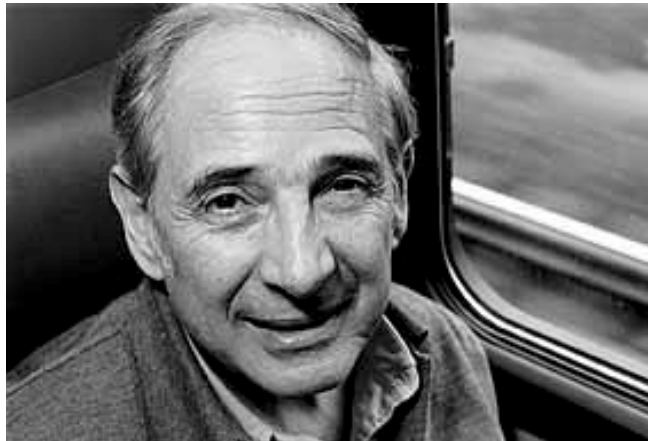


# John Rogers Searle und das Chinesische Zimmer



Simon J .Büchner

email: [simon.buechner@web.de](mailto:simon.buechner@web.de)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Philosophische Fakultät I

Institut für Informatik und Gesellschaft

Abt. Kognitionswissenschaft

Seminar: Grundlagen der Kognitionswissenschaft

Sommersemester 2001

Dozentin: PD Dr. Barbara Hemforth

## Inhalt

Einleitung .....	S. 1
John Rogers Searle .....	S. 1
Können Maschinen verstehen ? .....	S. 1
Das Chinesische Zimmer .....	S. 2
Der Roboter-Einwand .....	S. 3
Der System-Einwand .....	S. 4
Der Vorschlag der Simulation .....	S. 6
Diskussion .....	S. 7
Literatur .....	S. 9

## Einleitung

Ausgehend von John Searles berühmt gewordenen Paradigma des Chinesischen Zimmers möchte ich drei Einwände gegen dieses vorstellen und anschließend Fragen aufwerfen, die sich aus der Annahme, menschliche Kognition verhielte sich rein syntaktisch, ergeben würden.

## John Rogers Searle

John Rogers Searle wurde 1932 in Denver/USA geboren. Er studierte Philosophie in Oxford bei Austin und Strawson. Seit 1959 ist er Professor für Philosophie an der University of Berkley/California. Er beschäftigt sich in erster Linie mit Sprachphilosophie und entwickelte die Sprechakttheorie von Austin weiter. Zudem befasst er sich mit der Philosophie des Geistes, worum es auch in der vorliegenden Arbeit gehen wird. Außerdem verfasste Searle Arbeiten zu den Themen Ethik, Handlungstheorie, Epistemologie und Philosophiegeschichte.

## Können Maschinen verstehen ?

Searle geht in seinem Artikel „Geist, Gehirn, Programme“ von 1980 auf die zu dieser Zeit aktuellen Entwicklungen ein, die sich hinsichtlich der Versuche, menschlichen Geist am Computer zu simulieren, ergaben. Ausgehend von der Tatsache, dass Roger Schank kurze Zeit zuvor ein Programm entwickelt hatte, das Fragen zu Geschichten beantworten konnte, deren Antworten zuvor nicht explizit erwähnt wurden, setzt er sich in erster Linie mit dem

„Verstehen“ auseinander. „Verstehen“ bedeutet für ihn: „das Vorhandensein bestimmter geistiger intentionaler<sup>1</sup> Zustände“ (Zimmerli, S.239, Anmerkung 3).

Daß Menschen solche intentionalen Zustände besitzen, steht für Searle, wie für die meisten von uns, außer Frage.

Aber können auch Maschinen intentionale Zustände aufweisen ?

An dieser Stelle möchte ich kurz erläutern, warum mir der Begriff „Programm“ in meinem Augen passender als der Begriff „Maschine“ erscheint: Die klassische Künstliche Intelligenz (KI) geht davon aus, dass sich der Verstand zum Gehirn, wie das Programm zur Hardware verhält.

$$\frac{\text{Verstand}}{\text{Gehirn}} = \frac{\text{Programm}}{\text{Hardware}}$$

Diese dualistische Sichtweise nimmt an, dass Intentionalität vom Verstand erzeugt wird, nicht vom Gehirn. Da man den Verstand als eine Art Programm des Gehirns auffasst, müsste eine Künstliche Intelligenz Intentionalität im Programm erzeugen.

Das Wort Maschine wird im alltäglichen Sprachgebrauch jedoch eher für Objekte verwendet, die der Hardware entsprechen (im vorliegenden Beispiel würde man eher die Hardware als Maschine bezeichnen als das Programm). Insofern müsste die Frage eigentlich heißen:

Können auch *Programme* intentionale Zustände besitzen ?

Die klassische KI beantwortet diese Frage mit: ja – Searle mit: nein

## Das Chinesische Zimmer

Um dies zu belegen, führt er das Gedankenexperiment des Chinesischen Zimmers ein, das in den 80er Jahren eine Reihe von Diskussionen ausgelöst hat:

Man stelle sich eine Person vor, die isoliert von der Außenwelt in einem Zimmer sitzt und kein Chinesisch kann. Sie besitzt nichts weiter, als einen Korb voll Kärtchen, auf denen jeweils chinesische Schriftzeichen<sup>2</sup> abgebildet sind und ein Regelbuch, in dem in ihrer Muttersprache erläutert wird, wie die chinesischen Schriftzeichen miteinander zu kombinieren sind. Nun bekommt diese Person von außen Kärtchen mit chinesischen Schriftzeichen reingereicht. Sie kann die Symbole anhand ihres Aussehens identifizieren und mit Hilfe des Regelbuches eine formale Struktur in der Anordnung der Symbole erkennen. Nun bekommt sie weitere Kärtchen mit chinesischen Schriftzeichen reingereicht. Anhand des Regelbuches

<sup>1</sup> Intentionalität ist eine Absicht, ein Wunsch oder eine Überzeugung, die immer auf ein Objekt oder Ereignis gerichtet ist.

kann sie diese Schriftzeichen nun in Beziehung zu denen setzen, die sie zuvor erhalten hat und aufgrund der gegebenen Regeln, ergibt sich, welche Schriftzeichen sie zurück nach draußen geben muß.


Was die Person nicht weiß: die Menschen außerhalb des Chinesischen Zimmers, mit denen sie kommuniziert hat, nennen den Korb voller Kärtchen „Schrift“, den zuerst reingereichten Stapel an Kärtchen „Geschichte“, den darauffolgenden Stapel „Fragen“ und den Stapel, den die Person nach draußen gegeben hat „Antworten“. Sie hat also, ohne es zu bemerken, Fragen zu einer Geschichte beantwortet. Dabei hat sie sich exakt so verhalten, wie es ein Programm tut; sie hat Symbole rein formal verarbeitet (zu diesem Abschnitt vgl. Searle, 1980, S. 417f).

Aber können wir behaupten die Person hätte „verstanden“ worum es in der Geschichte, den dazugehörigen Fragen und ihren eigenen Antworten ging ?

Unabhängig von der Frage, ob man aus diesem Gedankenexperiment schließen kann, dass Programme keine intentionalen Zustände besitzen können, so kann man es doch als Indiz dafür auffassen, dass der Turing-Test<sup>3</sup> kein adäquates Mittel ist „Verstehen“ nachzuweisen. Ein Programm, das nach dem Prinzip des Chinesischen Zimmers arbeitet, besteht den Turing-Test. Programme wie ELIZA oder SHRDLU haben dies gezeigt.

Auf den ersten Blick scheint dieses Paradigma ein recht gutes Argument gegen die Auffassung zu sein, dass Programme intentionale Zustände und somit „Verstehen“ aufweisen können. Allerdings gibt es durchaus berechtigte Einwände gegen das „Chinesische Zimmer“: 1980, als der Text erstmals veröffentlicht wurde, standen ihm bereits 26 Einwände gegenüber, von denen ich hier nur die drei in meinen Augen wichtigsten darstellen möchte:

## Der Roboter-Einwand

Was der Person im „Chinesischen Zimmer“ fehlt ist, dass sie die Symbole, die sie bekommt, nicht mit realen Erscheinungen in der Außenwelt verbinden kann. Ihr fehlt die entsprechende Semantik. Sie kann nicht wissen, dass beispielsweise mit dem Symbol  ein Elefant gemeint ist, weil sie nie erfahren hat, dass dieses Symbol für einen Elefanten steht. Menschen erfassen Objekte mit einem oder mehreren Sinnesorganen, bauen daraufhin eine wie auch immer geartete mentale Repräsentation dieses Objektes auf, welcher wiederum ein Symbol zugeordnet wird. Das semiotische Dreieck (nach Ogden & Richards) hilft dies zu verdeutlichen:

<sup>2</sup> Es könnten auch Zeichen jedes anderen beliebigen Satzes von Symbolen sein z.B.  $\{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}; \{0,1\}; \{\square, \blacksquare, \circ, \infty\}$

<sup>3</sup> vgl. Turing, Alan, „Computing, Machinery and Intelligence“ in: Mind 59 (1950), S. 433-460

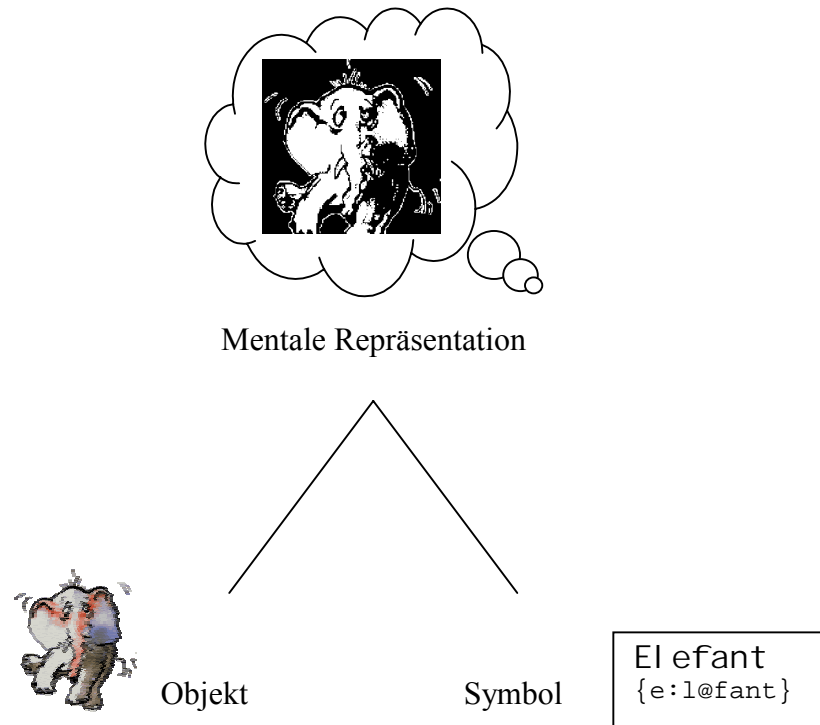


Abbildung 1: Einem Objekt wird mittels einer Mentalen Repräsentation ein Symbol zugeordnet

Der Vorgang ist auch andersherum möglich: nach dem Wahrnehmen eines Symbols wird eine Mentale Repräsentation aktiviert, die wiederum auf ein Objekt verweist.

Genau diesen Vorgang des Verknüpfens eines Objekts mit einem Symbol und die Umkehrung davon, kann die Person im Chinesischen Zimmer (und damit auch ein Programm) nicht ausführen, weil sie *ausschließlich* Symbole verarbeitet.

Wenn wir also, so die Argumentation der Vertreter des Roboter-Einwandes, ein Programm entwickeln würden, das ebenso wie der Mensch Objekte mit Hilfe von Sinnesorganen erfasst und darauf aufbauend Symbole für diese Objekte entweder selbst erzeugt oder zugewiesen bekommt, dann „weiß“ das Programm welche Objekte mit diesen Symbolen verbunden sind und „versteht“ auch wovon eine Geschichte, die diese Symbole enthält handelt.

## System-Einwand

„Es ist zwar richtig, dass die einzelne Person, die in den Raum eingeschlossen ist, die Geschichte nicht versteht, aber Tatsache ist, dass sie nur ein Teil eines ganzen Systems ist und das System versteht die Geschichte durchaus.“ (Zimmerli, S. 240)

Dieses Argument scheint auf den ersten Blick etwas merkwürdig. Es wird jedoch schnell deutlich was gemeint ist:

Die Person ist nur ein Teil eines weitreichenderen Systems, das außer der Person selbst auch die Symbole, das Regelbuch und das Zimmer an sich enthält. Man kann diesem Gesamt-

System, so die Anhänger der KI, durchaus „Verstehen“ zusprechen. Copeland zieht in seinem Buch einen schönen Vergleich (Copeland, S. 126f):

Prämisse: “Bill the cleaner has never sold pyjamas to Korea.“

Folgerung: “The company for wich Bill works has never sold pyjamas to Korea.”

Bill ist hier ebenso wie die Person im Chinesischen Zimmer nur ein Teil des Systems Firma. Nur weil Bill nie Pyjamas nach Korea verkauft hat, so ist es doch möglich, dass die Firma, als Gesamtsystem, Pyjamas nach Korea verkauft hat.

Es geht hier weniger darum, zu belegen *dass* das ganze System die Geschichte versteht, als vielmehr darum folgende Argumentation zu widerlegen:

Prämisse: Dieser Teil des Systems versteht die Geschichte nicht.

Folgerung: Kein Teil, noch das ganze System verstehen die Geschichte.

Dieser Schluß ist rein formal-logisch unzulässig. Es ist also möglich, nicht jedoch zwingend erforderlich, dass das ganze System die Geschichte versteht.

Searle begegnet dieser Argumentation, in dem er sagt:

„Let the individual internalize all of these elements of the system. He memorizes the rules in the ledger and the data banks of Chinese symbols, and he does all the calculations in his head. The individual then incorporates the entire system. There isn't anything at all to the system that he does not encompass. [...] All the same, he understands nothing of the Chinese, ...” (Searle, 1980, S. 419)

Searle verlegt jetzt das System in die Person im Chinesischen Zimmer, ohne jedoch der Argumentation Copelands zu entgehen. Formal-logisch sähe Searles Entgegnung so aus:

Prämisse: Das System versteht die Geschichte nicht.

Folgerung: Die Person, von der das System umgeben wird, versteht die Geschichte nicht.

Schon in dieser Form ist die Folgerung nicht zulässig. Noch deutlicher wird die Invalidität, wenn man die Person als weitreichenderes System und das System, das Searle jetzt in die Person verlegt hat, als ein Subsystem dieses weitreichenderen Systems auffasst. Dann ist das Subsystem wieder Teil eines Systems und nur weil dieser Teil die Geschichte nicht versteht, bedeutet dies noch nicht, dass es nicht möglich ist, dass das System als Ganzes die Geschichte versteht (die neuronale KI argumentiert in Bezug auf das Chinesische Zimmer ähnlich: ein einzelnes Neuron versteht die Geschichte sehr wahrscheinlich auch nicht, allerdings ist das Gehirn als Ganzes in der Lage die Geschichte zu verstehen).

Searle antwortet darauf in etwa<sup>4</sup> so: “Yet the very point at issue is whether running a program is enough to make *anything* understand Chinese.“ (Copeland, S. 127)

Diese Aussage führt zu der spezielleren Frage:

Kann ein Programm allein dadurch, dass es Symbole nach formal-syntaktischen  
Regeln manipuliert, verstehen ?

<sup>4</sup> Copeland zitiert Searle nicht wörtlich, sondern in Paraphrasen (Copeland, S. 126)

Searles Antwort auf diese Frage lautet: nein

Er begründet dies in seinem Artikel von 1990, indem er folgendermaßen argumentiert:

**Axiom 1:** Computerprogramme sind formal (syntaktisch).

**Axiom 2:** Dem menschlichen Denken liegen geistige Inhalte (Semantik<sup>5</sup>) zugrunde.

**Axiom 3:** Syntax an sich ist weder konstitutiv noch hinreichend für Semantik.

**Folgerung:** Programme an sich sind weder konstitutiv noch hinreichend für Semantik.

Die Argumentation scheint diesmal einleuchtender als in der Antwort auf den System-Einwand. Formal-logisch ist die Folgerung korrekt und die drei Axiome scheinen auf den ersten Blick „wahr“ zu sein.

Allerdings haben Paul und Patricia Churchland dem etwas entgegen zu setzen:

sie bemängeln, dass das dritte Axiom noch nicht erwiesen ist. Wenn dem so wäre, dann wäre alle Anstrengung der KI, (allein) aus Syntax Semantik zu erzeugen, dahin. Schließlich nehme die KI ja gerade an, dass es möglich ist Semantik (allein) aus Syntax zu erzeugen. Vertreter der KI könnten ebenso als Axiom annehmen: Syntax *ist* konstitutiv und hinreichend für Semantik.

Sie werfen Searle vor, er hielte nur an seiner Argumentation fest, weil er sich nicht vorstellen könne, dass Syntax ausreiche um Semantik zu erzeugen. Sie vergleichen seine Haltung mit der Auffassung eines bekannten irischen Bischofs aus dem 18. Jahrhundert, der sich nicht vorstellen konnte, dass Druckwellen in der Luft hinreichend für Laute sein könnten. Sie führen weiter an, dass es selbst heute noch Menschen gibt, die sich nicht vorstellen können, dass tote Materie an sich (sofern sie entsprechend organisiert ist) hinreichend für Leben sein kann. Ohne diese Vergleiche näher untersuchen zu wollen, denn auch sie mögen bei genauerer Betrachtung nicht ganz korrekt sein, so wird doch deutlich was die Churchlands damit sagen wollen: nur weil wir uns nicht vorstellen können, dass etwas der Fall ist, heißt noch lange nicht dass es nicht tatsächlich der Fall ist. Und mit solch einem Beispiel haben wir es hier zu tun (zu diesem Abschnitt vgl. Churchland, 1990, S. 50).

## Der Vorschlag der Simulation

Die Churchlands schlagen eine andere Herangehensweise vor; sie sagen: wir Menschen können „verstehen“ und alles deutet darauf hin, dass dieses Verstehen im Gehirn entsteht. Warum soll man also nicht versuchen, das Gehirn exakt so nachzubauen, wie es ist ? Was macht z.B. ein Hersteller für Fernsehgeräte, wenn die Konkurrenz ein neues Fernsehgerät mit innovativer Technik herausbringt ? Er kauft ein Exemplar, lässt es in seine Einzelteile zerlegen, versucht das dahinterstehende Prinzip zu erkennen und sechs Monate später gibt es das gleiche Fernsehgerät mit der gleichen innovativen Technik auch von ihm. Nach diesem

---

<sup>5</sup> Mit „Semantik“ ist das gemeint, was in Abb. 1 mit „mentaler Repräsentation“ bezeichnet ist

Prinzip arbeitete auch die Bionik, die Konstruktionen und Verfahrensweisen, die in der Natur vorkommen, auf die Technik überträgt<sup>6</sup>. Warum also nicht auch das Gehirn nachbauen? In ihrem Artikel von 1990 fassen sie die ihrer Meinung nach wichtigsten Eigenschaften der Verarbeitungsprozesse im Gehirn in drei Punkten zusammen (Churchland, 1990, S.52):

1. **Parallelverarbeitung**: die Tatsache, dass das Gehirn Signale parallel verarbeitet, führt zu einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit und Zuverlässigkeit.
2. **Einfachheit**: eine einzelne Nervenzelle ist relativ einfach aufgebaut und verarbeitet Signale analog.
3. **Dynamik**: das Gehirn wird zu einem dynamischen System, dadurch dass so etwas wie eine „Rückprojektion“ stattfindet. Gruppen von Nervenzellen sind oft doppelt oder mehrfach miteinander verbunden, sodass sie miteinander kommunizieren können.

(vgl. hierzu ebenfalls Churchland, 1997, S. 15f)

Wenn man diese Eigenschaften simuliert, so die Churchlands, kann man künstliches Verstehen erzeugen.

Das problematische an dieser Idee ist die Frage nach der Simulation: eine Simulation ist eine Nachahmung. Eine Simulation ist keine Duplikation. Wenn wir eine Feuersbrunst am Computer simulieren, so brennt dabei nicht der Bildschirm und es entsteht auch keine Hitze (vgl. Searle, 1980, S.423). Der Grund ist, dass wir nur bestimmte Teile der Feuersbrunst simulieren. Würden wir alle Teile simulieren, so würden wir sie *duplizieren*.

Ebenso verhält es sich beim Gehirn. Um alle Fähigkeiten des Gehirns zu simulieren müssten wir es duplizieren. Nun wollen wir aber gar nicht das gesamte Gehirn simulieren, sondern nur die Teile, die notwendig sind um zu „verstehen“. Aber welche sind das? Searle spricht in all seinen Artikeln von „kausalen Kräften“ (causal powers), die er allerdings nie näher erläutert. Auch die Churchlands können diese Frage nicht beantworten, sondern verweisen auf die Zukunft. In ihren Augen wissen wir *noch* nicht welche Eigenschaften für das „Verstehen“ relevant sind, allerdings sind sie der Meinung, dass es sich hierbei um eine *empirische* Frage handelt, die früher oder später beantwortet werden kann (Churchland, 1990, S.54).

## Diskussion

Das Leib-Seele-Problem, um nichts anderes geht es hier letztendlich, beschäftigt die Philosophie des Geistes schon seit Jahrhunderten. Hier auch nur den Versuch einer Beantwortung dieser Frage zu starten, wäre Anmaßung. Die hier dargestellte Diskussion ist nur ein winziger Bruchteil dessen, was an Versuchen die Frage nach dem Geist zu beantworten, angestellt wurde. Nichtsdestotrotz sind wir der Beantwortung dieser Frage in den letzten fünfzig Jahren um einiges näher gekommen. Die KI-Forschung, die Neurobiologie, der Wandel der Technik und die daraus entstandenen Diskussionen haben einen immensen Anteil zu dieser Entwicklung beigetragen.

---

<sup>6</sup> momentane Anwendungsgebiete sind vor allem die Aero- und Hydrodynamik, allerdings beginnt man gerade z.B. auch die Struktur von sehr stabilen Knochen, auf den Bau von Brücken anzuwenden..

Wir haben das Gehirn in seine Bestandteile zerlegt und haben nichts gefunden, was eine *vis mentalis*, eine Kraft des Geistes, sein könnte. Auch wenn damit die Frage nach dem Leib-Seele-Problem noch lange nicht geklärt ist, weil uns vielleicht noch geeignete Messinstrumente fehlen<sup>7</sup>, so sollten wir uns dennoch mit der Frage auseinandersetzen, was die Vorstellung, dass unser Gehirn *nur* aus Atomen und Molekülen besteht, zur Folge hätte.

Unsere kognitiven Fähigkeiten entstünden in diesem Falle nur aus der Organisation und dem Zusammenspiel vieler Milliarden Neuronen. Das Prinzip dieser Organisation zu durchschauen um es dann in geeigneter Form nachbauen zu können, liegt momentan zwar noch außerhalb unserer Möglichkeiten, aber die Realisierung eines solchen Nachbaus wäre nur eine Frage der Zeit.

Atome und Moleküle interagieren miteinander, oder besser: reagieren nach genau festgelegten Regeln. Diese Regeln kennen wir. Wenn wir also Art und Aufenthaltsort eines jeden Atoms und Moleküls in einem Gehirn kennen, so ist es *theoretisch* möglich, dass wir die Interaktion zweier Moleküle vorhersagen können. Können wir dies für zwei Moleküle, so können wir es (theoretisch !) auch für alle weiteren.

Die Folge wäre, dass wir in der Lage wären das gesamte Verhalten eines Menschen vorherzusagen, denn schließlich gehen all seine Aktionen vom Gehirn aus. Ein solcher Berechnungsprozess ist selbst mit der schnellsten Technik unmöglich nachzuvollziehen. Dass dies der Fall ist, liegt an der Tatsache, dass die Anzahl aller möglichen Verbindungen die Anzahl der Elementarteilchen im gesamten Universum übersteigt (vgl. z.B. Churchland, 1997, S.5). Selbst wenn jedes Elementarteilchen nur eine Informationseinheit tragen würde, würden die Teilchen im Universum für einen solchen Berechnungsprozess nicht ausreichen.

Das ändert nichts an der daraus resultierenden Tatsache, dass all unsere Aktionen determiniert wären. Wir könnten sie zwar nicht vorausberechnen, aber sie wären durch unser Erbgut und all die Einflüsse, die seit unserer Geburt auf uns eingewirkt haben determiniert. Jede Aktion würde nur auf der Reaktion von vielen Atomen und Molekülen basieren welche wiederum durch bestimmte Regeln, die wir schon kennen, festgelegt sind. Schlussfolgerung daraus wäre, dass alle unsere Aktionen von diesen Regeln abhängig und somit ebenfalls festgelegt sind. Wenn all unsere Aktionen schon festgelegt sind, so ist es auch unser ganzes Leben. Wir wären determiniert, hätten keine Willensfreiheit mehr, womit wir schon mittendrin in der ebenfalls schon lange diskutierten Frage nach Determinismus oder Willensfreiheit wären. Diese wäre schnell beantwortet: wenn all unsere Aktionen schon festgelegt sind, dann haben wir keinen freien Willen mehr.

Diese Vorstellung klingt paradox, denn subjektiv empfinden wir so etwas wie Willensfreiheit. Liegt es vielleicht nur an unserem Wunsch nach Freiheit, dass viele Menschen, ähnlich wie Searle es einfach nicht wahr haben wollen, dass Menschen so funktionieren wie Programme ? Tun sie das überhaupt ? Für diese Annahme gibt es weder Beweis noch Gegenbeweis, allerdings deuten alle Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung daraufhin, dass wir nicht mehr als eine Ansammlung von Atomen und Molekülen sind.

Diese Ergebnisse zu akzeptieren würde bedeuten dem Menschen seine Würde zu nehmen.

---

<sup>7</sup> Bevor es Instrumente zur Messung von Ultraschall gab, glaubte man auch, Fledermäuse orientierten sich so wie die meisten Lebewesen mit Hilfe der Augen – heute wissen wir, dass dies nicht der Fall ist.

Insofern werden zukünftige Ergebnisse in der Hirnforschung kritisch zu betrachten und zu prüfen sein, um anschließend die sich daraus ergebenden Fragen zu einem neuen Menschenbild, das dann sicherlich erforderlich wäre, zu erörtern.

## Literatur

Churchland, Paul & Patricia, Ist eine denkende Maschine möglich, in: Spektrum der Wissenschaft, 1990, (S. 47-54)

Churchland, Paul, Die Seelenmaschine – eine philosophische Reise ins Gehirn, Heidelberg/Berlin, 1997, Spektrum (Original: 1995, MIT Press)

Copeland, Jack, Artificial Intelligence – A philosophical introduction, Oxford, 1993, Blackwell

Ogden, C.K. & Richards, I.A., Die Bedeutung der Bedeutung (Original: The Meaning of Meaning), Hrsg.: Habermas, Jürgen, Henrich, Dieter & Taubes Jacob, Frankfurt, 1974 (Original: London, 1923), Suhrkamp

Searle, John R., Ist der menschliche Geist ein Computerprogramm ?, in: Spektrum der Wissenschaft, 1990 (S. 40-46)

Searle, John R., Minds brains and programs, in: The Behavioral and Brain Sciences, Cambridge, 1980, Cambridge University Press, dt. Übersetzung „Geist, Gehirn, Programm“ in: Zimmerli, W. & Wolf, S., Künstliche Intelligenz – Philosophische Probleme, Stuttgart, 1994, Reclam

<http://www.philosophenlexikon.de/searle.htm>

[http://www.fpoe-ltklub-ooe.at/pressedienst2001/010626\\_1.shtml](http://www.fpoe-ltklub-ooe.at/pressedienst2001/010626_1.shtml) (zum Thema Bionik)