



Jutta Weber

Der Roboter als Menschenfreund

Wie das neue Forschungsfeld Mensch-Roboter-Interaktion den Dienstleistungsbereich erobern will

Der Industrieroboter ist Schnee von gestern. Das neue Zauberwort heißt soziale Robotik. Gefühlvolle Roboter mit „sozialer Kompetenz“ und „eigener Persönlichkeit“ sollen uns bald als kostengünstige Gefährten im Alltag unterstützen, sich mit unseren Kindern anfreunden oder uns im Altersheim die Einsamkeit vertreiben.

Seit einigen Jahren hat auch die Robotik den Dienstleistungsbereich entdeckt. Während früher nur Maschinen von Experten für Experten gebaut wurden, will man heute „soziale“ und „emotionale“ Roboter für den alltäglichen Gebrauch entwickeln. Sie sollen als Spielzeug, therapeutische Hilfe, Assistent, Unterhaltungsgegenstand oder Liebesobjekt fungieren. Parallel zu den steigenden Verkaufszahlen von Spielzeugrobotern wie Aibo oder Pino und der Diskussion um Pflegeroboter steigt die Bedeutung der Mensch-Roboter-Interaktion (Human-Robot Interaction) als Forschungsfeld [1].

In der auch als soziale Robotik titulierten Forschung liegt die Aufmerksamkeit primär bei den Nutzerinnen und Nutzern der neuen Dienstleistungstechnologien. Man will freundliche Maschinen entwickeln, die als verständige und glaubhafte Interaktionspartnerinnen mit den Menschen natürlich kommunizieren, von ihnen lernen und im Idealfall sogar einen eigenen Weltzugang entwickeln.

Ursprung und aktuelle Bedeutung der Mensch-Roboter-Interaktion sind mit einer kleinen Revolution in der Entwicklung autonomer Systeme verbunden. In den Anfängen der klassischen Künstlichen Intelligenz wie auch in der Robotik lag der Schwerpunkt der Forschung lange auf Algorithmen, auf Rechnen, Planen und dem Prozessieren von Symbolen. Erst in den achtziger Jahren wurde „Interaktion“ zunehmend zu einer Leitmetapher bei der technischen Gestaltung von Informationssystemen. Heute international anerkannte Robotiker wie Rodney Brooks vom AI Lab des US-amerikanischen Massachusetts Institute of Technology (MIT), Luc Steels von Sony in Paris oder Rolf Pfeifer vom AI Lab der ETH Zürich läuteten Mitte der achtziger Jahre eine Trendwende ein hin zu verhaltensbasierten Ansätzen. Unter dem Motto „Fast, cheap and out of control“ (Brooks) entwickelten sie autonome und verkörperte Systeme, die nicht mehr nur in den Spielzeugwelten der Labore agieren sollten, sondern in der realen physischen Umwelt.

Neben der System-Umwelt-Kopplung avancierten vor allem Selbstorganisation, Evolution

und Emergenz zu wichtigen Konzepten der Robotik. Die von Biologie, Kybernetik und Artificial-Life-Forschung inspirierte Robotik hoffte, durch Anpassung und das Evozieren von unerwarteten und qualitativ neuen Effekten die Evolution von flexiblen und dynamischen intelligenten Systemen voranzutreiben. Interaktives Verhalten der autonomen Systeme wurde zunächst primär als Schwarmverhalten, als Interaktion der Roboter untereinander gedacht. Roboter konkurrierten um Futter- beziehungsweise Energieressourcen oder wurden als Kooperationspartner modelliert, die gemeinsam schwierige Aufgaben in für den Menschen unzugänglichen oder gefährlichen Bereichen wie dem Weltraum oder der Tiefsee erledigen sollten.

Partner statt Werkzeug

In der sozialen Robotik steht dagegen nicht die Interaktion mit der physischen Umwelt oder von Robotern untereinander im Mittelpunkt, sondern die Schnittstelle zwischen Nutzer und Roboter. Die zentralen Konzepte sind Sozialität, Emotion und Mensch-Maschine-Interaktion. Der Schwerpunkt verlagert sich also vom „autonomen“ Verhalten der Maschinen hin zur Interaktion als partnerschaftlicher Kooperation mit den Menschen. Dieser Wandel wird in der Robotik selbst als radikale Verschiebung in der Konzeption autonomer Systeme interpretiert. Der Roboter ist nicht mehr Werkzeug, sondern wird als Partner modelliert, an den Menschen Aufgaben delegieren können [2].

Vor diesem Hintergrund bezieht sich die Robotik häufig auf Ansätze aus dem schon lange etablierten Bereich der Mensch-Computer-Interaktion. Beliebte ist hier vor allem die Studie „The Media Equation“ von Byron Reeves und Clifford Nass. Die an der Stanford University arbeitenden Forscher wollten empirisch belegen, dass Menschen die Tendenz haben, Maschinen wie lebendige oder gar intelligente Wesen zu behandeln und ihnen Gefühle oder Intentionen zuzuschreiben: Wenn wir unserem bockigen Computer Hinterlist unterstellen oder kaputte Maschinen als unfähig beschimpfen, sei das ein eindeutiges Zeichen für die Vermenschlichung von technischen

Artefakten. Dies interpretierten sie als Hinweis auf unsere „natürliche“ Tendenz, Verhalten als sinnhaft zu deuten – und zwar einschließlich maschinellen Verhaltens.

Trotz vielfältiger Kritik an der methodisch teilweise fragwürdigen Studie wird in der sozialen Robotik häufig auf diese Annahmen gebaut. Man will den angenehmen Hang zur Sinnzuschreibung nutzen, indem man Roboter menschenähnlich, als Comicfigur oder auch als niedliche Roboterkreatur gestaltet. Ein hilfloser Augenaufschlag, ein gewinnendes Lächeln oder gekräuselte Augenbrauen sollen den Nutzer glauben machen, dass Roboter eine Persönlichkeit aufweisen, gefühlvoll und sozial intelligent sind.

Für die Modellierung von Gefühlsausdrücken in humanoiden und anderen Roboterkreaturen wird zumeist auf Gefühlsschemata aus der Psychologie zurückgegriffen, um deren standardisierte Physiognomien und Persönlichkeitsmodelle für Roboter weiterzuentwickeln. Um die Arbeit zu vereinfachen, versucht man essenzielle Emotionen und grundlegende Persönlichkeitstypen zu klassifizieren. Derzeit geht man in der Mensch-Roboter-Interaktion meist von sechs Basisemotionen – Ärger, Ekel oder Abneigung, Furcht, Freude, Trauer und Überraschung – aus.

In manchen Variationen wird der Ekel durch Langeweile oder

die Überraschung durch Interesse ersetzt. Dass dieses Schema wirklich das Gefühlsspektrum von Menschen abbildet, bezweifeln auch viele Robotiker. Dennoch benutzen sie es für die Modellierung von Emotionen. Unbeantwortet ist bisher die Frage, ob sich diese extrem simplifizierten Schemata nicht irgendwann auch auf unsere alltäglichen Interaktionsmuster auswirken – gerade falls sich Dienstleistungsroboter in all unseren Lebensbereichen durchsetzen sollten.

In der Robotik sind Emotionen beziehungsweise programmierte Vorlieben auch deshalb beliebt, weil sie die Entscheidungsfindung bei komplexen und ambivalenten Situationen unterstützen sollen. Da der Roboter nicht immer rein logisch entscheiden kann, ob er nun beispielsweise eine blaue oder grüne Tasse greifen soll, gibt man „Sympathien“ oder „Abneigungen“ vor, die bei alltäglichen Entscheidungen helfen sollen. Allerdings erscheint es etwas hoch gegriffen, diese Programmierung mit Emotionen gleichzusetzen.

Die Tendenz, Maschinen zu vermenschlichen, ist keineswegs neu. Speziell bei Embodied Conversational Agents wie Avataren, aber auch generell in der Mensch-Computer-Interaktion wird dies schon seit einiger Zeit erforscht und instrumentalisiert. Da Roboter nicht nur virtuell auf einem Bildschirm agieren, sondern in der realen Welt

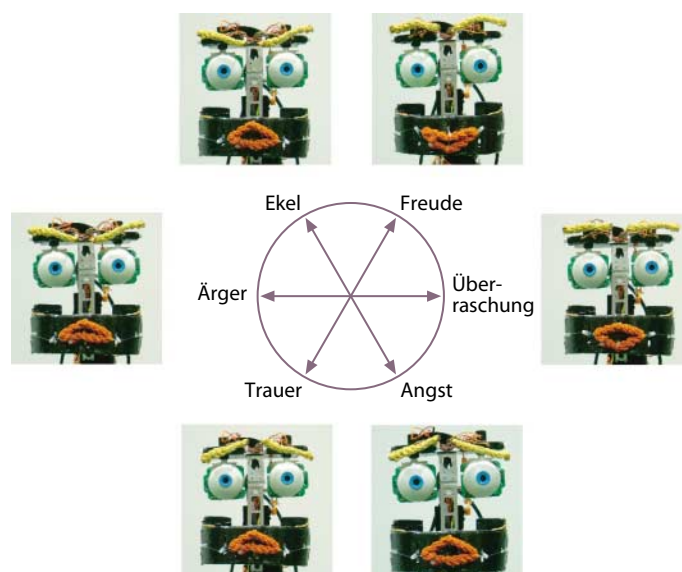
verkörpert und mobil sind, verspricht man sich von ihnen eine wesentlich höhere Überzeugungskraft als bei anderen menschenähnlichen Systemen. Ein im strengen Sinne verkörperter Roboter kann anders als ein virtueller Agent die reale Welt mit seinen Sensoren registrieren und ein eigenes „Verhalten“ entwickeln. Aufmerksamkeit oder Verständnis könnten eher simuliert werden und der Eindruck der Lebendigkeit sei höher. So sei man eher bereit, einem autonomen humanoiden Roboter, der bei einem lauten Geräusch den Kopf dreht, die Augenbrauen hochzieht und eine Frage stellt, überzeugende kognitive Fähigkeiten zuzuschreiben als einem comichähnlichen virtuellen Agenten, dem man nur per Tastatur Fragen stellen könne.

Vor diesem Hintergrund erscheint vielen Forschern auch die Vorstellung einer länger währenden Beziehung mit einem (eigenen?) Humanoiden plausibler als mit virtuellen Agenten. Während es den meisten Forscherinnen und Forschern primär darum geht, Sozialität und Emotion zu simulieren, um damit soziales Verhalten bei Menschen auszulösen, gibt es auch eine kleine Fraktion, die von Robotern träumt, die eigene Intentionen, Sprachfähigkeit und Gefühle entwickeln. Der Traum der euphorischen Fraktion der Community ist eine soziale Maschine, die sich in ferner Zukunft zu einer eigenständigen Persönlichkeit mausert.

Vorgetäuschte Gefühle

Die bisher entwickelten sozialen Maschinen erreichen dieses Ziel nicht einmal annähernd. In die unterste Kategorie ordnet man jene ein, die Sozialität lediglich hervorrufen oder unterstützen sollen und damit nur in einem eher eingeschränkten Sinne „soziale“ Maschinen sind. Als einfachste und technisch am wenigsten anspruchsvolle Variante demonstrieren sie nicht gerade den „state of the art“ in der sozialen Robotik. Gute Beispiele für diese Maschinen sind das Tamagochi oder einfache humanoide Spielzeugroboter wie der unlängst von Tchibo für wenig Geld verkaufte Pino.

„Ich kann fühlen wie ein Mensch“, behauptet Pino zwar auf der Homepage von Tchibo, auf der es weiter heißt: „Dieser



Gefühlschemata und Persönlichkeitstypen sollen die Modellierung von Gefühlsregungen und damit die soziale Interaktion erleichtern.

Bild: Universität Freiburg

Roboter freut sich über viel Zuwendung, ist lernfähig und entwickelt nach und nach eine Persönlichkeit.“ Über die Stimulation von Sensoren soll man ihn „erziehen“ können und ihm damit auf Dauer ein etwas interessanteres, angeblich intelligentes Verhalten abringen. Konkret besitzt der als „Freund fürs Leben“ angepriesene humanoide Roboter laut Bedienungsanleitung zwei einfache mechanische Schalter in den Handflächen als einzige taktile Sensoren sowie einen Geräusch- und einen Lichtsensor. Fünf Farben in seinem Headdisplay zeigen abhängig von der Stimulation „Gefühle“ wie Unmut, Einsamkeit oder gute Laune an.

Obwohl Pino wohl ein Verkaufsschlager war, ist das Verhaltensrepertoire recht mager: Mehr als ein wenig vorwärts laufen, mit den Armen wedeln, den Kopf drehen sowie Töne hervorbringen, die mehr an einen kaputten Flipper als an ein Lied erinnern, ist nicht drin. Von einem wirklich sozial kommunikativen Roboter erwartet man mehr.

Maschinen als Therapiehelfer

Auf den ersten Blick sinnvoller erscheint die Anwendung der sozialen Robotik in der Therapie. Zu den führenden Gruppen in diesem Bereich gehört die Adaptive System Research Group an der University of Hertfordshire in England. Im Aurora-Projekt führen Kerstin Dautenhahn, Ben Robins und ihre Kollegen längerfristige Studien zu Robotern und autistischen Kindern durch.



Bild: Tchibo GmbH

Spielzeugroboter wie Pino sollen als zu umsorgende Wesen das soziale Verhalten von Kindern fördern.

Autistische Kinder haben extreme Schwierigkeiten, mit unberechenbaren Umgebungen umzugehen. Die Idee ist, Brücken zwischen der berechenbaren Welt der Maschinen und der flexibleren, dynamischen sozialen Welt der Menschen zu bauen. So soll es gelingen, dass die Kinder sich immer weniger in ihre Traumwelt zurückziehen und zunehmend in ihre Umwelt integrieren.

Robins konfrontierte sie dazu mit einem humanoiden Roboter, der gleichmäßig wiederkehrende Bewegungsabläufe vollzog. Als Reaktion darauf begannen die Kinder manchmal, in einem Spiel den Roboter nachzuahmen. In einem anderen Experiment imitierte ein als Roboter verkleideter Mensch die repetitiven Bewegungen des humanoideen Roboters. Wie zu erwarten, bringen die autistischen Kinder dem „theatralischen Roboter“ mehr Interesse entgegen als dem unverkleideten Menschen.

Diese Spielart der sozialen Robotik nutzt ihre technischen Ar-

tefakte nur sehr indirekt: Es geht nicht darum, Maschinen zu trainieren oder zu „erziehen“, um sie intelligenter zu machen, sondern Maschinen oder als Maschinen verkleidete Menschen sollen helfen, die Interaktion der autistischen Kinder mit anderen Menschen zu fördern. Bisher ist aber noch unklar, ob diese Strategie wirklich therapeutisch sinnvolle Effekte zeitigen wird oder eher die Begeisterung der Kinder für völlig berechenbare Systeme noch verstärkt.

Kuschelroboter für alte Menschen

Auch der japanische Wissenschaftler Takanori Shibata will mit seinen „therapeutischen“ Service-Robotern das geistige und seelische Leben der Menschen stimulieren und bereichern. Sie sollen die Kommunikation fördern, therapeutische Funktionen ausfüllen, erziehen oder auch Menschen bei der Ausführung bestimmter Aufgaben unterstützen. Shibata ist wie viele andere davon überzeugt, dass aufgrund der zunehmenden Alterung in westlichen Gesellschaften der Absatz „therapeutischer“ Roboter parallel zum Markt für soziale Arbeit und Emotionsarbeit rasant wachsen wird.

Das berühmteste Beispiel dafür ist der schon tausendfach in japanischen Altersheimen eingesetzte Seehundroboter Paro. In der therapeutischen Behandlung werden schon lange Tiere eingesetzt. Paro soll dort einspringen, wo keine echten Tiere zugelassen sind – etwa in Altersheimen. Allerdings hofft man dabei auch, Kosten und Arbeit zu sparen: Paro ist schon für 1000 Euro zu erwerben und we-



Aurora-Projekt: Der Kontakt mit Robotern soll autistischen Kindern helfen.

sentlich pflegeleichter als echte Tiere.

Paro besitzt Lichtsensoren, taktile Sensoren und kann Geräusche lokalisieren sowie rudimentär Sprache erkennen. Zugleich gibt er herzerweichende beziehungsweise die Nerven strapazierende Heultöne von sich. Um den körperlichen Kontakt mit Menschen registrieren zu können, ist Paro von einem Airbag ausgefüllt, wodurch er sich auch recht weich anfühlt. Möglichst geräuschlose Servomotoren und lang vorhaltende Akkus sorgen dafür, dass die Illusion von einer echten Robbe nicht gestört wird.

Den Nutzen seines Seehundroboters für therapeutische Zwecke versucht Shibata durch eine Evaluation zu verdeutlichen. Seiner Untersuchung zufolge verloren alte Menschen im Altersheim auch über eine längere Zeitspanne nicht das Interesse an der Beschäftigung mit Paro. Sie kommunizierten dadurch wesentlich mehr miteinander sowie mit dem Pflegepersonal. Sie sieht man allerdings den Ausgangsort der Untersuchung an, relativieren sich die Ergebnisse recht schnell. Shibata beschreibt die Stimmung im Altersheim als gedrückt. Es hätte kaum Kommunikation gegeben. Zusätzlich hatte das Pflegepersonal (Kommunikations-)Schwierigkeiten mit ihren Patienten, angeblich weil sie keine gemeinsamen Gesprächsthemen hatten.

Wenn man weder die Ausgangssituation analysiert noch theoretische Überlegungen zur Problemstellung berücksichtigt, ist ein solcher „Therapieerfolg“ natürlich recht einfach zu erreichen. Dieses Vorgehen entspricht aber ganz offensichtlich nicht wissenschaftlichen Standards – was in der Forschung zur Mensch-Roboter-Interaktion ein weit verbreitetes Problem ist. Ge-



Bild: ANST

Ein heulender Seehund-Roboter wird als „therapeutische“ Hilfe für einsame Menschen in japanischen Altersheimen eingesetzt.

rade aufgrund ihrer Auseinandersetzung mit Fragen der sozialen Interaktion wäre es wünschenswert, dass sich die soziale Robotik mehr mit sozialwissenschaftlichen Methoden und Theorien auseinandersetzt. Doch während die interdisziplinäre Arbeit in größeren Forschungsgruppen zur Mensch-Roboter-Interaktion Psychologen, Kognitionswissenschaftler oder auch Verhaltensforscher durchaus mit einbezieht, sucht man Soziologen meist vergebens.

Anspruchsvolle Kommunikation

Sozial kommunikative Maschinen, die mit Hilfe von mehr oder weniger fest programmierten Verhaltensweisen tatsächlich zu sozialen Interaktionen mit Menschen fähig sind und damit der Vision von Robotern als Partnern schon etwas mehr entsprechen, sind technisch weitaus anspruchsvoller als Pino oder Paro.

Ein schönes Beispiel hierfür ist der Museumsroboter Fritz, den die DFG-Forschungsgruppe Learning Humanoid Robots von Maren Bennewitz, Sven Behnke, Michael Schreiber und ihren Kollegen an der Universität Freiburg entwickelt. Der 1,20 Meter große Fritz soll in ein bis zwei Jahren weit genug entwickelt sein, um statt eines menschlichen Mitarbeiters Besucher durch ein Museum zu führen. Ein besonderes Feature von Fritz ist, dass er mit mehreren Menschen gleichzeitig interagiert. Mit Hilfe eines visuellen Objekterkennungssystems ortet der Roboter Gesichter in seiner näheren Umgebung. Deren permanent aktualisierte Positionen legt er in einer Datenbank ab.

Mit Hilfe von zwei Mikrofonen und einem Programm zur Geräuschlokalisierung kann er seinen Blick auch dahin richten, wo gesprochen wird. Gemessen an menschlichen Standards funktioniert das inhaltliche Erkennen von Worten und Phrasen wie bei den meisten Spracherkennungssystemen bisher aber noch eher schlecht. Steigt der Lärmpegel im Raum, versteht Fritz noch häufiger die Fragen seines Gegenübers nicht. Das gleiche gilt für zu anspruchsvolle, schwierige oder inhaltlich unsinnige Sätze, wobei er letztere als solche nicht identifizieren kann. Dominik Joho arbeitet daran, dass die Spracherkennung besser und

Tracking faces:
Mit Hilfe eines visuellen Objekterkennungssystems ortet Fritz Gesichter und interagiert derzeit mit bis zu drei Menschen gleichzeitig.



das Repertoire der möglichen Antworten umfassender wird.

Die Ausrichtung der Aufmerksamkeit ist bei Fritz dagegen schon ganz beeindruckend. Er stellt Augenkontakt zu seinen diversen Gegenübern her und guckt gelegentlich von einem zum anderen. Ist man mehr als zwei Meter entfernt, reagiert er nur noch, wenn man laut ruft. Die Steuerung der Aufmerksamkeit von Fritz, die von Maren Bennewitz entwickelt wurde, wird aus seinem Abstand zu den Menschen und der Häufigkeit und Dauer ihres Sprechens errechnet.

Auch „Gefühle“ spielen bei der Konstruktion von Fritz eine Rolle. Er ist so programmiert, dass die Mundwinkel nach oben gehen, wenn man sich viel mit ihm beschäftigt, sodass er einen fröhlichen Gesichtsausdruck bekommt. Ignoriert man ihn, gehen die Mundwinkel nach unten. Darf er auch nach mehrfacher Nachfrage seine Objekte nicht erklären, zieht er ärgerlich seine Brauen zusammen.

Derzeit bringt Felix Faber dem Roboter Fritz das Laufen bei. Sobald er das kann, soll er auch mit Kollisionsvermeidungssoftware, Navigationskünsten und einem größeren Sprachschatz ausgerüstet werden. Der Augenkontakt, seine Zeige-Gesten und die relativ natürlichen Bewegungen machen zwar ein wenig die mangelnde sprachliche Kompetenz wett. Wenn er auf lange Sicht das Labor verlassen und ein echtes „Real-World-System“ werden soll, bedarf es aber noch einer wesentlich besser arbeitenden Spracherkennung.

Das ist nicht das einzige noch zu lösende Problem: Bisher

hängt Fritz an Strippen, die ihn mit einem leistungsstarken PC verbinden. In Zukunft soll ein Tablet-PC in seinem Bauch eingebaut werden. Dann muss man auf manche Fähigkeiten des Systems verzichten oder per WLAN Daten übertragen – wobei letzteres wieder Probleme beim Echtzeitverhalten produziert.

Das unheimliche Tal

Der Sprung von Industrierobotern oder einfachen autonomen Systemen zu freundlichen Robotergefährten erscheint nicht nur aus solchen technischen Gründen sehr groß. Wie passt die Entwicklung von freundlichen Museumsrobotern oder gar fürsorglichen Krankenpflegerobotern zu unserem kulturgeschichtlichen Verständnis vom Roboter als gefühllosem Monstrum, Terminator oder sich selbstständig machender Superintelligenz? Es ist zumindest im europäischen und anglo-amerikanischen Bereich keine einfache Aufgabe, Roboter als vertrauenswürdige Assistenten und gefühlvolle Gefährten zu verkaufen. Die soziale Robotik verwendet viel Zeit und Energie darauf, ihre Artefakte so zu gestalten, dass sie das weit verbreitete Misstrauen unterlaufen und möglichst positive Reaktionen hervorrufen.

Entscheidend dafür ist vor allem das Design von Robotern, bei dem sich vier Varianten herausgebildet haben: anthropomorphe, tierähnliche, als Karikatur modellierte und rein funktional gestaltete Roboter. Der Museumsroboter Fritz ist mit grob karikierend-humanoiden Gesichtszügen und einem eher

funktional-technischen Körper eine Mischform. Durch sein sichtbares Innenleben wirkt er auf den Alltagsnutzer leicht durchschaubar.

Die Forschungsgruppe um Hiroshi Ishiguro an der Osaka Universität versucht dagegen, den anthropomorphen Ansatz weitestmöglich auszureizen: Sie baut Kopien von konkreten Menschen. Als erstes Modell für dieses Projekt benutzte Ishiguro seine fünfjährige Tochter. Eine weitere Androidin namens Q2 ist die Kopie einer bekannten japanischen Nachrichtensprecherin. Die Forscher überzogen in beiden Fällen einen dem menschlichen Vorbild nachgeformten Roboter mit einer der jeweiligen Körperoberfläche nachgebildeten Silikonhaut und kleideten die Roboter wie Menschen.

Zusätzlich versuchten sie, möglichst menschenähnliche (Mikro-) Bewegungen und ein entsprechendes Wahrnehmungssystem zu entwickeln. Die Mikrobewegungen sollen Natürlichkeit vermitteln, da Menschen auch im entspannten Zustand nicht ganz



Hiroshi Ishiguro möchte lebensechte Androiden bauen. Der Roboter Q2 ist die Kopie einer bekannten japanischen Nachrichtensprecherin.

Bilder: Universität Freiburg

stillhalten. Während die Konstruktion einer menschenähnlichen Wahrnehmung noch weitgehend Zukunftsmusik ist, sind die äußere Gestaltung und die Mikrobewegungen der von einem externen Rechner gesteuerten Androiden schon so gut, dass sie teilweise die Illusion von einem echten Menschen erzeugen.

Ishiguro unterzieht seine Androiden einer neuen Art des Turing-Tests. 20 Probanden wurden aufgefordert, sich die Farbe der Kleidung eines „Menschen“ zu merken, den sie zwei Sekunden zu sehen bekamen. Sofern der Androide die erwähnten Mikrobewegungen ausführte, realisierten nur 30 Prozent der Probanden, dass es sich um einen Roboter handelte. Ohne Mikrobewegungen fiel dies 70 Prozent auf.

Diejenigen, die Unstimmigkeiten wahrnahmen, waren häufig unangenehm berührt. Die Theorie zu diesem Problem des „uncanny valley“, dem unheimlichen Tal, formulierte Mashiro Mori schon 1970. Ihm zufolge tritt häufig der Effekt der Verstärkung, wenn nicht gar der Abwehr von Maschinen ein, wenn diese zu menschenähnlich gestaltet werden. Die zunehmende Annäherung beim Design des Roboters an den Menschen verläuft nicht linear im Sinne einer steigenden Vertrautheit. Im Gegenteil: Bei zu großer Ähnlichkeit verschwindet das Gefühl der Vertrautheit oder Glaubwürdigkeit, stattdessen treten Fremdheitsgefühle auf.

In der Forschung wird diese Frage zumeist weniger mit Blick auf potenzielle Aufklärungseffekte diskutiert, sondern eher hinsichtlich der Möglichkeiten, das „uncanny valley“ zu umgehen. Der Robotiker Brian Duffy, der am Affective Social Computing Laboratory des französischen Institut Eurecom arbeitet,

ist einer der wenigen, der den Sinn und Nutzen von menschengleichen Maschinen in Frage stellt [3]. Zum einen geht Duffy davon aus, dass es in absehbarer Zeit keine Maschinen geben wird, die dem Vergleich mit dem Menschen im Bereich der sozialen Interaktion standhalten können. Insofern würde humanoides Design nur unhaltbare Erwartungen bei den Nutzern und Nutzerinnen wecken. Er votiert dafür, Systeme zu entwickeln, deren äußere Gestaltung auch ihren Fähigkeiten entspricht.

Zudem würden Humanoide den bruchlosen Übergang von Mensch und Maschine unterstützen. Es wäre aber erst zu diskutieren, ob man die emotionalen Bindungen zwischen Mensch und Maschine auf diese Weise verstärken sollte. Es ist ungeklärt, ob die Nachahmung des Menschen beim Design von Maschinen wirklich funktional ist. Duffy geht davon aus, dass Maschinen andere Stärken als der Mensch haben und man dies nutzen sollte – wie bei den höchst funktionalen Flugzeugen, die aus gutem Grund nicht aussehen würden wie Vögel.

Auch bei einem technischen Artefakt wie einem Roboter sei letztlich die Funktion entscheidend: Durch Maschinenqualitäten wie der perfekten Wiederholung von Abläufen oder den Einsatz von Infrarotsensoren oder Laserscannern können Roboter andere Aufgaben erfüllen als der Mensch. Darauf muss man verzichten, wenn sie eine perfekte Kopie des Menschen darstellen sollen.

Pädagogische Träume

Von solchen Einwänden gänzlich unbeeindruckt zeigen sich die Verfechter von Ansätzen, die soziale Interaktion und Gefühle



Bilder: Sony

Der Nachfolger von Aibo: Qrio, der kleine Humanoide, hat die Sony-Labore noch nicht verlassen.

nicht nur simulieren, sondern Artefakte mit dem Menschen vergleichbaren eigenen Intentionen, Sprachfähigkeit und Gefühlen entwickeln wollen. Eine Vorstufe hierzu sind die sogenannten sozial reagierenden Maschinen. Sie sollen von der Interaktion mit dem Menschen profitieren und durch die Nachahmung des menschlichen Verhaltens lernen. Interaktionen zwischen Mensch und Maschine greifen bei ihnen tiefer als bei sozial evozierenden Maschinen wie Pino oder sozial kommunikativen wie Fritz.

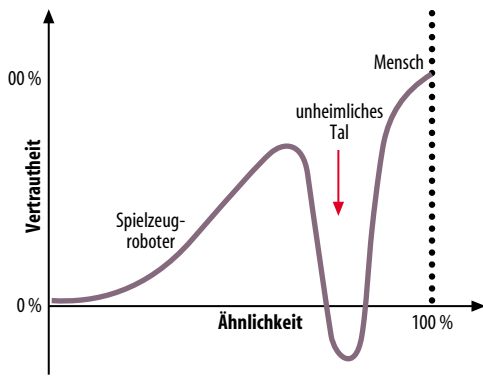
Die Interaktion könne unter anderem Auswirkungen auf tiefere Ebenen haben, wie etwa der (Um-)Organisation des Motorsystems. Stark beeinflusst von der Artificial-Life-Forschung setzt dieser Ansatz auf das emergente Verhalten ihrer Roboter. Man versucht, geeignete Rahmenbedingungen zu finden, in denen autonome Maschinen selbstständig neue, nicht direkt programmierte Verhaltensmuster finden, die man dann teilweise durch Wiederholung und Verstärkung zu verstetigen sucht.

Der Theorie zufolge reagieren diese Maschinen zwar stärker auf das soziale Verhalten von Menschen, aber sie werden nicht „von sich aus“ aktiv. Als Paradebeispiel für sozial reaktive Maschinen gilt der Roboterhund Aibo von Sony, der seit 1999 hunderttausendfach in Japan, den USA und Europa verkauft wurde. Aibo wird wie Pino als

Gefährte angepriesen. Er nutzt eine Kamera, Infrarot- und Berührungssensoren sowie Mikrofone und „kommuniziert“, indem er Musik abspielt, vorher einprogrammierte Sätze sagt, oder passend zu seinem farbig angezeigten „Gefühlszustand“ Geräusche von sich gibt. Die Möglichkeit, durch intensive Auseinandersetzung mit dem Unterhaltungsroboter neue oder gar ungewöhnliche Bewegungsabläufe hervorzubringen, ist ein beliebtes Thema in den Diskussionsforen der Aibo-Besitzer.

Aibo dient häufig auch als Forschungsplattform. Intensive universitäre Forschung insbesondere für das Fußballturnier Robocup hat das Bewegungsverhalten von Aibo wesentlich verbessert. Sein humanoider Nachfolger Qrio ist bisher noch eine reine Forschungsstudie. Sony preist ihn als zukünftigen Vertrauten an, der mit seinem Menschen spricht, ihn ermutigt und mit Hilfe einer Internetverbindung in allen Lebenslagen berät.

Dieser Anspruch kommt den Vorstellungen von Cynthia Breazeal (MIT), die führend ist im Feld der Mensch-Roboter-Interaktion, sehr nahe: Sie erhofft sich von einem idealen sozialen Roboter, dass er auf persönliche Weise kommunizieren und interagieren, uns verstehen und mit uns eine langfristige Beziehung eingehen kann. Wichtige Eigenschaften eines solchen Roboters wären Anpassung, Autonomie sowie lebenslanges Lernen. Er



Nach der Theorie von Mashiro Mori steigt mit wachsender Menschenähnlichkeit auch die Vertrautheit mit dem Roboter. Wird er aber zu ähnlich, ruft er Befremden oder gar Angst hervor.

sollte zudem in der Lage sein, nicht nur Erfahrungen zu machen, sondern diese zu nutzen, um die eigene Persönlichkeit zu formen. Breazeal zufolge müsste ein sozialer Roboter auf menschliche Weise sozial intelligent sein [4]: „Die Krone einer solchen Entwicklungsleistung wäre es, wenn wir uns mit den Robotern anfreunden könnten und sie sich mit uns.“

Mutter-Kind-Spiele

Bisher gehören solche sozial partizipativen „Kreaturen“ mit eigenen internen Zielen und Motivationen in die Sparte Imagination oder doch in die der Zukunftsmusik. Cynthia Breazeal sieht den Roboter Kismet, den sie von 1997 bis 2000 während ihrer Dissertation am MIT entwickelte, als den ersten Schritt auf dem langen Weg zum wahrhaft sozialen Roboter. Ziel war eine Kreatur, die physisch, affektiv und sozial mit Menschen interagiert und dabei lernt und sich weiterentwickelt. Inspiriert von der Mutter-Kind-Beziehung modellierte sie die Beziehung zu Kismet als eine „caregiver-infant relation“, in der Hoffnung, so das Problem zu lösen, dass Roboter mit den bis dahin verwendeten Lernalgorithmen nicht beliebig komplexe Fähigkeiten erwerben konnten. Kismet sollte auf die gleiche, im Ergebnis nicht von vornherein festgelegte Weise lernen, wie es

Kinder tun, die Erfahrungen sammeln und darauf aufbauend neue Fähigkeiten entwickeln.

Durch „natürliche“ Reaktionen wie Neugier, Angst, Ärger oder Abwehr sollte er wie ein Baby mit jedem Menschen spontan kommunizieren können und so sein eigenes Lernen mitsteuern. Trotz des grob vereinfachten und eher stereotypen Modells der Mutter-Kind-Beziehung sowie des nur auf die zentralen Elemente reduzierten Gesichtes ist die in den Videos dokumentierte Interaktion von Breazeal und Kismet als Mensch-Maschine-Interaktion beeindruckend. In den Videos auf ihrer Webpage hat man tatsächlich den Eindruck, eine Mutter zu beobachten, die sich angestrengt bemüht, mit Hilfe pädagogischen Spielzeugs ihrem begriffstutzigen Kind auf die Sprünge zu helfen.

Allerdings scheint die Analogie weiter zu gehen als beabsichtigt: Die Wissenschaftsforscherin und KI-Expertin Lucy Suchman berichtete von erfolgreichen Interaktionsversuchen mit Kismet im Museum des MIT. Trotz kompetenter Anleitung und geduldiger Versuche hätte sie dem Roboter kein kohärentes oder intelligentes Verhalten entlocken können. Sie vermutet deshalb, dass die Ausdrucksfähigkeiten Kismets nicht einfach durch die Maschine verkörpert werden, sondern dass es eines

langen Trainings bedarf, um Kismets Handlungen einen Sinn abzugewinnen [5].

Dies macht das Dilemma der Vision vom wirklich sozialen Roboter deutlich: Falls es überhaupt möglich ist, irgendwann einem Roboter das Lernen im obigen Sinne beizubringen, braucht dieser nicht nur einen Programmierer, um sich weiterzuentwickeln. Für ihn ist auch eine menschliche Betreuungsperson unverzichtbar, die ihn genau kennt und versteht. Wie bei einem Kind muss sie auf ihn aufpassen und zu steuern versuchen, was für Fähigkeiten der Roboter entwickelt – der anhand der Erfahrungen mit seiner Umgebung möglicherweise ähnlich langsam lernt wie ein Kind. Für wie viele Menschen wird es da wirklich attraktiv sein, sich mit ihrer Maschine anzufreunden und sie mühsam zu erziehen?

Viele Fragen ohne Antwort

Dieses kleine Panorama sozialer Maschinen zeigt, wie unterschiedlich die Konzepte der sozialen Robotik sind: Es reicht vom zoomorphen Kuschelroboter Paro über die Idee des erwachsenen, mehr oder weniger fest programmierten Roboters Fritz bis zu täuschend menschenähnlichen Androiden oder erziehungsbedürftigen Roboter Kreaturen à la Kismet. Das Versprechen der sozialen Robotik, dass sich in Zukunft die Maschine an den Mensch anpassen soll und nicht umgekehrt, lösen sie bisher alle nicht ein.

Seriöse Untersuchungen, welches Design die zukünftigen Nutzer und Nutzerinnen sozialer Maschinen eigentlich erstrebenswert finden, sucht man bisher vergebens. In alter Manier werden allerhöchstens schon entwickelte Prototypen an den Usern ausprobiert und „evaluiert“. In die Technikentwicklung selbst werden die Nutzer nicht mit einbezogen.

Offen bleibt dabei nicht nur, inwieweit das humanoide Design von Dienstleistungsrobotern Sinn macht, sondern auch in welchem Bereich sie überhaupt sinnvoll eingesetzt werden können – gerade auch angesichts des Stands der Forschung. Als Kerstin Dautenhahn bei der von ihr organisierten Tagung „Social Intelligence and Interaction in Animals,

Robots and Agents“ 2005 die Frage nach nützlichen Anwendungen stellte, kamen kaum Antworten. Die Idee insbesondere der humanoiden Roboter scheint viele zu faszinieren, doch scheint kaum klar zu sein, wofür sie wirklich nützlich sein könnten.

Angesichts recht üppiger Fördertöpfe der Europäischen Union oder auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft für diese Forschung ist das eine erstaunliche Entwicklung – gerade in einer Zeit, in der Wissenschaft und Technik zunehmend ihre ökonomische und gesellschaftliche Nutzbarkeit zu rechtfertigen haben. Letztlich wäre eine informierte und breite gesellschaftliche Debatte darüber sinnvoll, welche Anwendungen man wirklich haben will und für welche Forschung Geld gegeben wird. Auf dieser Grundlage wäre eine genauere Ausrichtung der sozialen Robotik möglich und man könnte sich die eine oder andere Entwicklung sparen. Vor allem wäre eine genauere Untersuchung der Effekte von unterschiedlichen Weisen der Mensch-Roboter-Interaktion wünschenswert, um so manch teuren Irrweg zu vermeiden. (anm)

Jutta Weber ist Technikforscherin und Philosophin und arbeitet derzeit in einem Forschungsprojekt zur sozialen Robotik am Institut für Wissenschaftstheorie der Universität Wien.

Literatur

- [1] Spezialausgaben zur Human-Robot Interaction, erschienen u. a. 2003 in *Robotics and Autonomous Systems* (42, 3–4) sowie 2004 in *Human-Computer Interaction* (19) und *IEEE Systems, Man and Cybernetics* (34, 2)
- [2] Terrence Fong/Illah Nourbakhsh/Kerstin Dautenhahn (Hrsg.), *A Survey of Socially Interactive Robots*, *Robotics and Autonomous Systems* 42 (2003), S. 235–243
- [3] Brian Duffy, Gina Joue, *Why Humanoids?* 4th Chapter Conference on Applied Cybernetics 2005, www.manmachine.org/brd/publications/WhyHumanoids-AC2005-final.pdf
- [4] Cynthia Breazeal, *Designing Sociable Robots*, MIT Press (Übersetzung des Zitats: Jutta Weber)
- [5] Lucy Suchman, *Replicants and Irreductions, Affective encounters at the interface*, www.comp.lancs.ac.uk/sociology/soc1061s.htm **ct**

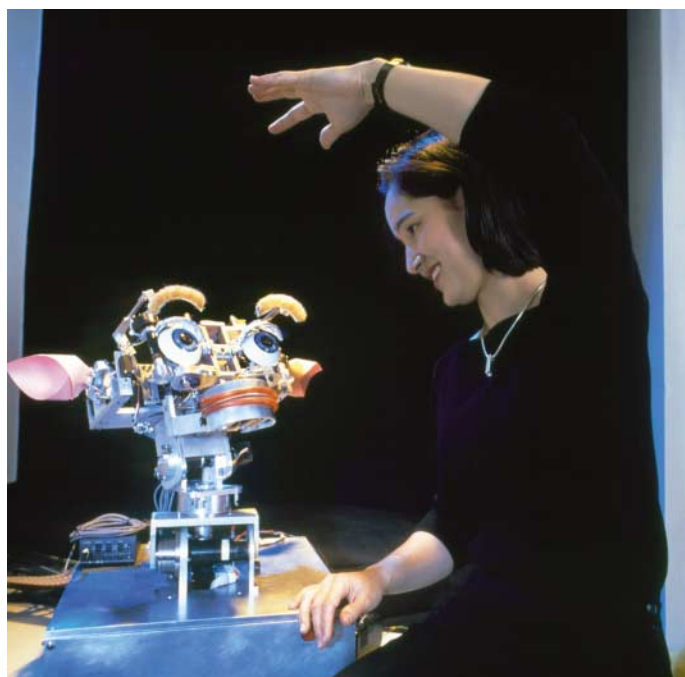


Bild: Sam Ogden/Science Photo Library/Agentur Focus

Freundschaft mit dem sozial intelligenten Roboter?