

Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung
Centre d'évaluation des choix technologiques
Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche
Centre for Technology Assessment



Robot Companions for Citizens

Unser Freund, der Roboter

Nicht mehr kühl, metallisch und steif sollen sie sein, die Roboter der Zukunft – sondern weich, biegsam und mit Einfühlungsvermögen ausgestattet. Sie könnten dereinst aufgeboten werden, wenn der Einsatz für Menschen zu gefährlich ist oder um Aufgaben zu übernehmen, für die das erforderliche Personal fehlt. An einem Anlass, der von TA-SWISS im Auftrag der Akademien Schweiz A+ durchgeführt wurde, erläuterten Fachleute die Perspektiven der sanften Roboter.

Robot Companions for Citizens

Am 22. Mai 2012 hat TA-SWISS im Diaconis Tagungszentrum Blumenberg in Bern das EU-Flagship-Projekt Robot Companions for Citizens vorgestellt. Die Tagung mit dem Titel «RoboCom – Rise of Sentient Machines?» beleuchtete das Projekt aus technologischer, rechtlicher und ethischer Sicht.

Weitere Informationen zum Projekt, die Präsentationen der Keynote-Speaker, Hintergrundmaterial und Presseberichte stehen unter www.ta-swiss.ch/projekte/biotechnologie-und-medizin/robotik/ kostenlos zur Verfügung.

Die Europäische Union greift für zukunftssträchtige Forschung tief in ihre Schatullen: Mit je 50 Millionen Euro jährlich will sie zwei besonders innovative Forschungsfelder von hohem gesellschaftlichen Mehrwert fördern – und das während sieben Jahren. Sie hat damit zwar den ursprünglich vorgesehenen Finanzierungsrahmen etwas zurück gestutzt, der einst von 100 Millionen jährlich während einer Dekade ausgegangen war; dennoch bleiben ihre Pläne ehrgeizig. Um die Fachgebiete zu ermitteln, die vom Geldsegen profitieren sollen, läuft derzeit eine Pilotphase mit sechs Testprojekten. Jedes von ihnen erhält 1,5 Millionen Euro, um sein Vorhaben bis Mitte des Jahres 2012 auszuarbeiten und die Kandidatur zur sogenannten «Flagship-Initiative» vorzubereiten.

In seiner Begrüssung erläuterte Ulrich Suter, Präsident der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften und Professor für

Chemie an der ETH Zürich, dass die Schweiz gleich in doppelter Hinsicht in die Flagship-Initiative eingebunden ist. Zum einen beteiligt sie sich als Geldgeberin und als Empfängerin von Forschungsmitteln an europäischen Wissenschaftsprojekten. Zum andern sind Forschende aus Schweizer Hochschulen in mehreren der Gebiete führend, die als «Flaggschiffe» kandidieren.

Um die öffentliche Auseinandersetzung mit der EU-Forschungsinitiative anzustossen, haben daher die Akademien Schweiz für jedes «Flagship»-Fachgebiet eine Informationsveranstaltung mit anschliessender Podiumsdiskussion organisiert. TA-SWISS stellte dabei das Projekt «RoboCom – Robot Companion for Citizens» vor. Frei übersetzt bedeutet es «Roboter als Gefährten für Bürger».

Neue Forschungspfade für die Entwicklung von Robotern

Um den heute noch mehrheitlich mechanisch-spröden Robotern ein biegsam-einfühlsames Wesen zu verleihen, bedarf es zunächst eines grundsätzlichen Wandels in den Entwicklungslabors selber. Paolo Dario, Professor am BioRobotics Institute der Scuola Superiore Sant'Anna in Pisa (It) und Leiter des Testprojekts «RoboCom», umriss in seinem einführenden Referat die Pfeiler, auf welchen die künftige Roboterentwicklung aufbauen muss.

- Für die Herstellung der neuartigen Roboter werden innovative Werkstoffe unabdingbar sein. Multifunktionale Nanomaterialien werden eine entscheidende Rolle spielen, nicht zuletzt, um die Stromversorgung der Apparate sicherzustellen.
- Die Aufgaben zwischen der zentralen Kontroll- und Steuereinheit – dem «Gehirn» der Roboter – und ihrem Körper werden anders als bisher verteilt sein. Die Fachwelt hat dafür den Ausdruck «Morphological Computation» geprägt. Die Idee dahinter: Die Technik soll Konzepte und Strategien aus der belebten Natur kopieren, wenn es darum geht, den Robotern der künftigen Generation Gestalt zu verleihen. Die äussere Form der Apparate wiederum soll dazu beitragen, die an sie gestellten Aufgaben wirkungsvoll zu lösen. Ein Teil der Intelligenz wird damit von der Kontroll- und Steuereinheit in den «Körper» des Roboters ausgelagert.

- Auch für die Steuerungseinheit der neuartigen Roboter dienen Lebewesen als Vorbild. Im Lauf der Evolution haben diese nämlich gelernt, sich in einer komplexen Umwelt rasch zurecht zu finden, indem sie die Vielfalt an Sinneseindrücken zu vereinfachten Mustern reduzieren. Nach diesem Prinzip der «Simplicity» – dem Gleichgewichtszustand zwischen äusserer Vielschichtigkeit und interner Reduktion auf das Elementare – soll auch das «Gehirn» künftiger Roboter funktionieren.
- Simplicity wiederum erfordert es, dass der Roboter sensorisch-motorische Voraussagen ständig mit den Beobachtungen seiner Aktionen rückkoppelt. Das bedeutet, dass beim Entwurf der neuartigen Roboter Sensoren, Stromversorgung und äussere Elemente der Apparate präzise auf einander abgestimmt werden müssen. Die enge Zusammenarbeit zwischen technischen Wissenschaften und medizinischen Zweigen wie Neurologie und Physiologie wird unabdingbar.
- Schliesslich gilt es, auch die Rückwirkungen der neuen Roboter auf die Gesellschaft vorzusehen und zu bedenken: Den Befürchtungen, wonach «Maschinenmenschen» die Kontrolle über ihre Schöpfer gewinnen oder diese zumindest zunehmend ersetzen könnten, gilt es Rechnung zu tragen.

Die Anforderungen, denen es beim Entwurf der künftigen Roboter-Generationen zu genügen gilt, werden sich in der althergebrachten Ingenieurusbildung kaum erfüllen lassen. Die Flaggschiff-Initiative zielt so gesehen auch darauf ab, neue Formen der Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen zu fördern und eine offene Wissenschaft zu entwickeln, die sich von fachlichen Grenzen nicht in ihre Schranken weisen lässt. Die Chancen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden, vergrössern sich Paolo Dario zufolge nicht zuletzt dank des langen Finanzierungshorizontes, der eine gewisse Kontinuität der Forschungsarbeit sicherstellt.

Absehbare Einsatzgebiete

Die geldgebende Öffentlichkeit wird sich allerdings kaum so lang gedulden müssen, bis sie in den Genuss erster Früchte aus der Roboterforschung kommen kann. Paolo Dario erwartet

laufend nützliche Zwischenprodukte und -ergebnisse – auch wenn diese zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht absehbar sind. Die Unvorhersehbarkeit ist aus seiner Sicht sogar ein Kennzeichen innovativer Forschung: Wer zu eng einer Roadmap folgt, büsst Reaktionsvermögen und Kreativität ein.

Am Ende der Flagship-Forschungsperiode sollten fünf Anwendungsgebiete von Robotern bedient werden können: In der Gesundheitspflege, bei der Erforschung und Sondierung der Umwelt, als Unterstützung im Arbeitsprozess, als vielseitig einsetzbare Universalhilfe und als tragbare Verstärkung der eigenen Körperkräfte sollen die mechanischen Assistenten künftig zum Einsatz kommen. Letztgenannte dürften insbesondere in der Rehabilitation und Unterstützung von Kranken und für militärische Anwendungen interessant sein.

Intelligente und billige Körper

Die «weiche» Gestalt künftiger Robotergenerationen wird ihre Intelligenz sprunghaft erhöhen. Das zumindest ist die Überzeugung von Rolf Pfeifer, Computerwissenschaftler an der Universität Zürich. Der Körper eines Roboters wiederum wirkt zurück auf sein Verhalten, oder mit anderen Worten: Verschieden gestaltete Apparate verhalten sich unterschiedlich, auch wenn die Steuereinheit identisch ist. «Embodiment» nennen Fachleute das Konzept, das das Zusammenspiel zwischen dem Gehirn und dem Körper in seiner Form und Materialität wissenschaftlich fassbar machen soll.

Schon heute gibt es eine Reihe einfach gestalteter Roboter, die aus einem Grundstoff gefertigt sind, der ihnen zu geschmeidigen und natürlich wirkenden Bewegungen verhilft: Der Roboterfisch «Wanda» etwa besteht einzig aus zwei Platten und einem Scharnier; trotz des einfachen Designs kann er sich sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen bewegen, und dank der optimalen Elastizität des Materials lassen ihn die Schwünge seines Schwanzes elegant durchs Wasser gleiten. Der Gang des «Passive Dynamic Walker» wiederum ähnelt stark demjenigen eines Menschen; die simple Steuereinheit begnügt sich damit, den Beinen einen Impuls zu geben, damit sie wie ein Pendel vorschwingen. Das Übrige erledigt die Materialität des Körpers, und der Roboter marschiert gewissermassen

hirnlos durch die Welt (http://www.youtube.com/watch?v=_2pAMe_5VeY). Fortgeschrittenere Gehroboter verfügen darüber hinaus über die Fähigkeit, sich selber zu stabilisieren. So hat die US-amerikanische Armee vierbeinige mechanische Lastenträger entwickelt, die auch dann nicht umkippen, wenn sie angerempelt werden. Dem Roboter «Stumpy» schliesslich verhilft ein einziges Gelenk dank der optimal austarierten Gewichtsverteilung seiner steifen Glieder zu einem beachtlichen Bewegungsrepertoire von gehüpften, geschwänzten und rüttelnden Tanzschritten.

Die Botschaft aus diesen Beispielen ist klar: Die Trennung zwischen dem alles kontrollierenden Gehirn und dem ausführenden Körper wird aufgehoben. Beim Roboter der Zukunft steht nicht mehr die Kontrolle im Zentrum, sondern es geht darum, Steuerung, Design, Materialität, Sensorik und die entsprechenden Rückkoppelungen mit einander zu orchestrieren. Dabei setzt die Avantgarde der Roboter-Entwickler auf möglichst einfaches und kostengünstiges Design. Denn wenn billige Apparate in der Lage wären, Aufgaben in der industriellen Produktion zu übernehmen, könnten einzelne Fertigungsschritte auch in Europa und anderen Hochlohnländern wieder mit Gewinn erledigt werden.

Zum moralischen Einsatz von Robotern

Wenn Roboter zum Einsatz kommen, um Menschen bei alltäglichen Verrichtungen zu unterstützen, kommt ihnen rasch eine gesellschaftliche und damit auch moralische Bedeutung zu. Insbesondere in alternden Gesellschaften könnten die mechanischen Assistenten eine wichtige Rolle spielen, wenn es darum geht, schwache und gebrechliche Personen in ihrer Selbständigkeit zu unterstützen.

Der Ethiker Noel Sharkey (University of Sheffield, Dept. of Computer Sciences) dämpft allerdings die Euphorie, die aus den Roboter-Entwicklungslabors dringt: So hätten die heutigen Geräte in den meisten Wohnungen gar nicht genug Platz, um sich nutzbringend zu bewegen; mit einem einfachen Hebelift oder mit Kameras und Bildschirmen, die an anstehende Aufgaben erinnern, wäre vielen Senioren möglicherweise besser gedient. Und mechanische Stühle, die sich automatisch in ein Bett oder einen Rollstuhl umwandeln

lassen, sind zwar nützlich, müssen aber gerade angesichts fragiler Benutzer hohen Sicherheitsansprüchen genügen. Fehlfunktionen können fatale Folgen haben, und entsprechend teuer und aufwendig ist es, die medizinische Zulassung für die Geräte zu erlangen.

Vollends abzulehnen sind Roboter aus Sicht des Ethikers, wenn sie menschliche Zuwendung und Ansprache ersetzen. Heikel sind bspw. Geräte, die in Japan zur Betreuung von Kindern angepriesen werden. Zwar spielen die Kleinen in der Regel sehr gerne mit Robotern und binden sich an sie; sie schätzen sie ähnlich ein wie einen Hund. Doch die einseitige Beziehung zum leblosen Gerät kann zu Enttäuschungen und Bindungsstörungen führen. Auch müssen Kinder lernen, die reiche Mimik menschlicher Gesichter zu interpretieren – eine Aufgabe, an der sie mit dem Roboter scheitern. Nebst den Gefahren im Umgang mit den mechanischen Gefährten gilt es auch den Folgen für das Selbst- und Fremdbild der Menschen Rechnung zu tragen: Werden demente Personen mit flauschig gestalteten Haustier-Robotern beschäftigt, lässt man sie kindisch wirken und beraubt sie unter Umständen ihrer Würde.

Generell ist bei der Evaluation des Einsatzes von Robotern der Grundsatz zu befolgen, dass die zu Betreuenden im Zentrum stehen sollen – und weder die Spitäler, noch die Wirtschaft.

Wer ist schuld?

Wenn sich Roboter selbständig unter uns mischen, stellt sich die Frage nach den rechtlichen Verantwortlichkeiten. Wer hat für die Schäden gerade zu stehen, die ein Gerät anrichtet?

Unter Juristen wird diskutiert, bei Haftungsfragen die Besitzer von Robotern analog zu Geschäftspersonen mit Hilfskräften zu behandeln. Art. 55 des Obligationenrechts hält in diesem Zusammenhang fest: «Der Geschäftsherr haftet für den Schaden, den seine Arbeitnehmer oder andere Hilfspersonen in Ausübung ihrer dienstlichen oder geschäftlichen Verrichtungen verursacht haben, wenn er nicht nachweist, dass er alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt angewendet hat, um einen Schaden dieser Art zu verhüten, oder dass der Schaden auch bei Anwendung dieser Sorgfalt eingetreten wäre.» Der zweite Paragraph

wirft allerdings Schwierigkeiten auf, wenn er befindet, der Geschäftsherr könne «auf denjenigen, der den Schaden gestiftet hat, insoweit Rückgriff nehmen, als dieser selbst schadenersatzpflichtig ist». Die in der Gesetzeskunde üblichen Kriterien wie Absichten oder Empfänglichkeit für Gründe, die herangezogen werden, um den legalen Status eines Individuums zu definieren, scheinen beim Roboter jedenfalls schwer anwendbar.

Die Juristin Susanne Beck von der Universität Würzburg plädiert daher dafür, in Analogie zur «legalen Person» die Roboter als «e-Personen» aufzufassen. Ihre Rechte und Pflichten wären zu definieren und in einem Register festzuhalten. Denn in seinen Handlungsweisen ähnelt ein Roboter durchaus einer Person aus Fleisch und Blut: Er ist mitunter unberechenbar, bis zu einem gewissen Grad lernfähig und im Vergleich zu anderen Maschinen ist es bei ihm oft schwer festzustellen, wer den Fehler beging, der zu einer mangelhaften Aktion geführt hat. Diese Merkmale treffen allerdings nicht nur auf automatisierte Geräte, sondern auch auf elektronische Assistenten zu: Wenn diese bspw. selbständig Verträge abschliessen, bleibt das für ihre menschlichen Inhaber nicht ohne Folgen. Die elektronischen Sekundanten hätten aus juristischer Sicht demnach ebenfalls als e-Person zu gelten.

Roboter in einer alternden Gesellschaft

In den Industriegesellschaft bröckelt das Fundament der Alterspyramide: Einer immer grösseren Anzahl betagter Menschen stehen immer weniger Junge gegenüber. Roboter könnten hier eine wichtige Rolle spielen, um Senioren im Beruf und bei der Hausarbeit zu unterstützen.

Auch in Spitälern und Altersheimen könnten die mechanischen Hilfskräfte zum Einsatz kommen. Für TA-SWISS hat Heidrun Becker, stellvertretende Leiterin der Forschung und Entwicklung Ergotherapie an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, die Chancen und Risiken von Robotern in der Gesundheitspflege ausgeleuchtet. Sie unterscheidet drei Typen von Robotern:

Roboter ohne soziale Interaktion, die z.B. als Gehhilfen eingesetzt werden, sind relativ risikoarm.

Sensorbasierte Prothesen und Service-Roboter, die soziale Unterstützung gewähren, weisen ein

mittleres Risiko auf, und sozial interaktive und halb autonome Roboter wie Robo-Haustiere und Robo-Betreuer bergen im Umgang die grössten Gefahren.

Problematisch ist aus Sicht der Fachfrau, dass die Entwicklung der Roboter in erster Linie von der Technik voran getrieben wird: Teilweise versuchen bspw. Firmen aus dem Automobilsektor, neue Produktionsfelder zu erschliessen, weil ihr traditioneller Markt gesättigt ist. Dies erhöht die Gefahr, dass die Bedürfnisse der Anwender zu kurz kommen – zumal es schwer zu befragende Nutzer gibt wie demente oder autistische Personen. Je nachdem, wer die Roboter anwendet, stehen unterschiedliche Anliegen im Vordergrund: Professionelle Anwender möchten eine bessere und effektivere Krankenpflege – befürchten aber, als Arbeitskraft von der Maschine ersetzt zu werden. Nicht-professionelle Anwender wiederum erhoffen sich von Robotern eine grössere Autonomie und mehr Teilhabe am gesellschaftlichen Leben – fürchten aber den Verlust zwischenmenschlicher Kontakte. Die grössten Potenziale für die mechanischen Hilfskräfte ortet die Fachfrau bei der Organisation des täglichen Lebens von Behinderten und ihren Familien. Eine nicht zu unterschätzende Barriere für den breiteren Einsatz von Robotern könnte allerdings in den geschlechtsspezifischen Vorlieben liegen: Für technische Hilfsmittel erwärmen sich eher Männer; in der Pflege sind aber mehrheitlich Frauen tätig.

Vielfalt der Sichtweisen

An der Podiumsdiskussion beteiligten nebst den Referentinnen und Referenten auch Hannes Bleuler, Mechatronik-Spezialist aus der ETH Lausanne, der Unternehmer und ehemalige ETHZ-Absolvent Nicola Tomatis sowie Tony Prescott, Fachmann für künstliche Intelligenz an der Universität Sheffield. Dass eine einheitliche Sprachregelung zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen von Nutzen wäre, trat verschiedentlich zu Tage: So debattierten der Roboterentwickler Paolo Dario und der Ethiker Noel Sharkey über den Ausdruck «empfindsame Maschine» («sentient machines»). Aus Sicht des Geisteswissenschaftlers sind Empfindungen mit Gefühlen verbunden, die man technischen Geräten absprechen muss. Der Techniker hingegen zeigte sich überzeugt, künftige Roboter würden das

Bewusstseinsniveau («level of awareness») eines Hundes erreichen können. Auch aus rechtlicher Sicht herrscht Klärungsbedarf: Die Vorstellungen von «Autonomie» sind alles andere als einheitlich, und der Ethiker merkte an, es sei nicht einmal sauber definiert, was unter einem Roboter zu verstehen sei.

Hinsichtlich der aus gesellschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Sicht oft geäusserten Befürchtung, Roboter könnten mittelfristig für manche Tätigkeiten die Menschen ersetzen, gaben die Techniker Entwarnung. Die Fachgemeinschaft ziele in erster Linie auf eine Unterstützung der Menschen ab, aber sicher nicht auf ihren Ersatz. Generell ständen die humanoiden Roboter zu stark im Blickpunkt. Dabei seien Durchbrüche eher in hoch spezialisierten Geräten zu erwarten, die sich in ihrer Form keineswegs an Lebewesen orientieren würden.

Auch Fragen zur Unfallgefahr durch Roboter beantworteten die Ingenieure optimistisch. Schon heute würden in der industriellen Fertigung und Verkehr (namentlich in der Luftfahrt) Roboter eingesetzt – und sie hätten erwiesenermassen dazu beigetragen, die Zahl der Unfälle zu senken. Aus dieser Perspektive scheinen die technischen Hilfskräfte eher zuverlässiger zu sein als der Mensch.

Einig waren sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, dass erst die Verwendung durch viele Menschen darüber entscheiden wird, ob die Roboter der Gesellschaft Fluch oder Segen bringen. Entsprechend wichtig ist es, wenn öffentlich über das zukunftssträchtige Forschungsfeld diskutiert wird.