dekodierung der Information aus dem übertragenen Signal überlässt. Das Schema von Sender, Kanal und Empfänger kann auf drei Ebenen analysiert werden: syntaktisch, semantisch und pragmatisch. Die Informationstheorie beschränkt sich auf die syntaktisch-technische Ebene, auf welcher Information als Messgröße auftritt.

Eine binäre Frage ist eine Frage, die mit Ja oder Nein, das heißt mit einer von zwei sich gegenseitig ausschließenden Aussagen, beantwortet werden kann. Den quantitativen Informationsbegriff kann man als die Anzahl der Antworten definieren, die notwendig sind, um ein Ereignis vollständig zu beschreiben. Sei p die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Ereignisses, dann ist $-\log_2 p$ der Informationsgehalt dieses Ereignisses, wobei \log_2 für den Logarithmus dualis steht, das heißt für den Logarithmus zur Basis 2. Als „Bit“ wird

²⁰Capurro [1978, S. 1]

²¹In den Fußnoten wird jeweils die grundlegende Veröffentlichung zitiert.

²²R. A. Fisher. *Theory of statistical estimation*. In Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 22, 1925

²³R.V.L. Hartley. *Transmission of Information*. In Bell System Technical Journal, 1928

²⁴C. E. Shannon. *A Mathematical Theory of Communication*. In Bell System Technical Journal 27, 1948

²⁵C. E. Shannon, W. Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ of Illinois Press, 1949

²⁶A. N. Kolmogorov. *Foundations of the Theory of Probability*. 2nd English Edition, 1956 (Übersetzung)

²⁷Wiener [1968, S. 31]

die Zählheit für Binärentscheidungen bezeichnet (vom englischen „binary digit“).²⁸ Aufgerundet auf die nächste ganze Zahl, erhält man die Anzahl der benötigten Bits, um jemanden vom Auftreten dieses Ereignisses zu unterrichten.²⁹

Dies kann man sich am Beispiel eines Münzwurfes verdeutlichen. Angenommen, ich habe eine Münze dreimal hintereinander geworfen, und es ist jedes Mal Kopf gefallen. Dieses Ereignis tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von $(\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$ auf, da es eine faire Münze ist, bei der Kopf und Zahl jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/2$ auftreten. Die Anzahl der binären Fragen, die mir ein Gegenüber nun stellen muss, ist genau $-\log_2 \frac{1}{8} = 3$. Wäre bekannt, dass es eine manipulierte Münze ist, die immer auf Kopf fällt, dann müsste man mir gar keine Fragen stellen, um dies zu erfahren. Der Informationsgehalt wäre gleich Null ($-\log_2 1 = 0$).

Würde die Münze immer mit einer Wahrscheinlichkeit von $3/4$ auf Kopf fallen, dann wäre der Informationsgehalt $3 \cdot (-\log_2 \frac{3}{4}) \approx 1,245$, das heißt im Mittel müsste mein Gegenüber mir zwei Fragen stellen, um herauszufinden, dass dreimal Kopf gefallen ist. Man kann den Informationsgehalt auch als Grad der Überraschung des Empfängers über die Nachricht verstehen. Niemand ist auch nur ein bisschen überrascht, wenn er von der manipulierten Münze weiß und dreimal Kopf fällt. Wer eine faire Münze erwartet, ist jedoch überraschter als jemand, der mit einer Münze rechnet, die mit einer Wahrscheinlichkeit von $3/4$ auf Kopf fällt. Doch dieser subjektive Begriff der Überraschung dient nur der Veranschaulichung der „objektiven Ungewißheit eines physikalischen Systems“.³⁰

2.1.4 Kybernetik

Man muss zwischen der Kybernetik erster und zweiter Ordnung unterscheiden. Das in dieser Arbeit vorgestellte Informationsverständnis bezieht sich auf die Kybernetik erster Ordnung, wie sie von Wiener begründet wurde. Die Kybernetik erster Ordnung hat die Regelung und Selbstregulierung von Maschinen zum Inhalt, die Signale beziehungsweise Daten verarbeiten können. „Signale sind physikalische Tatbestände, welche der Übertragung oder Speicherung von Informationen dienen können“.³¹ Im Gegensatz zu Signalen seien „Informationen [...] weder materiell noch energetisch verständlich“.³² Man müsse demzufolge Information auf dieselbe axiomatische Ebene stellen wie Materie und Energie, denn „Information ist Information, weder Materie noch Energie“.³³

Die Kybernetik zweiter Ordnung wurde von den Biologen Humberto Maturana und Francisco Varela entwickelt, welche die Theorie der Kybernetik erster Ordnung auf die Selbstorganisation von Lebewesen ausweiten. Menschen werden in der Kybernetik zweiter Ordnung als autopoietische, das heißt selbstreferentielle Systeme verstanden. In der Systemtheorie Niklas Luhmanns fallen unter den Begriff der Autopoiesis nicht nur biologische, sondern auch soziale Systeme.

²⁸Steinbuch [1971, S. 34]

²⁹Wiener [1968, S. 86]

³⁰Capurro [1999, Kap. III]

³¹Steinbuch [1971, S. 20]

³²Steinbuch [1971, S. 20]

³³Wiener [1968]

Luhmanns Systemtheorie nutzt den Begriff der Differenz, um das Informieren als ersten von drei Akten der Kommunikation zu bestimmen: das Auswählen aus einer Fülle von Möglichkeiten.³⁴ Information ist immer Information *für jemanden*.³⁵ Die Definition, dass Information ein interpretiertes Signal ist, ist subjektabhängig. Man kann darüber streiten, welche Voraussetzungen ein Subjekt erfüllen muss, damit man ihm die Fähigkeit zu interpretieren zuspricht. Bei einem bewusstseinsklaren und gesunden Menschen scheinen keine Zweifel zu bestehen.

Luhmann definiert eine dreistellige Kommunikation, an der Sender und Empfänger beteiligt sind. Kommunikation wird als Einheit von Information, Mitteilung und Verstehen angesehen. Er bietet somit eine Alternative zum technischen Kommunikationsmodell „Sender-überträgt-Information-an-Empfänger“:³⁶ „Die gesamte Metaphorik des Besitzens, Habens, Gebens und Erhaltens, die gesamte Dingmetaphorik ist ungeeignet für ein Verständnis von Kommunikation.“³⁷

„Zu informieren“, „mitzuteilen“ oder „zu verstehen“ für sich betrachtet, heißt noch nicht zu kommunizieren. Eine Kommunikation beginnt mit der kontingenten Auswahl von Informationen durch den Sender, das heißt dessen Selektion, welche Information und wie sie mitgeteilt wird. Die Kommunikation endet mit der Entscheidung und der Fähigkeit des Empfängers, die Mitteilung anzunehmen und zu verstehen.

Information entsteht dabei erst durch die Selektion beim Sender, denn „die Welt enthält keine Information, die Welt ist, wie sie ist“.³⁸ Luhmann folgt Gregory Batesons Definition von Information als einer Differenz, die eine Differenz erzeugt. Bateson betonte, dass Information nicht einen Unterschied in der Außenwelt, sondern im System selbst macht: „A difference which makes a difference is an idea. It is a 'bit,' a unit of information“.³⁹ Bedeutung entsteht erst beim Empfänger, er bestimmt, was eine Aussage für ihn bedeuten soll.⁴⁰

2.2 Anthropologische Wissenschaften

Der Informationsbegriff wurde durch die Nachrichtentechnik und Kybernetik neu geprägt, was sich „begrifflich, methodisch und technisch“ auf die Geisteswissenschaften auswirkte.⁴¹

Stachowiak sieht es als erstrebenswert an, dass beispielsweise in der Psychologie immer öfter quantitative Verfahren zum Einsatz kommen. Der Psychologe George Miller beschrieb den Menschen als etwas, das eine maximale Kanalkapazität habe, um Informationen zu verarbeiten.⁴²

³⁴Luhmann [1997, S. 62]

³⁵Bateson [2000, übersetzt von S. 4]

³⁶Berghaus [2003, S. 76]

³⁷Luhmann [1994, S. 193]

³⁸von Foerster u. Pörksen [1999, S. 98]

³⁹Bateson [2000, S. 271f]

⁴⁰von Foerster u. Pörksen [1999, S. 100]

⁴¹Capurro [1999, Kap. III]

⁴²Miller [1956]

Nach Stachowiak soll alles in den Sozialwissenschaften gemessen werden können, die „zunehmende Bedeutung der exakt-quantitativen Methoden“ führt jedoch gleichzeitig zu einem Bedeutungsverlust für alles, das nicht in Zahlen ausgedrückt werden kann; der Mensch wird zu einer Sammlung quantifizierbarer Parameter.⁴³

In den Sprachwissenschaften beschäftigt man sich mit Information auch auf der formalen Ebene der Syntax, wobei jedoch die Ebenen der Semantik und der Pragmatik im Vordergrund stehen. Dabei besteht „zwischen dem semantischen Informationsbegriff einer Nachricht und dem Maß an Informationsinhalt der Nachrichtentechnik [...] keine logische Verbindung“.⁴⁴

Die Kulturwissenschaften stellen kritisch dar, wie sich die Anwendung von Begriffen, die ursprünglich ausschließlich auf den Menschen bezogen wurden, auf Maschinen erweitert hat: „So rechnet eigentlich die Rechenmaschine nicht, sondern sie rechnet nur *aus der Sicht des Benutzers*“.⁴⁵ Der Informationsbegriff hat sich naturalisiert, er impliziert nicht mehr unbedingt ein Verständnis.

3 Ein Modell der Informationsverarbeitung

Am Beispiel des Schachspiels soll eine einflussreiche Theorie der Informationsverarbeitung von Simon und Newell veranschaulicht werden, die auf den Menschen bezogen wird.⁴⁶ Schach ist eine eng begrenzte und spezialisierte Domäne, in der man die menschliche Fähigkeit, Probleme zu lösen, beschreiben kann. Der Erklärungsanspruch einer solchen Theorie kann sich nur auf die rationalen und logisch begründbaren Anteile des Menschen beziehen. Simon u. Newell machen keine Aussage darüber, ob die im Folgenden vorgestellten Prozesse beim Menschen bewusst oder unbewusst ablaufen.

Für die Darstellung im Computer scheint es geeignet, eine Informationen verarbeitende Programmiersprache zu benutzen. Simon u. Newell verwenden die „Information Processing Language (IPL)“. IPL ist genau wie LISP eine Listen verarbeitende Sprache, das heißt, dass Listen elementare Datenstrukturen sind. LISP, kurz für „List Processor“, wurde von John McCarthy entworfen und ist die „lingua franca of AI [Artificial Intelligence]“.⁴⁷ Alle fortgeschrittenen Funktionen sind aus wenigen, im Falle von LISP genau sieben, elementaren Operationen auf Listen aufgebaut.⁴⁸

Man kann diese Theorie des Schachspiels in fünf Teile unterteilen:

1. Es gibt eine kodierte Repräsentation der Positionen; im Gehirn entsteht ein ‚visuelles Bild‘.
2. Weiterhin wird repräsentiert, welche Züge möglich sind und wie man diese rückgängig machen kann. Die Methode, eine einmal getroffene Entscheidung zurückzu-

⁴³Stachowiak [1969, S. 96]

⁴⁴Capurro [1999, Kap. III]

⁴⁵Capurro [1999, Kap. III]

⁴⁶Simon u. Newell [1994, S. 116ff]

⁴⁷Dennett [1988]

⁴⁸Graham [2002]

nehmen, wenn sie der Lösung des Problems hinderlich ist, nennt man Backtracking. Man kann einen gültigen Zug als Abbildung beschreiben, deren Parameter die aktuelle Stellung sowie der gewünschte Zug sind und die auf die Stellung abbildet, welche daraus entsteht.

3. Man kann Informationen über die Stellung bekommen, indem man Beziehungen zwischen den verschiedenen Figuren erkennt. Der Ablauf dieses Wahrnehmungsprozesses ist
 - Symbolisieren (eine interne Repräsentation der wahrgenommenen Situation aufbauen),
 - Speichern (diese Repräsentation permanent verfügbar machen) und
 - einfaches Schlussfolgern (intern Beziehungen zwischen Figuren repräsentieren).
4. Man kann weitergehende Informationen aus der Stellung verwerten. Derartige Prozesse nutzen den Wahrnehmungsprozess, um spezielle Züge zu erzeugen, wobei hier das Schlussfolgern sehr aufwändig ist. Beispiele hierfür sind, strategisch vorteilhafte Positionen zu finden, wie Gabeln, eine Figurenbindung oder ein Abzugsschach.⁴⁹ Man kann den Ablauf für die letzten beiden Positionen wie folgt formulieren: Finde alle Geraden und Diagonalen die zum gegnerischen König führen. Prüfe, ob eine passende Figur sicher (das heißt, ohne angegriffen zu werden) auf die Gerade (dies betrifft den Turm oder die Dame) beziehungsweise auf die Diagonale (dies betrifft den Läufer oder die Dame) gezogen werden kann, damit zwischen ihr und dem König des Gegners genau eine Figur steht. Gehört diese Figur zu den eigenen, ist es ein Abzugsschach, ist es eine gegnerische Figur, handelt es sich um eine Figurenbindung.
5. Der letzte Teil ist die Schachmatt-Suche. Als Schachmatt wird ein Zug genau dann bewertet, wenn er dem Gegner Schach gibt und auf ihn kein zulässiger Gegenzug folgen kann. Die abwechselnde Bewertung von Stellungen eines Zwei-Personen-Spiels folgt der sogenannten Minimax-Strategie. Einen Zug des Gegners nennt man „sicherer Gewinn“, wenn zumindest einer der darauf möglichen Züge ein „sicherer Gewinn“-Zug ist. Ein eigener Zug wird mit „sicherer Gewinn“ bezeichnet, wenn alle darauf folgenden gegnerischen Züge „sicherer Gewinn“-Züge sind.

Bei deterministischen Zwei-Personen-Spielen ist das Minimax-Prinzip anwendbar, immer den für den Gegner schlechtesten Zug beziehungsweise für einen selbst besten Zug auszuwählen, unter der Voraussetzung, dass beim nächsten Zug der Gegner ebenso optimal handelt. Daraus lässt sich rekursiv ein sich immer weiter verzweigender Baum der möglichen Spielzüge aufbauen. In komplexeren Situationen als einem Brettspiel muss sowohl unter Unsicherheit als auch unter Ausnutzung der Schwächen des Gegners entschieden werden. Deswegen führt die Minimax-Strategie nicht immer zum gewünschten Ergebnis.⁵⁰ Im Verzweigungsbaum werden Züge höher priorisiert, die dem Gegner weniger Gegenzüge ermöglichen. Man reduziert die Komplexität, indem man einen schmalen Verzweigungs-

⁴⁹Simon u. Newell [1994, S. 120]

⁵⁰Russel u. Norvig [2003, S. 162ff], Wiener [1968, S. 206]

baum erzeugt. Diese Heuristik (im Sinne eines Problemlöseverfahrens) stimmt weitgehend mit dem Verhalten menschlicher Schachspieler überein. Der Mensch nutzt diese Problemlösungsstrategie, er findet ein Schachmatt in einer tieferen Ebene im Baum, zum Beispiel eine Schachmattkombination in sieben Zügen, obwohl es ein Schachmatt im dritten Zug gäbe. Dieses schnellere Matt hätte jedoch erfordert, dem Gegner zeitweise mehrere Zugmöglichkeiten zuzugestehen.

Gemessen an der beschränkten Erklärungsleistung der vorgestellten Theorie des Schachspiels wären viele solche „wortreichen“ Teiltheorien nötig, um die spezifischen Fähigkeiten des Multitalentes Mensch abzubilden. Auch wenn die Theoriebeschreibungen so knapp wie möglich gehalten werden sollten, müssen sie so ausführlich wie nötig sein, um der innerlichen Komplexität der beschriebenen Phänomene gerecht zu werden.⁵¹

3.1 Elemente des Modells

3.1.1 Symbole

Im Folgenden soll noch auf die Elemente einer formalen Sprache zur Symbolmanipulation eingegangen werden. Die elementare Einheit dieser Sprache ist das Symbol; die Grundmenge der Symbole beinhaltet Buchstaben und Ziffern. Aus diesen Symbolen können Strukturen in Form von Listen und Assoziationen gebildet werden. Eine Liste ist eine geordnete Menge beliebig vieler Symbole; Assoziationen ordnen einem Symbol eindeutig ein anderes Symbol zu, sie sind zweistellige Relationen. Die Gesamtheit aller vorhandenen Assoziationen, in denen ein Symbol vorkommt, kann als Beschreibung dieses Symbols verstanden werden. Da man Listen und Assoziationen Namen geben kann, sind sie auch Symbole. Auch wenn Wörter und Zahlen gerne zu den elementaren Symbolen gezählt werden, sind sie bereits Listen von Symbolen.

3.1.2 Informationsprozesse

Elementare Prozesse sind das Vergleichen und Unterscheiden von Symbolen und das Finden des Nachfolgers eines Symbols in Bezug auf Listen. Desweiteren die vier Operationen zur Informationsmanipulation, welche die grundlegenden Funktionen jeder Datenbankanwendung sind:

- Create: Einfügen,
- Retrieve: Finden,
- Update: Ändern und
- Delete: Löschen.

Um das Schachbrett zu repräsentieren, kann man jedes der 64 Felder mit einer Figur assoziieren. Um einen Zug durchzuführen, verändert ein Prozess die Repräsentation des Spielfeldes, indem er alte Assoziationen löscht und neue hinzufügt.

⁵¹Simon u. Newell [1994, S. 128]

Eine weitere Anwendung dieser Theorie ist die Erkennung serieller Muster, die mit den vorgestellten elementaren Prozessen erklärbar ist. Man schaue sich zum Beispiel die Zahlenfolge „1 1 2 1 4 1 8 1“ an. Abwechselnd wird entweder der Wert der vorherigen Zahl verdoppelt oder der gleiche Wert der vorherigen Zahl gewählt, begonnen wird mit den Zahlen 1 und 1. Die Multiplikationsoperation lässt sich als wiederholte Addition darstellen, die wiederum aus der Definition des Nachfolgers erklärbar ist.

Im Modell von Simon und Newell kann man drei Ebenen bei der Informationsverarbeitung unterscheiden.⁵²

1. Elementare Operationen,
2. eine allgemeine Problemlösekompetenz und
3. eine aufgaben-spezifische Theoriebildung.

Das Vorgehen auf der Ebene der Problemlösekompetenz gleicht einem Planungsprozess mit einer gegebenen Startsituation und einer gewünschten Zielsituation. Die Differenz dieser beiden Situationen lässt sich in feinere Teildifferenzen aufschlüsseln, wobei wiederum Prozesse nötig sind, um diese Differenzen zu reduzieren. Mit einer sogenannten Mittel-Ziel-Analyse versucht ein Planungsprogramm in einem Zustandsraum eine Folge von Zustandsübergängen vom Start zum Ziel, einen Plan zu finden.⁵³

3.2 Abstraktion

Für eine Theorie der Informationsverarbeitung sind die physikalischen Abläufe und Geräte unerheblich, denn „alle früheren und heutigen Digitalcomputer [führen] im Grunde die gleiche Art von Symbolmanipulationen aus“.⁵⁴ Es ist irrelevant, ob Zustandsänderungen auf der Symbolebene auf elektrische, mechanische oder magnetische Weise zu Stande kommen.

Eine konkrete Anordnung von Prozessen, die Symbole verarbeiten, nennt man Programm oder auch Software. Software hat spätestens seit 1957 die Bedeutung eines Programms, das in einer formalisierten Sprache geschrieben worden ist und nicht direkt von der Hardware abhängt.⁵⁵ Da nur die Struktur der Abläufe festgelegt ist und man von der Hardware abstrahiert, kann man die Informationsverarbeitung als unabhängige Wissenschaft betreiben. Dies geschieht in verschiedenen starken Ausprägungen beim „Software Engineering“, in der „Computer Science“ und in der Informatik.

Ein Programm bestimmt die Umwandlung von Input zu Output und steht damit einem Behaviorismus entgegen, da die inneren Abläufe des Programms en detail bekannt sind. „Man kann nur wissen, was man selbst macht“,⁵⁶ und da wir das Softwaresystem selbst erstellt haben, wissen wir, wie es funktioniert: Wir haben das „maker’s knowledge“, es ist daher eine „white box“. Dies steht im Gegensatz zu den Behavioristen, welche eine

⁵²Simon u. Newell [1994, S. 135]

⁵³Russel u. Norvig [2003, S. 382ff]

⁵⁴Simon u. Newell [1994, S. 112]

⁵⁵Bauer [2006]

⁵⁶Greco u. a. [2005]

„black box“ annehmen, die keine Rückschlüsse auf tatsächliche interne Vorrichtungen zulässt. Eine „black box“ beschreibt Wiener als ein „noch nicht untersuchtes, nicht lineares System“, wohingegen bei einer „white box“ die Struktur bekannt ist.⁵⁷

Die Abstraktion bei der Befehlsstruktur eines Automaten ermöglicht, komplexe Befehle zu definieren, die zu ihrer Ausführung zahlreiche Befehle der zugrunde liegenden Maschine benötigen. Während jedoch bei einem Computer sowohl die Maschinensprache, als auch die abstrakteren Programmiersprachen von Menschen erdacht, „gemacht“, wurden, ist die Unterstellung komplexer Funktionen des Gehirns immer eine Abstraktion im Rahmen eines Gehirnmodells.⁵⁸ Vom Aufbau der inneren Struktur der Maschine wird auf den inneren Aufbau des Menschen geschlossen. Der Psychologe B. F. Skinner zweifelte in einem Aufsatz über das Lernen bei Lebewesen an, ob überhaupt interne Modelle notwendig seien.⁵⁹ Der Behaviorismus schlägt komplizierte Reiz-Reaktions-Schemata vor, um Verhalten zu beschreiben. Wenn ein System einen Teil seiner Ausgaben wieder als Eingaben verwendet, um derart sein Verhalten anzupassen, spricht man in der Regelungstechnik im einfachsten Fall von einer Rückmeldung. Passt das System jedoch zudem seine Verhaltensvorschriften selbst an, kann man von Lernen sprechen.⁶⁰ Im Gegensatz zur künstlichen Software ist jedoch das menschliche Verhalten nicht von uns programmiert worden.

Man sucht Parallelen zwischen elementaren Informationsprozessen bei Menschen und beim Computer. Dabei wird keine Ähnlichkeit in der physischen Ausgestaltung von Gehirn und Computer angenommen, sondern bei der Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten. Die Wahl der Abstraktion auf Symbolebene wird damit begründet, dass andere Wissenschaften ebenso Theorien auf einer gewissen Ebene gebildet haben, ohne die darunter liegenden Mechanismen zu verstehen, wie zum Beispiel die Chemie im 19. Jahrhundert bei der Einführung der Elemente. Man muss sich demnach nicht auf behavioristische Theorien beschränken, die einen „leeren“ Kopf annehmen.

4 Mensch und Maschine

Um Parallelen zwischen Computer und Mensch zu finden, nimmt man an, dass „der denkende Mensch ebenfalls ein Informationsprozessor“ sei,⁶¹ der Output des dadurch definierten „Homo cogitans“ sei sein Verhalten. Die stetige Anwendung der Annahme, dass Forschung über das Denken bei Menschen ohne Erkenntnisse tiefer liegender neurophysiologischer Mechanismen möglich sei, propagiert das Menschenbild, „dass der Mensch im Grunde genommen eine informationsverarbeitende Maschine ist“.⁶²

Norbert Wiener stellt den von Iwan P. Pawlow beschriebenen bedingten Reflex als Mechanismus eines gefühlsmäßigen Tonus dar. Es ist wissenschaftstheoretisch wichtig, dass

⁵⁷Wiener [1968, S. 13]

⁵⁸Neumann [1980]

⁵⁹Skinner [1950]

⁶⁰Wiener [1968, S. 65]

⁶¹Simon u. Newell [1994, S. 113]

⁶²Weizenbaum [2001, S. 40]

er feststellt, dass dieser Reflex derart funktionieren „*könnte*“ und man natürlich unter dieser Annahme viele weitere Aussagen treffen kann.⁶³ Dies entspricht der von Karl Popper erläuterten Modellbildung, bei der nicht gesagt ist, dass ein Modell, das heißt ein Hypothesengeflecht, für das Erkenntnisobjekt adäquat ist.⁶⁴

4.1 Kybernetisches Menschenbild

Jeder Forscher arbeitet mit einem impliziten Menschenbild, beziehungsweise vermeidet es, sein Menschenbild explizit anzugeben. Zum Beispiel fragen Haynes, Roth u.a. nicht *nach der Natur*, sondern *nach der Funktion* des Bewusstseins. Sie suchen nach „der funktionalen Rolle der neuronalen Korrelate von Erlebnissen“.⁶⁵ Das diesem Sprachgebrauch zugrunde liegende Denkmodell unterstellt dem Menschen und seinen einzelnen Teilen eine Funktion gleich der eines Artefaktes: „Der Mensch ist, um zu...“ beziehungsweise „das Bewusstsein ist, um zu...“.

Dem „Homo oeconomicus“ der Wirtschaftswissenschaften entspricht der „Homo rationalis“ in den Erfahrungswissenschaften als ein „wissenschaftlicher Denkröbter“, der Probleme löst und unter bestimmten Voraussetzungen, so Stachowiak, durch eine Maschine ersetzt werden könne.⁶⁶ Der Mensch kann als ein offenes System angesehen werden, das mit seiner Umwelt in Verbindung steht, als ein Organismus, der Information aufnimmt, verarbeitet, speichert und überträgt. Doch stellt dies eine starke Einengung des Menschenbildes dar und muss deswegen auch die Aussagekraft des Modells einschränken. Auch bei Simon u. Newell ist die Voraussetzung für die Anwendbarkeit ihres Modells ein „rational handelnder“ Mensch. Man kann durchaus einen „Homo oeconomicus“ oder „Homo rationalis“ zur Erklärung konkreter Phänomene heranziehen, doch ist es fragwürdig, diese Homines zu Alleinvertretern zu erheben.⁶⁷

Auch die Sicht auf den Menschen als „Animal rationale“ („Zoon logon econ“), „Homo technicus“, „Homo digitalis“ oder als modernen „Homo informaticus“ blendet wesentliche Aspekte seines sozialen und psychischen Daseins aus.

Dabei sind zahlreiche philosophische Alternativen möglich: „Animal symbolicum“, „Animal sociale“, „Homo ludens“, „Homo faber“, „Homo sapiens“ oder der „Homo politicus“. Stachowiak stellt zwar fest, dass der Mensch als informationsverarbeitender Organismus nur „eine mögliche Beschreibungsweise der beobachtbaren Zusammenhänge bietet“, doch wird diese Beschränktheit jeder Theorie zu erwähnen vergessen, wenn die Argumentation nicht mehr wissenschaftlich, sondern wissenschafts-politisch geschieht. Als Beispiel sei auf die Bestrebungen einiger Vertreter der Neurowissenschaften verwiesen, die zumindest implizit versuchen, einen Sprachgebrauch über den Menschen durchzusetzen, der ausschließlich mit Verweisen auf das Gehirn und dessen Struktur auskommt. Das Dilemma des Abwägens zwischen einfacher Modellbeschreibung und unzureichender Mo-

⁶³Wiener [1968, S. 162]

⁶⁴Popper [1994]

⁶⁵Haynes u. a. [1998]

⁶⁶Stachowiak [1969, S. 109]

⁶⁷Stachowiak [1969, S. 3], Simon u. Newell [1994]

dellbildung wird einseitig zugunsten des ersteren aufgelöst.⁶⁸

Metaphorischer Gebrauch

Man spricht heute beispielsweise davon, dass Flugzeuge fliegen können, obwohl sie nicht mit den Flügeln schlagen können. Die Begriffsdefinition des Fliegens hat sich erweitert und beinhaltet mittlerweile auch die Fortbewegung von Maschinen in der Luft. Dagegen können im Englischen Schiffe nicht schwimmen. Bisher wurde „to swim“ nicht auf Schiffe übertragen, stattdessen nutzt man „to float“.⁶⁹

Die Selbstdeutung des Menschen als Menschmaschine erklärt menschliche Phänomene maschinistisch oder blendet diese einfach als nicht im Modell liegend aus. Die Konsequenz ist jedoch, dass es zu einer ‚Verschmutzung‘ des Sprachgebrauchs kommt, wenn die Metapher des „als ob“ zum „ist“ wird.

Das Bild des Menschen als eine intelligente Maschine zeigt sich im Vokabular der Kybernetiker: Wenn man bei einer Überhitzung des Computers von „Fieber“ spricht und das Gehirn als „Rechenmaschine“ bezeichnet, dann scheinen Mensch und Maschine austauschbare Objekte der wissenschaftlichen Untersuchung zu sein.⁷⁰ Verlorene Gliedmaßen werden durch „künstliche Glieder ersetzt“. Man gewinnt den Eindruck, dass hier von einer technischen Reparatur die Rede ist und erkennt keinen Unterschied zwischen Mensch und Maschine mehr.⁷¹

Analogiebildung von der Maschine zum Menschen

„Der Computer wurde von Anfang an als Riesengehirn bezeichnet“, man übertrug Begriffe zur Beschreibung des Menschen metaphorisch auf die Maschine.⁷² Wenn das menschliche Gehirn im Gegenzug als ein Parallelcomputer verstanden wird, kehrt sich die Übertragung um: Das Gehirn sei *nichts anderes* als ein Parallelcomputer.

Diese Unterscheidung der Übertragungsrichtung beim Bild von Mensch und Maschine findet sich bei der sogenannten schwachen und der starken These der „Artificial Intelligence“ (AI) wieder. Erstere versteht unter AI die Fähigkeit des Computers (als Einheit von Hard- und Software), in einer Weise zu handeln, dass er intelligent erscheint: der Maßstab ist der Mensch. Bei letzterer steht vor allem die Modellierung der humanen Intelligenz im Vordergrund: gekanntes formallogisch-rationales Denken als Bewertungsmaßstab.⁷³ Joseph Weizenbaum unterstellt der AI-Forschung, welche von der starken These ausgeht, die Absicht „ein gewisses Menschenbild als völlig selbstverständlich in der Gesellschaft zu propagieren“:

„Heute streiten nur wenige Menschen darüber, daß der Mensch im Grunde genommen eine *informationsverarbeitende Maschine* ist oder daß Teile des

⁶⁸Stachowiak [1969, S. 35], Deussen [2005]

⁶⁹Russel u. Norvig [2003, S. 948]

⁷⁰Wiener [1968, S. 166]

⁷¹Wiener [1968, S. 48f]

⁷²Weizenbaum [2001, S. 37]

⁷³Weizenbaum [2001, S. 38]

lebenden Menschen künstlich oder durch Spenderorgane ersetzt werden können. Fast die gesamte abendländische Medizin ist auf dieser *materialistischen Hypothese* aufgebaut.“⁷⁴

Mit der Übertragung der Annahme von der Maschine, dass auch der Mensch prinzipiell vollständig erklärbar sei, wird der Mensch optimierbar. Die Reduktion des Menschen auf seine im Gehirn ablaufenden Denkprozesse, dabei die Lebenserfahrung eines „embodied mind“ unterschlagend, zeugt für Weizenbaum von einer „Verachtung für das Leben“.⁷⁵ Ist der Mensch (ausschließlich) eine Menge von Informationen? Während man sich noch diese Frage stellt, löst die Redefinition des Menschen als – durchaus sehr komplexes – informationsverarbeitendes System bereits das Problem des „chinesischen Zimmers“ von John Searle als Tautologie auf.⁷⁶ Das System als Ganzes, sei es menschlich oder technisch, versteht die chinesischen Schriftzeichen, die es bekommt. Die Frage nach einem Verstehen „an sich“ wird als unseriös und metaphysisch abgestempelt. Die Konstruktion der Wirklichkeit des Menschen wird einfach beschränkt durch die Sinnesorgane: Was man nicht aufnehmen kann, das kann man nicht „verarbeiten“ oder „speichern“.⁷⁷

4.2 Weiterentwicklung der Maschinen

Der Glaube an die Religion wurde größtenteils vom Glauben an die Wissenschaft abgelöst, so Weizenbaum:⁷⁸ „Die Naturwissenschaft [ist] die moderne Religion. [...] Da gibt es höhere Priester und Kardinäle, vielleicht auch Päpste. Da gibt es große Kathedralen, wie die technischen Hochschulen der Welt.“⁷⁹ Aus Sicht der technisch Ungebildeten, das heißt der Mehrheit der Bevölkerung, vollbringen die „fast magischen Geräte“ Wunder.⁸⁰ Für sie sind diese Computergeräte, trotz ihrer prinzipiellen Erklärbarkeit, „black boxes“, seien es Satellitenfernseher, Mobiltelefone oder auf dem Internet aufbauende Innovationen:

„Und mit Geistesstärke
Tu' ich Wunder auch.“⁸¹

Goethes „Zauberlehrling“ zeigt, wie sich der Kontrollverlust des Menschen über die Technik auswirken kann. Er möchte die ihm aufgetragene körperliche Arbeit mit technischen Hilfsmitteln, hier mit einem verzauberten Besen, erledigen. Der Zauberlehrling weiß aber nach Beendigung der Arbeit nicht mehr, wie er den inzwischen vermehrten Zauberbesen Einhalt gebieten, sie wieder „abschalten“ kann:⁸²

„Die ich rief, die Geister,
Werd' ich nun nicht los.“⁸³

⁷⁴Weizenbaum [2001, S. 40]

⁷⁵Weizenbaum [2001, S. 42 und S. 53]

⁷⁶Searle [1994]

⁷⁷Stachowiak [1969, S. 6]

⁷⁸Weizenbaum [2001, S. 36]

⁷⁹Weizenbaum [2001, S. 61]

⁸⁰Weizenbaum [2001, S. 36]

⁸¹Goethe [1797]

⁸²Wiener [1968, S. 212]

⁸³Goethe [1797]

Der „Wired“-Autor Bill Joy sieht nicht die technischen Entwicklungen der letzten und der kommenden Jahrzehnte als problematisch an, sondern die Fähigkeiten des Menschen, diese zu kontrollieren: „we tend to overestimate our design abilities.“⁸⁴ Im Gegensatz zu den Forschern, welche die ersten Nuklearwaffen entwickelt haben, finden sich für die Entwicklungen der Informationstechnik zahlreiche zivile, ökonomisch verwertbare Anwendungen. Die Informatik ermöglicht jedoch ebenso die „knowledge-enabled mass destruction“.⁸⁵ Dabei ist es keine Erleichterung, dass unter Informatikern ein Menschenbild verbreitet ist, welches den Menschen, ob seiner Unzuverlässigkeit (hohe Anzahl Schaltungsfehler pro Zeiteinheit), seiner Sterblichkeit (aufgrund des schwierigen Austausches seiner Bauteile) und seiner Unberechenbarkeit zumindest implizit unter die Maschine stellt. Es bleibt offen, ob es in unserer Welt wie bei Goethe einen Zaubermeister gibt, der einfach abschalten kann, was außer Kontrolle gerät.

Der Kybernetiker Norbert Wiener sieht den Menschen als sehr komplexe Maschine, die mit sich dauernd wiederholenden Aufgaben unterfordert sei, die „weniger als ein Millionstel der Fähigkeiten seines Gehirns“ verlangen.⁸⁶ Dabei schwingt die Hoffnung mit, durch Automatisierung bei körperlich schweren, aber eintönigen Arbeiten den Menschen ein besseres Leben ermöglichen zu können. Wiener stellt der ersten industriellen Revolution, in der körperliche Arbeiten des Menschen durch Maschinen ersetzt wurden, eine zweite gegenüber, in der auch „das durchschnittliche menschliche Wesen mit mittelmäßigen oder noch geringeren Kenntnissen“ keinen Marktwert mehr haben wird.⁸⁷ Von der „devaluation of the human arm“ der ersten Revolution blieben die gelernten Handwerker noch verschont, die zweite Revolution entwertet die Leistungen des „human brain“, von wenigen Wissenschaftlern und Spezialisten abgesehen.⁸⁸

Verantwortung

Wiener stimmt mit Weizenbaum überein, dass ein Forscher nie ganz vor dem Missbrauch seiner Forschung gefeit ist, er jedoch seine „persönlichen Anstrengungen auf die Gebiete beschränken“ kann, die „am weitesten von Krieg und Unterdrückung entfernt sind“.⁸⁹

Auch wenn die ersten Kybernetiker einen unreflektierten Sprachgebrauch beim Vergleich zwischen Mensch und Maschine pflegten, erkannten sie doch die weitreichenden Implikationen ihres Forschungszweiges für die Gesellschaft. Wissenschaft werde nicht um ihrer selbst Willen betrieben, so Stachowiak, es komme darauf an, zu welchem Zweck und mit welchem Ziel geforscht würde.⁹⁰ Daher kommt dem Forscher eine Verantwortung für seine Arbeit zu, die er nicht – auf die Weltabgewandtheit und Zweckfreiheit seiner Forschung hinweisend – abstreiten kann. In Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Werten ergeben sich die Forschungsschwerpunkte, seien es die Perfektionierung der Waffentechnik oder

⁸⁴Joy [2000]

⁸⁵Joy [2000]

⁸⁶Wiener [1964, S. 27]

⁸⁷Wiener [1968, S. 50f]

⁸⁸Wiener [1962, S. 27f], Kurzweil [1990, S. 7]

⁸⁹Wiener [1968, S. 52]

⁹⁰Stachowiak [1969, S. 105]

die Entwicklung neuer Behandlungsmethoden gegen Krebs.

„Tatsächlich zeigt die empirisch-rationale Analyse normativer Systeme, daß aus der Fülle des Denkmöglichen immer nur bestimmte Grundeinstellungen und Blickweisen unter dem Druck gesellschaftlich-geschichtlicher Kräfte zur systematischen Explikation gelangen“.⁹¹ Normen sind demnach willkürlich gesetzt. Gefährlich wird es, wenn das Wirtschaftssystem in immer größerem Maße gesellschaftliche Wertmaßstäbe setzt und damit auch die Wissenschaft auf Monetarisierbarkeit hin optimiert.

Mit der zunehmenden Einbeziehung von Maschinen in den Alltag stellt sich außerdem die Frage nach der Verantwortung für Fehler, da auch ein Computer Fehler machen kann. Statt sich mit dem Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein des freien Willens bei Maschinen (und bei Menschen) auseinanderzusetzen, schlägt Steinbuch vor, Schuldfähigkeit jedem zuzusprechen, der sich an eine gegebene Norm anpassen kann, also auch Maschinen; Schuld bedeutet ihm zufolge ausgebliebene Anpassung. Zu sagen, dass „bestimmte Fehlleistungen mit bestimmten Nachteilen“⁹² zu beantworten seien, lässt offen, was eine Maschine überhaupt für Nachteile ‚erfahren‘ kann. Dies ist nicht zu verwechseln mit den Herstellern, Entwicklern, Programmierern, Besitzern oder allgemein Verantwortlichen einer Maschine, denen Nachteile bei einer ausschließlich für Menschen möglichen Haftung und Verantwortung auferlegt werden können.

4.3 Der Mensch als Maschine

Aus der neueren Geschichte der Philosophie heraus sollen einige Bemerkungen zum Bild des Menschen gemacht werden.⁹³ Das Wort „Maschine“ stammt vom lateinischen „machina“ beziehungsweise griechischen „μηχανή“ für Vorrichtung und Werkzeug ab.⁹⁴ Wie man sich die Funktionsweise eines Menschen vorstellt, hängt insbesondere vom vorherrschenden Maschinenbild ab.

Das 17. und 18. Jahrhundert waren das Zeitalter der Uhren, schon Descartes stellte sich das Tier als einen komplizierten Automaten vor. Das 19. Jahrhundert war das Zeitalter der industriellen Nutzung von Dampfmaschinen, die Kräfteverhältnisse zwischen Mensch, Tier und Maschine traten in den Vordergrund. Das 20. Jahrhundert war das Zeitalter der Kybernetik, die Maschinen wie Menschen darstellt, sie haben „Sinnesorgane, Geber und das Äquivalent eines Nervensystems“.⁹⁵ Die Kybernetik stellt Menschen im Gegenzug wie Maschinen dar. Das Bild des Menschen zu Beginn des 21. Jahrhunderts als informationsverarbeitendes und vernetztes System schließt an das kybernetische Verständnis vom Menschen an.

Ein Reduktionismus, der im Rahmen einer einheitlichen Theorie zur Beschreibung des Menschen, Phänomene soweit wie möglich auf Bekanntes reduziert, wäre nicht zu kriti-

⁹¹Stachowiak [1969, S. 181]

⁹²Steinbuch [1971, S. 248]

⁹³Weitere Literaturhinweise neben den hier ausgewählten Autoren finden sich bei Russel u. Norvig [2003, S. 964ff].

⁹⁴Stowasser [1979]; Gemoll [1965]

⁹⁵Wiener [1968, S. 68]. Mit dem vermenschlichenden Ausdruck „Sinnesorgane“ sind die Sensoren der Maschine gemeint und mit „Geber“ ihre Teile, die aktiv auf die Umwelt einwirken können.

sieren, wenn es bei einer Annahme im Modell bliebe.⁹⁶ Doch kann man das Grundmissverständnis dieses reduktionistischen Forschungsprogramms der Informationstheoretiker bei Stachowiak finden: „Maschinen (bzw. Teile von Maschinen) können Information empfangen und verarbeiten.“⁹⁷ Falls der Begriff der Information in irgendeiner Weise den Begriff der Bedeutung voraussetzt, wird in vorhergehender Aussage einer Maschine die Fähigkeit des Verstehens, des Deutens, zugesprochen. Unter der Voraussetzung, dass Information für den Menschen und für eine Maschine das gleiche sein soll, ist die Aussage, dass Maschinen verstehen können, dann trivial.

Im Folgenden wird auf verschiedene Maschinenmodelle eingegangen, insbesondere auf die klassische, die behavioristische und die symbolverarbeitende Maschine. Die besonders wirkungsmächtigen Modelle der neuronalen und der kybernetischen Maschine werden ausführlicher besprochen.

4.3.1 Die klassische Maschine

Typische Beispiele für klassische Maschinen sind Uhrwerke und Dampfmaschinen. De La Mettrie behauptet in „Der Mensch eine Maschine“, dass der Mensch als eine besonders komplizierte Maschine zu verstehen sei.⁹⁸ De La Mettrie war zwar dem Bild der Räderwerke verhaftet, doch nahm er schon 1748 den Grundgedanken der Kybernetik zweiter Ordnung vorweg, dass der Mensch ein sich selbst erhaltendes System sei: „Der menschliche Körper ist eine Maschine, welche selbst ihr Triebwerk aufzieht“.⁹⁹

Analogiemodelle dienen der sprachlichen Fassung einer Theorie. Die umgekehrte Anwendung der Sprachbilder führt jedoch zu fragwürdigen Ergebnissen. Ingenieure verwenden Begriffe aus der Physiologie des Menschen nicht nur, um Maschinen besser erklären zu können, sondern auch, um im Gegenzug ein Modell für das Funktionieren des Menschen formulieren zu können: Das Gehirn sei ein neuronales Netz, das einem großen rückgekoppelten Computernetz entspreche. Ausfälle in Bereichen dieses Netzes seien eine kausale Erklärung für pathologisches Verhalten.¹⁰⁰

Man kann auch beim Menschen Rückkopplung beobachten, was an einem Beispiel aus der Neuropathologie veranschaulicht werden soll. Wenn die Koordination eines Patienten gestört ist und er seinen sicheren Gang nur mit geöffneten Augen aufrecht erhalten kann, spricht man von einem Defekt der Propriozeptoren („Selbstempfänger“) in den Extremitäten. Der Patient muss die Rückmeldungen des Sehsinnes nutzen, um seine eigene Position im Verhältnis zu seiner Umgebung zu bestimmen. Jeder gesunde, aber ungeübte Mensch kann ebenso eine verringerte Rückkopplung bei sich selbst erleben. Wenn er sich mit geschlossenen Augen auf ein Bein stellt, bemerkt er sofort eine größere Instabilität und stärkere Ausgleichsbewegungen der Fußmuskulatur.¹⁰¹

⁹⁶Schwegler [2001]

⁹⁷Stachowiak [1969, S. 191]

⁹⁸de La Mettrie [1748]

⁹⁹de La Mettrie [1748]

¹⁰⁰Wiener [1968, S. 178ff]

¹⁰¹Wiener [1968, S. 124]

Wiener beschreibt in seinem Buch „Kybernetik“ im Kapitel „Feedback and Oscillation“ verschiedene Pathologien, die mit der überschießenden Regelung einer Handlung erklärt werden können. Er erklärt weiter im Kapitel „Cybernetics and Psychopathology“, dass psychische Phänomene auf das Gehirn zurückführen seien. Das Gehirn stelle im kybernetischen Verständnis ein sich selbst regelndes Nachrichtenverkehrssystem dar.¹⁰²

4.3.2 Die behavioristische Maschine

Der Behaviorismus macht keine Annahmen über innere Strukturen des Menschen. Die Konstituierung des Menschenbegriffs geschieht allein über sein Verhalten, das sich in Wechselwirkung mit den Reizen darstellt, die dem Menschen angeboten werden. Der Mensch wird als komplexe Maschine mit Eingabe-Ausgabe-Verhalten verstanden. Das behavioristische Modell hat eine große Wirkungsmacht und ist gleichzeitig ein sehr reduktionistisches Modell menschlichen Verhaltens.

Das Modell des konditionierten Lernens nach Skinner kommt vollständig ohne Annahmen über interne Zustände bei den untersuchten Lebewesen aus und stellt den Nutzen solcher Annahmen in Frage: „Are theories of learning necessary?“¹⁰³

Bei der Beschreibung eines Systems, dessen Ein- und Ausgaben man kennt, jedoch nicht seinen inneren Aufbau, können verschiedenste Modelle der Systemstruktur gebildet werden: „Es gibt im Prinzip unendlich viele Schaltungen, die nach außen hin dasselbe Verhalten ergeben.“¹⁰⁴ Von einem selbst hergestellten technischen System kann man zwar auf das Verhalten schließen, nicht jedoch von einem beobachteten Verhalten auf die Art und Weise, wie es zu diesem Verhalten kommt.

4.3.3 Die neuronale Maschine

John von Neumann beschreibt 1958 im Aufsatz „Die Rechenmaschine und das Gehirn“ im ersten Teil die – heute immer noch verwendete – Architektur von Digitalcomputern, im zweiten Teil sein Verständnis des menschlichen Gehirns.¹⁰⁵

Er verfolgte bei der Entwicklung eines ersten Versuchsrechners das Ziel, „einige der bekannten Vorgänge im lebenden Gehirn zu imitieren“.¹⁰⁶ Befehle zur Datenmanipulation und Daten werden gemeinsam in einem Speicher gehalten. Befehle zur Steuerung des Rechenablaufes sind demnach nichts anderes als Binärdaten, die besonders interpretiert werden. Insbesondere können im Prinzip Befehle andere Befehle verändern.

Komplexe Operationen werden aus der Kombination einfacher Operationen gewonnen. In den ersten von Neumannschen Rechnern werden alle komplexen mathematischen Operationen auf die Addition und Subtraktion, diese wiederum auf binärlogische Operationen wie Konjunktion und Negation zurückgeführt.

¹⁰²Wiener [1968, Kap. IV und Kap. VII]

¹⁰³Skinner [1950]

¹⁰⁴Steinbuch [1971, S. 63]

¹⁰⁵Neumann [1980]

¹⁰⁶Neumann [1980, S. 10]

In der Darstellung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns schlägt von Neumann vor, Neurone als binäre Entscheider aufgrund von Regeln zu verstehen, deren Zustand durch das „Fehlen eines Impulses“ oder dem „Vorhandensein“ charakterisiert sei.¹⁰⁷ Neurone können als logische Bausteine wie „und“ und „oder“ verstanden werden. Jedoch räumt er ein, dass die „Beschreibung der Funktion eines digitalen Elements“ eine idealisierte und vereinfachte Darstellung sei. Die Bedingungen, dass ein Neuron aktiv wird, sind für von Neumann nicht unbedingt einfach zu erklären, „es kann sich um weit kompliziertere Beziehungen als das Erreichen eines Schwellwertes handeln“.¹⁰⁸ Synapsen dienen der Informationsverarbeitung, Axone der Informationsübertragung, ein einzelnes Neuron ist demnach bereits ein Informationsverarbeiter.¹⁰⁹

Trotz der Erkenntnis, dass es sich bei einem direkten Vergleich zwischen Mensch und Maschine um eine Verkürzung handelt, stellt von Neumann die Arbeitsweise des „natürlichen Automaten“, des Zentralnervensystems, der eines „künstlichen Automaten“ gegenüber: Ersterer arbeitet parallel, letzterer eher seriell.¹¹⁰ Die Bauelemente einer Rechenmaschine werden mit den „Bausteinen der Natur“¹¹¹ bezüglich Schalt-Geschwindigkeit, Länge, Raumbedarf und Verlustleistung verglichen. Die Aussagen von Neumanns über Rechenmaschinen bezüglich dieser Messwerte sind natürlich überholt. Die meisten quantifizierbaren Leistungswerte eines Computers übertreffen heute bereits die des menschlichen Gehirns. Doch besteht weiterhin ein quantitativer Unterschied zwischen der Arbeitsweise des menschlichen Gehirns und eines Digitalrechners: die um Größenordnungen höhere Parallelität.

Stachowiak vergleicht in einer Übersicht ebenso Mensch und Maschine, unter anderem die Nervenzellen des Menschen mit den Transistoren der Maschine, Dendriten mit Leitungsdrähten sowie die menschlichen Sinnesorgane mit numerischen Eingangsinformationen für die Maschine. Wiener bezog sich noch auf den „Typus eines lochstreifengesteuerten Systems“,¹¹² doch auch heute besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen den damaligen Modellen und modernen Rechnern. Auch wenn die Maschinen jetzt bessere, das heißt dem Menschen angenehmere, Methoden der Eingabe und Ausgabe bieten, ihre Verarbeitungsgeschwindigkeit exponentiell gewachsen ist und die Größe ihrer elektrischen Bauteile exponentiell geschrumpft ist, wird aus einer Maschine nicht ein „Versteher“.¹¹³ Die Theorie emergenter Phänomene vertritt jedoch genau dies: Der Umschlag ab einem gewissen, unvorhergesehenen Punkt von Quantität in Qualität, von Rechenleistung in Verstehen.¹¹⁴

Ein qualitativer Unterschied zwischen Mensch und Maschine scheint bezüglich der Vorverarbeitung von Information zu bestehen:

Mensch Information, die nicht an eine Emotion gebunden ist, wird fast nicht wahrge-

¹⁰⁷Neumann [1980, S. 47]

¹⁰⁸Neumann [1980, S. 56]

¹⁰⁹Stachowiak [1969, S. 50]

¹¹⁰Neumann [1980, S. 53]

¹¹¹Neumann [1980, S. 50]

¹¹²Wiener [1964, S. 25]

¹¹³Stachowiak [1969, S. 90]

¹¹⁴Johnson [2001]

nommen. Stattdessen ist es sehr schwierig, unvoreingenommen wahrzunehmen.

Maschine Information ist ungewichtet und muss aufgrund formaler Methoden gefiltert werden.

Doch auch hier wird der Versuch einer Quantifizierung unternommen: „Mit Hilfe *mathematisch-stochastischer Verfahren* ist man seit einigen Jahren darangegangen, *Motive zu messen und die dynamische Motivstruktur eines Menschen funktional-quantitativ zu beschreiben*.“¹¹⁵ Bei der Anwendbarkeit der Verfahren scheinen keine Schranken zu bestehen: „Motive umfassen bedürfnisartige Spannungszustände, Triebe, Antriebe, Bedürfnisse, Wünsche, Haltungen, Werteinstellungen, Abwehrmechanismen u. dgl.“¹¹⁶

Wiener vergleicht die Aktivierung von Prozessen im Nervensystem mit einer Telefonvermittlung. Die unspezifische Erregung durch Hormone, die Gefühle hervorrufen, vergleicht er mit dem Einbringen einer schlecht riechenden Substanz in das Luftverteilungssystem dieser Telefonvermittlung. Während über die Nerven beziehungsweise das Telefon gezielte Informationen übertragen werden, sorgen die Hormone beziehungsweise Geruchsubstanzen für eine Grundstimmung, die wiederum die Interpretation der Übertragung verändert.¹¹⁷

Es stellt sich die Frage, ob der Informationsbegriff bei dieser Unterscheidung noch der selbe ist. Während Simon u. Newell die Informationsverarbeitung beim Menschen von der Maschine her erklären möchten, würde der emotional gebundene, menschliche Informationsbegriff eine Anwendung auf Maschinen ausschließen, da diese keine Gefühle haben können. Stachowiak gesteht ein, dass er den sehr weiten Begriff des Denkens, der zum Beispiel auch kontemplatives, emotionales und eidetisches Denken umfasst, bei seiner Untersuchung stark eingengt hat. Durch stetes Umdeuten dieser Denkart in neuronale Prozesse verändert sich jedoch das Menschenbild und passt dieses im Laufe der Zeit ins informationstheoretische Schema ein.¹¹⁸

Physikalisch-mathematische Methoden der Regelung mögen besonders zweckmäßig sein, um beispielsweise die Muskelkraft des Menschen zu beschreiben, sie bleiben aber eine modellhafte Beschreibung. Weder Muskeln, noch Nerven oder das Gehirn rechnen.¹¹⁹ In der Sprache gilt es, zwischen Information und deren Repräsentation im Gehirn zu unterscheiden: „Ja, ich gestehe, nichts scheint mir möglicher, als daß die Menschen einmal zur bestimmten Ansicht kommen werden, dem *einzelnen* Gedanken, der *einzelnen* Vorstellung, Erinnerung, entspreche keinerlei Abbild im Physiologischen, im Nervensystem“.¹²⁰ Allein den Sprachgebrauch zu verändern, bringt keine Erkenntnis und verdeckt dabei die Probleme, die durch Zuschreiben des Denkens zum Gehirn entstehen.

¹¹⁵Stachowiak [1969, S. 37]

¹¹⁶Stachowiak [1969, S. 37]

¹¹⁷Wiener [1968, S. 163]

¹¹⁸Stachowiak [1969, S. 182]

¹¹⁹Steinbuch [1963, S. 373], Deussen [2005]

¹²⁰Wittgenstein [1989, §504]

4.3.4 Die symbolverarbeitende Maschine

Allen Newell stellt in seinem Buch „Unified Theories of Cognition“ das Verständnis des Menschen als symbolverarbeitende Maschine dar: „humans are symbols systems“.¹²¹ Newell entwickelt eine Theorie der Kognition, die auf dem AI-System „Soar“ aufbaut. Die Sprachen PROLOG und LISP oder auch logisch-mathematische beschriebene neuronale Netze sind weitere Beispiele für Modelle der Kognition, welche die Symbolverarbeitung in den Vordergrund stellen. Eine ausführliche beispielhafte Darlegung eines Modells der Symbolverarbeitung erfolgte im Abschnitt 3.

4.3.5 Die kybernetische Maschine

Der von Anfang an interdisziplinär ausgelegte Begriff Kybernetik füllte sich 1944 mit Leben, als sich in Princeton Ingenieure, Physiologen und Mathematiker trafen, insbesondere John von Neumann und Norbert Wiener. Hier begann die „Infektion“ des ingenieurwissenschaftlichen Vokabulars mit neurophysiologischen und psychologischen Termini.¹²²

Der Begriff Kybernetik ist eine Neuschöpfung aus dem griechischen Wort „κυβερνήτης“ für Steuermann, das im Lateinischen zu „gubernator“ wurde.¹²³ Das Wort Kybernetik wurde im gleichnamigen Buch von Norbert Wiener 1947 erstmals eingeführt.¹²⁴ Kybernetik soll „das ganze Gebiet der Regelung und Nachrichtentheorie, ob in der Maschine oder im Tier“ umfassen. Die Steuerung eines Schiffes oder allgemein eines Fahrzeuges ist eine bekannte Form der Rückkopplung. Man lenkt etwas, das Fahrzeug reagiert darauf, man lenkt etwas dagegen, das Fahrzeug reagiert wieder, und so weiter.¹²⁵

Kybernetik ist die Wissenschaft vom Regelvorgang, die sich Lebewesen zum Vorbild genommen hat. Doch ist der Umkehrschluss nicht zulässig: „Technische Regelanlagen sind nach der Analogie zum Menschen gebaut, nicht aber die biologische Regelanlage nach Analogie zur Technik.“¹²⁶ Biologische Soll-Werte sind empirische Ist-Werte. Aus Erfahrung weiß man, dass Lebewesen sich fortpflanzen, weswegen behauptet wird, es sei auch ein Ziel von Lebewesen sich fortzupflanzen. Die Argumentation ist teleologisch.¹²⁷ „Die Zwecke technischer Regelanlagen sind evident, die biologischer Anlagen sind metaphysisch.“¹²⁸

Automaten in der Kybernetik haben „Organe“, die den Sinnesorganen beim Mensch und beim Tier entsprechen sollen. Das Thermometer misst die Temperatur, die Maschine besitzt Druckmesser, Mikrophone und Bewegungssensoren. Ebenso gibt es Aktoren in Form von Elektromotoren und Elektromagneten, die auf die Umwelt einwirken können. Da empfangene Informationen nicht direkt zu einer Reaktion der Maschine führen, son-

¹²¹Newell [1987, S. 113]

¹²²Wiener [1968, S. 36]

¹²³Gemoll [1965]; Stowasser [1979]

¹²⁴Wiener [1962, S. 11]

¹²⁵Wiener [1968, S. 32]

¹²⁶Enzyklopädisches Stichwort von Hans Schaefer, Universität Heidelberg, in [Wiener 1968]

¹²⁷Allen [2004]

¹²⁸Enzyklopädisches Stichwort von Hans Schaefer, Universität Heidelberg, in [Wiener 1968]

dern gespeichert werden können, um später Teil einer Berechnung zu sein, sei dies analog zum menschlichen Gedächtnis zu sehen. Wenn die Maschine außerdem ihre Operationsregeln aufgrund der empfangenen Informationen ändern könne, ähnele dies einem Lernprozess.¹²⁹ Dieses primitive Gedächtnismodell ist in der heutigen Neurophysiologie überholt.

Stachowiak merkt an, dass jede Modellbildung eine Vereinfachung des tatsächlichen Geschehens sein muss und verteidigt somit die Theorien, die auf technischen Regelkreisen fußen. Man darf aber nicht übersehen, dass eine solche kybernetische Betrachtungsweise der Psychosomatik, Psychologie oder der Soziologie wiederum Auswirkungen auf die Selbstwahrnehmung des Betrachters hat. Dies kann zur Folge haben, dass sich die nächste Forschergeneration bereits als kybernetisches System versteht und somit selbstverständlich eine Anwendbarkeit der kybernetischen Betrachtungsweise bejaht.¹³⁰

Der Mensch kann sich seiner selbst bewusst sein; diese Fähigkeit will die Kybernetik auf „objektiv-physiologische Tatbestände“ zurückzuführen.¹³¹ Man kann den Menschen im Modell als informationsverarbeitende Maschine beschreiben und dabei grundsätzlich fünf verschiedene Kombinationen aus *Eingabe, bewusste oder unbewusste Verarbeitung* und *Ausgabe* unterscheiden.¹³²

Reine Wahrnehmung (*Eingabe* → *bewusste/unbewusste Verarbeitung*) Der Mensch empfängt einen Reiz, verarbeitet ihn bewusst oder unbewusst und reagiert nicht im direkten Zusammenhang auf den Reiz.

Reine Handlung (*bewusste/unbewusste Verarbeitung* → *Ausgabe*) Der Mensch agiert aus sich heraus bewusst oder unbewusst ohne vorhergehende direkte Reizung.

Unbewusste Reaktion (*Eingabe* → *unbewusste Verarbeitung* → *Ausgabe*) Ohne ihm bewusst zu werden, reagiert der Mensch auf einen Reiz.

Bewusste Reaktion (*Eingabe* → *bewusste Verarbeitung* → *Ausgabe*) Der Mensch reagiert bewusst auf einen Reiz.

Reflexion (*bewusste Verarbeitung* → *bewusste Verarbeitung*) Ohne einen äußeren Reiz empfangen zu haben, verarbeitet der Mensch bewusst Informationen, die er in sich trägt. Er agiert nicht nach außen.

Ein Reiz kann aus mehreren Teilreizen zusammengesetzt sein. Wir sprechen bei der Verarbeitung von Reizen über Menschen und nicht über Maschinen, da wir nur dem Menschen eine bewusste Verarbeitung zuschreiben. Steinbuch nimmt jedoch einen direkten Vergleich der fünf Kombinationen der informationsverarbeitenden Funktionen zwischen Mensch und Maschine vor. Die reine Wahrnehmung entspreche der Signalspeicherung (beispielsweise einer Photographie). Die reine Handlung sei die programmierte Aktion eines Automaten. Die unbewusste Reaktion sei eine programmierte Reaktion des Automaten. Die bewusste Reaktion und die Reflexion seien „Funktionen höherer Komplexität“,

¹²⁹Wiener [1968, S. 67]

¹³⁰Stachowiak [1969, S. 188]

¹³¹Steinbuch [1971, S. 207]

¹³²Steinbuch [1963, S. 381f], Steinbuch [1971, S. 209ff]

auf die nicht weiter eingegangen wird.¹³³ Die Annahme von Bewusstsein scheint für die kybernetische Modellbildung unnötig und wird nicht weiter erläutert, obwohl dies nach Thomas Nagel das Geist-Gehirn-Problem erst interessant macht.¹³⁴

Steinbuch nimmt eine Wertung der Möglichkeiten der wiederholten Selbstbeobachtung vor: Die ersten Stufen seien „sehr nützlich“, sie dienen der Theoriebildung zur Praxisbewältigung, jede weitergehende Stufe führe jedoch zur „Entartung geistiger Funktionen: Das Denken wird weltfremd, es wuchert, es wird schlimmstenfalls Selbstzweck, ohne Nutzen für den Menschen“. Es scheint, dass das Denken ohne (für ihn erkennbaren) Nutzen für den Kybernetiker einer Katastrophe gleichkommt: Steinbuch geht von einem „schädlichen Einfluß“ der abstrakteren Denkformen im „Auslesekampf der Kulturen“ aus.¹³⁵

5 Schluss

5.1 Zusammenfassung

Wie im einleitenden Abschnitt 1.1 erklärt, ist die Aufgabe der Philosophie das Fördern, aber auch das Fordern. Die Spezialwissenschaften haben sich in der Vergangenheit aus der Philosophie entwickelt, heute muss die Philosophie die Denkweisen dieser Spezialwissenschaften kritisch beleuchten. Diese Arbeit sucht nicht eine Lösung, was der Mensch an sich ist, sondern bietet eine kritische Untersuchung des Menschenbildes in der Kybernetik.

Neben den Metaphern der Botschaft, der Mitteilung und des transportierbaren Containers wurde insbesondere auf die Kanalmetapher im Rahmen einer mathematisch-kybernetischen Theorie eingegangen. Dieses Verständnis „führt zu einer Angleichung zwischen Maschinen und Lebewesen“.¹³⁶ Daraufhin wurde ein Modell der Informationsverarbeitung vorgestellt, welches den Menschen als logisch-rationales Wesen ansieht. Schließlich wurden die Auswirkungen auf das Selbstverständnis des Menschen vorgestellt, die durch Analogiebildung von Maschine und Mensch entstehen.

Die Untersuchung des scheinbar ausschließlich formal-logisch verwendeten Informationsbegriffs in der Kybernetik gleicht einem Stich in ein Wespennest, der die verwandten Bereiche „Computer Engineering“, Neurowissenschaften und Künstliche Intelligenz mit aufschreckt und weitreichende Vermischungen der mathematischen mit der kognitiven Bedeutung von Information aufdeckt. Da Maschinen immer komplexere Informationen verarbeiten, so die Argumentation, und der Mensch nichts anderes als ein komplexes informationsverarbeitendes System sei, müsse er sich jetzt und in Zukunft einem Vergleich mit den Maschinen stellen.

¹³³Steinbuch [1971, S. 225]

¹³⁴Nagel [1974]

¹³⁵Steinbuch [1971, S. 212]

¹³⁶Capurro [1999]

5.2 Aktuelle Diskussion

Auch wenn heute der Begriff Kybernetik im Alltag selten vorkommt,¹³⁷ bleiben die mit ihm verbundenen Denkmodelle und Bilder erhalten, in verschiedenen Wissenschaften und Theorien werden sie täglich genutzt. Ob in der Neuroinformatik, Künstlichen Intelligenz oder Systemtheorie: überall wird der Mensch als eine (faszinierend komplexe) Maschine verstanden. Die Alltagssprache bedient sich an vielen Stellen der Bilder aus der Informatik. Wir sprechen davon, dass wir einen Termin „auf unserer Platte speichern“ müssen, Freundschaften „löschen“ oder auch, dass der Computer Erinnerungen „vergisst“.

Wie kann man zu einer nichtreduktionistischen Anthropologie des kybernetisch definierten Menschen kommen? Bei der textuellen Repräsentation, der visuellen Repräsentation und der digitalen Repräsentation von Information ist eine Interpretation notwendig. Doch wie verhält es sich mit der neuronalen Repräsentation von Information? Wo findet der Übergang vom uninterpretierten Signal zur interpretierten Information statt?

Bereits im Jahr 1947 wird von „modernen ultraschnellen Rechenmaschinen“ gesprochen. Auf der weltweit größten Computermesse CeBIT in Hannover wird auch 2008 von nichts anderem die Rede sein. Dies lässt erahnen, dass jede Zeit Schwierigkeiten hat, sich die technischen Steigerungsmöglichkeiten vorzustellen.¹³⁸

Steinbuch hofft auf die Durchsetzung des kybernetischen Weltbildes, wenn er die kritische Auseinandersetzung mit dem Weltbild der Kybernetiker mit den Widerständen, die Kopernikus und andere Wissenschaftler beim Übergang vom ptolemäischen zum kopernikanischen Weltbild erfahren mussten, vergleicht.¹³⁹

Theorien können sich zwar bewähren, sind aber nie verifizierbar; stattdessen können sie falsifiziert werden, wenn Beobachtungen auftreten, welche im Widerspruch zur Theorie stehen.¹⁴⁰ Dies mag man sich in Erinnerung rufen, wenn aus einer Ecke gerufen wird, man habe das „richtige“ Erklärungsmodell für den Menschen gefunden.

¹³⁷Im Gegensatz zum gebräuchlichen „Cyberspace“

¹³⁸Wiener [1968, S. 49]

¹³⁹Steinbuch [1971, S. 255f]

¹⁴⁰Popper [1994], Stachowiak [1969, S. 174]

Literatur

Allen 2004

ALLEN, Colin: Teleological Notions in Biology. In: ZALTA, Edward N. (Hrsg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Center for the Study of Language and Information, Stanford University, Summer 2004. – <http://plato.stanford.edu/archives/sum2004/entries/teleology-biology/>

Bateson 2000

BATESON, Gregory: *Steps to an Ecology of Mind*. University of Chicago Press, 2000. – Nachdruck des Originals von 1972

Bauer 2006

BAUER, Friedrich L.: Frühe Zeugnisse der „software“. In: *Informatik Spektrum* (2006), S. 433–441

Berghaus 2003

BERGHAUS, Margot: *Luhmann leicht gemacht*. 2. Köln : Böhlau, 2003

Capurro 1978

CAPURRO, Rafael: *Information. Ein Beitrag zur etymologischen und ideengeschichtlichen Begründung des Informationsbegriffs*. München u.a. : Saur, 1978

Capurro 1999

CAPURRO, Rafael: *Einführung in den Informationsbegriff*. <http://www.capurro.de/infovor1-index.htm>, 1999/2000

Dennett 1988

DENNETT, Daniel C.: When philosophers encounter artificial intelligence. In: GRAUBARD, Stephen R. (Hrsg.): *The artificial intelligence debate: false starts, real foundations*. Cambridge, MA, USA : MIT Press, 1988. – ISBN 0–262–57074–2

Deussen 2005

DEUSSEN, Thilo: *The Mereological Fallacy in Neuroscience - Über den mereologischen Fehlschluss in der Neurowissenschaft und seine Auswirkung in der Gemeinschaft*. Ulm, Humboldt-Studienzentrum, Universität Ulm, Philosophikumsarbeit, Sept. 2005

Floridi 2002

FLORIDI, Luciano: What is the Philosophy of Information? In: *CyberPhilosophy: The Intersection of Philosophy and Computing, special issue of Metaphilosophy* 33 (2002), Nr. 1/2

Floridi 2007

FLORIDI, Luciano: Semantic Conceptions of Information. In: ZALTA, Edward N. (Hrsg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Center for the Study of Language and Information, Stanford University, Spring 2007. – <http://plato.stanford.edu/archives/spr2007/entries/information-semantic/>

von Foerster u. Pörksen 1999

FOERSTER, Heinz von ; PÖRKSEN, Bernhard: *Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners - Gespräche für Skeptiker*. 3. Carl-Auer-Systeme, 1999

Gemoll 1965

GEMOLL, Wilhelm: *Griechisch-Deutsches Schul- und Handwörterbuch*. 9. München : Oldenbourg, 1965. – 1. Auflage von 1908

Goethe 1797

GOETHE, Johann Wolfgang v.: Der Zauberlehrling. In: EIBL, Karl (Hrsg.): *Johann Wolfgang Goethe. Sämtliche Werke, Briefe, Tagebücher und Gespräche, Bd. 2*. Deutscher Klassiker-Verlag, 1987, 1797 (Erstveröffentlichung), S. 141–144. – online verfügbar unter http://de.wikisource.org/wiki/Der_Zauberlehrling

Graham 2002

GRAHAM, Paul: *The Roots of Lisp*. <http://lib.store.yahoo.net/lib/paulgraham/jmc.ps>, 2002

Greco u. a. 2005

GRECO, Gian M. ; PARONITTI, Gianluca ; TURILLI, Matteo ; FLORIDI, Luciano: How to Do Philosophy Informationally. In: *LNAI „Professional Knowledge Management“*. Berlin Heidelberg New York : Springer, 2005, S. 623–634. – online verfügbar unter <http://philosophyofinformation.net/pdf/htdpi.pdf>

Haynes u. a. 1998

HAYNES, J.-D. ; ROTH, G. ; SCHWEGLER, H. ; STADLER, M.: Die funktionale Rolle des bewusst Erlebten. In: *Gestalt Theory* 20 (1998), S. 186–213. – online verfügbar unter <http://www-neuro.physik.uni-bremen.de/~schwegler/Gestalt.html>

Johnson 2001

JOHNSON, Steven: *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*. Taschenbuchausgabe von 2004. New York : Scribner, 2001

Joy 2000

JOY, Bill: Why the future doesn't need us. In: *Wired* (2000). – online verfügbar unter http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html

Kurzweil 1990

KURZWEIL, Raymond: *The age of Intelligent Machines*. MIT Press, 1990

de La Mettrie 1748

LA METTRIE, Julien O.: Der Mensch eine Maschine. In: *Quellen Philosophie: Empirismus, Skeptizismus, Rationalismus* (1748). ISBN 978–3–89853–072–9. – Nachdruck (2004) der Übersetzung des französischen Originals „L'Homme Machine“

Luhmann 1994

LUHMANN, Niklas: *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. 5. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1994. – Erstveröffentlichung 1984

Luhmann 1997

LUHMANN, Niklas: *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1997. – in zwei Bänden

Miller 1956

MILLER, George A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. In: *Psychological Review* 63 (1956), S. 81–97. – online verfügbar unter <http://psychclassics.yorku.ca/Miller/>

Nagel 1974

NAGEL, Thomas: What Is It Like to Be a Bat? In: *The Philosophical Review* (1974)

Neumann 1980

NEUMANN, John v.: *Die Rechenmaschine und das Gehirn*. 4. München, Wien : Oldenbourg, 1980. – Übersetzung des Originals „The Computer and the Brain“ von 1958

Newell 1987

NEWELL, Allen: *Unified Theories of Cognition*. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 1987

Popper 1994

POPPER, Karl R.: *Logik der Forschung*. 10. Tübingen : Mohr, 1994. – 1. Auflage von 1934 mit Untertitel „Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft“

Russel u. Norvig 2003

RUSSEL, Stuart ; NORVIG, Peter: *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. 2. Prentice Hall, 2003

Schwegler 2001

SCHWEGLER, Helmut: Reduktionismen und Physikalismen. In: *Neurowissenschaft und Philosophie* (2001). – online verfügbar unter <http://www-neuro.physik.uni-bremen.de/~schwegler/Reduktionismen.htm>

Searle 1994

SEARLE, John R.: Geist, Gehirn, Programm. In: *Künstliche Intelligenz - Philosophische Probleme*. Reclam, 1994, S. 232–265. – Übersetzung des Originals „Minds, Brains, and Programs“ von 1980

Simon u. Newell 1994

SIMON, Herbert A. ; NEWELL, Allen: Informationsverarbeitung in Computer und Mensch. In: *Künstliche Intelligenz - Philosophische Probleme*. Reclam, 1994, S. 112–145. – Übersetzung des Originals „Information-Processing in Computer and Man“ von 1964

Skinner 1950

SKINNER, Burrhus F.: Are theories of learning necessary? In: *Psychological Review*

57 (1950), S. 193–216. – online verfügbar unter <http://psychclassics.yorku.ca/Skinner/Theories/>

Stachowiak 1969

STACHOWIAK, Herbert: *Denken und Erkennen im kybernetischen Modell*. 2. Wien u.a. : Springer, 1969

Steinbuch 1963

STEINBUCH, Karl: Gedanken über Kybernetik. In: SZCZESNY, Gerhard (Hrsg.): *Club Voltaire 1*. München : Szczesny, 1963

Steinbuch 1971

STEINBUCH, Karl: *Automat und Mensch - auf dem Weg zu einer kybernetischen Anthropologie*. 4. Berlin u.a. : Springer, 1971

Stowasser 1979

STOWASSER, Joseph M.: *Lateinisch-Deutsches Schulwörterbuch*. Oldenbourg, 1979. – Auflage von 1994

Weizenbaum 2001

WEIZENBAUM, Joseph ; WENDT, Gunna (Hrsg.) ; KLUG, Franz (Hrsg.): *Computermacht und Gesellschaft - Freie Reden*. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 2001

Wiener 1962

WIENER, Norbert: *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. 2. Cambridge : M.I.T. press, 1962. – 1. Auflage von 1948

Wiener 1964

WIENER, Norbert: *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft*. Frankfurt am Main, Bonn : Athenäum, 1964. – Übersetzung von „The human use of human beings (cybernetics and society)“

Wiener 1968

WIENER, Norbert: Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine. In: GRASSI, Ernesto (Hrsg.): *rowohlts deutsche enzyklopädie*. 2. München : Rowohlt, 1968. – Erweiterung der 1. Auflage von 1948, Übersetzung von „Cybernetics or control and communication in the animal and the machine“

Wittgenstein 1989

WITTGENSTEIN, Ludwig: *Bemerkungen über die Philosophie der Psychologie. Letzte Schriften über die Philosophie der Psychologie*. 1. Frankfurt a.M. : Suhrkamp, 1989. – Band 7 in Werkausgabe. Erstveröffentlichung 1948

Erklärung

Name: Thilo Deussen

Ich erkläre,
dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst
und keine anderen als die angegebenen
Quellen und Hilfsmittel
verwendet habe.

Rio de Janeiro, den 14. Februar 2008