

EIN ERSTES FAZIT

Kann es den perfekten Roboter geben? Kann man den Menschen als Maschine nachbauen? Erste Überlegungen führten zu einem unerwarteten Problem. Die Wissenschaftler wissen gar nicht, was sie genau nachbauen wollen. Es gibt keine Tagungen, Symposien und Workshops der Robotik zum Thema, wie man einen Menschen auf die Maschine reduziert. Und die Roboterbauer? Wollen sie ihr Ziel nicht näher eingrenzen? Es hat den Anschein.

DIE REDUKTION DES MENSCHEN AUF DIE MASCHINE

Kann man den Menschen auf die Naturwissenschaften reduzieren? Kann man ihn im zweiten Schritt mit einer Maschine modellieren? Es lohnt ein Ausflug über die Grenze der Robotik hin zu anderen Wissenschaften. Die Paläanthropologie beispielsweise entwickelte zwei Kriterien, die Menschen von anderen Lebewesen unterscheiden. Da ist zum einen die Anatomie des aufrechten Gangs. Die Merkmale reichen von veränderten Gelenkpfannen an den Fußzehen und der Herausbildung eines Oberschenkelhalses bis zu einer veränderten Kopfhaltung mit neuen mechanischen Kraftlinien am Kiefer. In der Folge wuchs der Schädel und das Gehirn bekam mehr Platz.

Allerdings ist das Gehirnvolumen eine der am stärksten überschätzten Eigenschaften des Menschen (das Thema wurde ja schon in einem früheren Kapitel aufgegriffen). Man kann sich drehen und wenden, der Mensch ist nicht das Lebewesen mit den meisten grauen Zellen. Ginge es allein nach Masse, müsste der Elefant wesentlich intelligenter sein als der *Homo sapiens*. Allerdings sind bis heute keine Anzeichen einer Elefantenkultur, -technik oder -wissenschaft bekannt.

Hinzu kommt, dass alle Nervenzellen der Natur auf ein und dieselbe Weise arbeiten. Das neuronale System eines Menschen funktioniert auf der gleichen Grundlage wie das einer Schnecke, eines Frosches oder einer Schlange. Allerdings sind die Ergebnisse völlig verschieden. Deshalb suchen jetzt Hirnforscher – zwischenzeitlich wurde klammheimlich die Hilfswissenschaft gewechselt – die neuronale Grundlage des menschlichen Geistes in dem, was am menschlichen Gehirn wirklich spezifisch ist: in der ausdifferenzierten Struktur des Kortex.

Tatsächlich ist der Mensch das Lebewesen, dessen Kortex die differenzierteste Struktur in der Natur aufweist. Einige dieser Zentren wie der Gyrus frontalis inferi-

or (satzsemantische und syntaktische Verarbeitung, Arbeitsgedächtnis), der Gyrus temporalis medius (wortsemantische Verarbeitung) und der Gyrus temporalis superior (Integration syntaktischer und semantischer Information) sind beispielsweise für die Sprache zuständig. Doch wenn man so argumentiert, hat man sich schon auf eine gewisse Reduktion des Menschen eingelassen.

Wie der Wissenschaftshistoriker Michael Hagner ausführte⁴⁹, ist es kein Wunder, dass sich die kognitiven Neurowissenschaften immer wieder mit großem Engagement der menschlichen Sprache zugewendet haben, ist sie es doch, die seit langem und für Viele bis zum heutigen Tag das entscheidende Kriterium für den Unterschied zwischen Mensch und Tier darstellt.

Dass der Mensch sprechen könne, sagt Descartes, sei ein ganz sicheres Mittel, ihn von einem Tier oder einer Maschine zu unterscheiden. Ein Mensch könne noch so einfältig sein, als Taubstummer auf die Welt gekommen sein, er sei in der Lage, eine Rede zu bilden oder adäquate Zeichen zu entwickeln, anhand derer er seine Gedanken verständlich macht. Ein solcher Unterschied ist nicht graduell, sondern prinzipiell. Er beweist nach Descartes, dass der Mensch Vernunft habe, das Tier und die Maschine jedoch nicht. ... Die Seele benutzt die körperliche Maschine, um sich auszudrücken; und auch wenn einige Teile der Maschine versagen – das Gehör, der Kehlkopf, die Hand – so vermag sie immer noch andere Instrumente dahingehend zu bestimmen, dass sie jene Ausdrucksformen übernehmen.⁵⁰

Diese Position kam kurz vor 1800 ins Wanken. Zwar war bei den Wissenschaftlern damals von der Lokalisation geistiger Qualitäten im Gehirn noch keine Rede, aber die metaphysischen Gefahren einer Verschmelzung der Sprach- mit der Gehirnfunktion war ihnen durchaus bekannt.

Zwei Generationen später ging es im Zuge der ersten großen Erfolge der cerebralen Lokalisationsforschung dann nur noch um die Frage, ob Sprache eher als psychologisches oder als physiologisches Phänomen abzuhandeln sei. Als der französische Chirurg Paul Broca 1861 mit einer Veröffentlichung Aufsehen erregte, in der er eine der Hauptkomponenten des Sprachzentrums beschrieb, veränderte sich das, was man als Sprache bezeichnete.

Die Definition von Sprache lief damit auf die Fähigkeit hinaus, eine Idee in ein konstant bleibendes Zeichen umzusetzen. Offen war nur die Frage, ob die Sprachstörung intellektueller Natur sei oder nur den Mechanismus der Sprachartikulation

49 Hagner 2004

50 Hagner 2004, S. 38

on betreffe. Brocas Votum für die erstere Deutung wurde zur Leitvorstellung des Lokalisationismus in der Hirnforschung, das heißt, dass eine geistige Funktion einer definierten Hirnregion zugeordnet wurde.⁵¹

Heute kann man diesen Unterschied mit zwei verschiedenen Begriffen handhabbar machen. Sprache ist einerseits ein konstantes Zeichensystem, wie es heute nicht nur von Neurologen und anderen Wissenschaftlern, sondern auch im Alltag verstanden wird. In dieses System werden Ideen umgesetzt und kommuniziert. Daneben steht der Sprachbegriff, wie er seit René Descartes verwendet wird und nach dem man Sprache als allgemeine Ausdrucksfähigkeit des Menschen beschreiben kann. Diese Ausdrucksfähigkeit beruht auf dem symbolischen Denken, zu dem nur Menschen fähig sind.

Paläontologisch betrachtet ist das symbolische Denken das zweite Kriterium für die Spezies Mensch. Im symbolischen Denken bildet man einen Ausschnitt der Wirklichkeit auf irgendwelche Zeichen ab. Wichtig für die Auswahl der Zeichen ist lediglich eine Kommunikation zu deren Bedeutung. Die Zeichen selbst sind vollkommen beliebig. Es können die erwähnten Knochengravuren aus der Blombos-Höhle Südafrikas sein, die Höhlenmalereien von Lascaux oder eine Frauenfigur, die als Venus von Willendorf bekannt ist.

Maschinenmenschen müssen diese zwei Funktionen abbilden. Der aufrechte Gang ist inzwischen von Laufmaschinen wie dem Roboter Asimo realisiert. Auch die Königsklasse der „humanoiden Roboter“ klickte auf dem RoboCup 2006 auf zwei Beinen. Zwar sind alle Bewegungen noch recht ungelenkt und es mangelt außerdem an grundsätzlichen Fähigkeiten wie der Orientierung im Raum, aber erste Ansätze sind gemacht. In ihrer Ausarbeitung, so scheint es, sind keine grundsätzlichen Probleme mehr zu lösen. Es geht nur noch um Umsetzungsfragen, Verfeinerungen, Ingenieurkunst.

Anders sieht es mit der technischen Modellierung des menschlichen Geistes aus. Die möglicherweise dafür geeignete Maschine ist der Computer. Basiert das Denken wie beim Schachspiel, dem Reservieren von Zugplätzen oder der Suche im Internet auf festen Regeln, sind Rechner unschlagbar. Während sich Menschen mit Hilfe eines Konglomerats aus Erinnerungen (Vergleich mit bekannten Situationen) und Abschätzungen oder durch einfaches Raten aus der Affäre ziehen, hat der Rechner die Möglichkeit, eine extrem große Anzahl von Möglichkeiten nacheinander durchzukalkulieren.

Will man jedoch zutiefst menschliche Regungen modellieren, stößt man auf Probleme. Beispielsweise gibt es verschiedene miteinander konkurrierende Modelle der menschlichen Gefühlswelt. Das eine sieht Gefühle wie Liebe, Angst, Traurig-

⁵¹ Hagner 2004, S. 51

keit, Überraschung, Freude, Ekel usw. als Elemente eines einzigen schwankenden Zentralzustands; die andere Theorie legt den Gefühlen ausführende Schalter, so genannte neuronale Schaltkreise, zugrunde, die vier Grundgefühle auslösen: Erwartung, Wut, Angst und Panik. Für Software-Ingenieure hat dieses zweite Modell den Vorteil, dass sich klare Umsetzungsregeln finden lassen. Deshalb lässt es sich auf einen Rechner bringen. Ob dieses Modell darüber hinaus den unterschiedlichen Gefühlshaushalt eines Menschen auch nur annähernd beschreibt, kann niemand sagen.

Problematischer als bei den menschlichen Gefühlen sieht es in dem Bereich aus, den Wissenschaftler Weltwissen nennen. Darunter verstehen sie nicht das wissenschaftliche Wissen von der Welt, beispielsweise die Himmelsmechanik für die Sternbahnen, oder die Quantenmechanik für den Aufbau der Materie – dieses Wissen basiert auf Regeln und ist deshalb trotz entsprechender Mühe prinzipiell auf Rechnern abzubilden. Zum Weltwissen dagegen gehört wesentlich das Wissen des Alltags. Es ist ein Wissen, das Menschen jenseits des Babyalters so selbstverständlich ist, dass sie gar nicht mehr wissen, dass sie es wissen und sich trotzdem in allen Situationen des Lebens danach richten. Zum Weltwissen gehört beispielsweise, nicht in eine Kerzenflamme zu greifen. Man kann über ein Skateboard stolpern und Stühle sind Möbel zum Sitzen.

Wie bildet man beispielsweise einen Stuhl gedanklich ab? Wissenschaftler gehen von verschiedenen, miteinander konkurrierenden Modellen aus. Eines fußt auf der Idee, dass es zu jedem konkreten Begriff einen Prototypen gibt. Beim Stuhl etwa könnte es sich um einen Küchenstuhl ohne Bezug und ohne Armlehnen handeln. Alle anderen Stühle weichen mehr oder minder von diesem Prototyp ab, je nachdem, ob es sich um einen Büro- oder ein Esszimmerstuhl handelt.

Das andere Denkmodell versucht, Begriffe über dessen Merkmale und deren Verknüpfungen untereinander darzustellen. Ein Stuhl ist also eine Sitzgelegenheit, die manchmal vier Beine hat (wenn es kein Zahnarztstuhl ist), manchmal Armlehnen, sicher aber eine Rückenlehne. Sollte trotzdem die Rückenlehne einmal fehlen, könnte es sich um einen Hocker handeln, allerdings auch um einen kaputten Stuhl vom Sperrmüll.

Dieses zweite Modell lässt sich zwar programmieren, ist aber notgedrungen unvollständig, weil, wie schon die kurze Liste der verschiedenen Stühle zeigt, eine Merkmalsliste zwangsläufig unvollständig und, schwieriger für Computer, von Ausnahmen durchsetzt ist. Kurz: Computer können zwar den amtierenden Schachweltmeister stellen, sie können aber nicht einmal das Weltwissen eines fünfjährigen Kindes abbilden.

Hinzu kommt, dass Menschen einerseits Individualisten, andererseits soziale Wesen sind. Der Münchener Psychologe Andreas Krapp spricht von drei mensch-

lichen Grundbedürfnissen, „human basic needs“ genannt, die erfüllt werden müssen.⁵²

„Man kann drei Basic Needs unterscheiden“, sagt Andreas Krapp, „das Bedürfnis nach Autonomie oder Selbstbestimmung, das Bedürfnis nach sozialer Einbettung und drittens die Erfahrung, die Dinge, die man gemacht hat, auch kompetent tun zu können. Also Kompetenzerfahrung.“

Kann man all das, das symbolische Denken, psychische Grundbedürfnisse und so etwas wie Bewusstsein, Geist und Seele auf die Naturwissenschaften reduzieren? Wie sieht der Prozess der Reduktion aus? Welche Gefahren lauern? Lassen sich beispielsweise Begriffe wie Seele, Bewusstsein, Geist und Denken vollständig auf neurophysiologische Prozesse zurückführen?

Das Modell der Reduktion stammt aus den Naturwissenschaften. Genau so, wie die Wissenschaft gezeigt hat, dass Gegenstände nichts weiter als Ansammlungen von Partikeln sind, so werde die Wissenschaft zeigen, dass Bewusstsein nichts weiter als etwas anderes ist – das Feuern von Neuronen oder Computerprogramme ... Wir brauchen eine Unterscheidung zwischen denjenigen Reduktionen, die das reduzierte Phänomen eliminieren, indem sie zeigen, dass es sich um eine Täuschung handelt – Sonnenuntergänge werden zum Beispiel eliminiert, indem man zeigt, dass sie Täuschungen sind, die durch die Erdrotation entstehen – und denjenigen Reduktionen, die zeigen, wie ein echtes Phänomen in der Welt realisiert ist.⁵³

LEBEN UND TOD

Auffällig an der bisherigen Argumentation ist die Abwesenheit des Begriffs Leben. Zwar haben interessierte religiöse Kreise rund um das Intelligent Design versucht, den Begriff ins Spiel zu bringen, doch reicht der Ansatz nicht weiter als bis zu einem verunglückten Gottesbeweis.⁵⁴

52 Mancher mag an dieser Stelle eine Argumentation mit Freuds Dreistufenmodell (Ich, Es, Über-Ich) der menschlichen Psyche vermissen oder die Analogie C. G. Jungs (Bewusstes, Unbewusstes). In der Robotik kommt es weniger darauf an, die menschliche Psyche als den Menschen in der sozialen Interaktion zu modellieren. Demjenigen, der an dieser Stelle einwendet, die soziale Interaktion beruhe auf der Psyche, muss gesagt werden: Mit diesem Gedanken vollzieht er eine Reduktion (entsprechend wäre: Die materiellen Eigenschaften einer Teetasse beruhen auf der Quantenmechanik.). Diese Reduktion müsste genauer untersucht werden. Ob das Ergebnis allerdings relevant für die Robotik ist, darf an dieser Stelle bezweifelt werden.

53 Searle 2006

54 Vgl. Springfeld 2006

Definitionen des Begriffs Leben⁵⁵

Definition	Gegenargument
Leben ist alles, was Nahrung aufnimmt, verdaut und wieder ausscheidet.	Autos nehmen Treibstoff auf, verdauen (verbrennen) ihn und scheiden Abgase aus. Das gleiche gilt für brennende Kerzen.
Lebewesen operieren autonom und werden zielgerichtet tätig. Durch Reproduktion gehen sie keine wesentliche Veränderung ein.	Sind Menschen autonom, deren Körper essentielle Aminosäuren nicht selbst produzieren?
Leben ist ein offenes System, das ständig thermodynamische Ungleichgewichtszustände durchläuft.	Blitze eines Gewitters befinden sich ebenso außerhalb eines thermodynamischen Gleichgewichtszustands wie die Ozonschicht.
Leben ist eine Eigenschaft von Materieeinheiten, die in geeigneter Umwelt einen pro Zeiteinheit reduzierten Zuwachs an Entropie verursacht*.	Durch den Stoffwechsel erzeugt ein erwachsener Mensch mindestens genauso viel Entropie wie seine unbelebte Umgebung.

* Übersetzt: das Durcheinander in der Welt wächst ständig. Lebewesen verlangsamen diesen Prozess, indem sie eine Ordnung schaffen.

Hinzu kommen einmal mehr Definitionsprobleme. Es gibt keine verbindlichen Kriterien für das, was Leben ist. Zwar hängt man daran und die Psychologie bescheinigt dem Individuum einen Selbsterhaltungstrieb, aber es gibt keine naturwissenschaftliche Beschreibung dessen, was erhalten werden soll. Die Beschreibungsansätze sind vielfältig.

Selbst wenn man das Problem von der anderen Seite angeht, vom Nicht-mehr-Leben, dem Tod oder dem Todeskriterium, führt der Weg kaum weiter. Zwei verschiedene Todeskriterien gab es, bevor der Bundestag am 26. September 1997 mit dem Transplantationsgesetz das Hirntodkriterium verbindlich festschrieb⁵⁶. Man prüfte auf Atemstillstand und schließlich auf Herzstillstand. Im Rahmen moderner Operationstechniken, bei denen ein Patient in ein tiefes Koma versetzt wird, so dass der natürliche Herzschlag und die selbstständige Atmung aussetzen und von einer Maschine übernommen werden, waren diese Kriterien nicht mehr haltbar. Im August 1968 formulierte die Ad-Hoc-Kommission der Harvard University erstmals das Hirntodkriterium als diagnostisches Mittel des Individualtodes. Nahezu augenblicklich wurde es von der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und anderen medizinischen Fachgesellschaften übernommen.

Heute gilt im Wesentlichen eine Fassung, wie sie der Wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer am 29. Juni 1991 formulierte: „(Der Hirntod ist ein) Zustand des irreversiblen Erlöschenseins der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms bei einer durch kontrollierte Beatmung noch aufrechterhaltenen Herz-Kreislauf-Funktion. Der Hirntod ist der Tod des Menschen.“

55 Nach Walter 1999, S. 55 f.

56 Vgl. Schlich & Wiesemann 2001, S. 20 ff.

Mit dem Hirntod veränderte sich die Vorstellung dessen, was man Leben nennt. Ein Beispiel macht es deutlich.⁵⁷ Um 1900 herum empfahlen medizinische Lehrbücher, gerade Verstorbene zur Wiederbelebung künstlich zu beatmen. Man sollte die Arme des liegenden Patienten auf und ab bewegen. Dadurch sollte sich der Brustkorb heben und senken. Die Nachahmung der Atembewegung sollte also das Atmen ersetzen und den Patienten ins Leben zurückführen.

Dann wurden die ersten Beatmungsgeräte entwickelt, vornehmlich für die Chirurgie. Sie setzten sich mit dem Argument durch, der Sauerstoffgehalt des Blutes, der durch diese Geräte erreicht wird, wäre vergleichbar dem eines natürlich atmenden Menschen. In der Folge kam es nicht nur in der Medizin zu einem Paradigmenwechsel. Fortan imitierte man keine Bewegungen mehr. Man definierte verschiedene Vitalfunktionen wie die Atmung oder die Arbeit des Herz-Kreislauf-Systems. Dabei stand außer Zweifel, dass diese Funktionen teilweise abgeschaltet und für eine bestimmte Zeit an eine Maschine ausgelagert werden konnten. Wirklich tot war man erst, wenn der Körper diese Funktionen dauerhaft nicht mehr übernehmen konnte.

Was bedeutet dieser Paradigmenwechsel für die Robotik und die Nachbaubarkeit des Menschen? Stützt dieser Umschwung von der Nachahmung lebenswichtiger Bewegungen zur Reproduktion der verschiedenen Vitalfunktionen den Glauben an die Nachbaubarkeit des Menschen? Erst mit dieser veränderten Sichtweise wurden die Vitalfunktionen technisch umsetzbar. Andererseits war gerade die technische Nachahmung des Menschen, beispielsweise das Flötenspiel der Aufziehpuppen des Jacques de Vaucanson, das augenscheinlich stärkste Argument für die Nachbaubarkeit des Menschen.

Wie man sich auch dreht und wendet, das Gehirn wird heute als das zentrale Organ des Menschen betrachtet. Die Frage, ob und wie weit sich der Mensch als Maschine modellieren lässt, hängt wesentlich von der Frage ab, ob sich das Gehirn, das symbolische Denken und das Weltwissen eines Menschen auf dem Computer abbilden lassen. Oft wird das Gehirn mit einem Computer verglichen. Doch wie weit trägt dieser Vergleich? Es lohnt sich, dieser Spur nachzugehen.

57 Vgl. Schellong 2001, S. 187 ff.