

econo

1. Jahrgang
24.6.2005
4,00 €
5,90 SFR
E 66900



Dr. Angela Merkel
Was bringt sie
der Wirtschaft
im Südwesten?



Hermann Jäger
Über Teningens
Kampf gegen
Job-Verlagerung

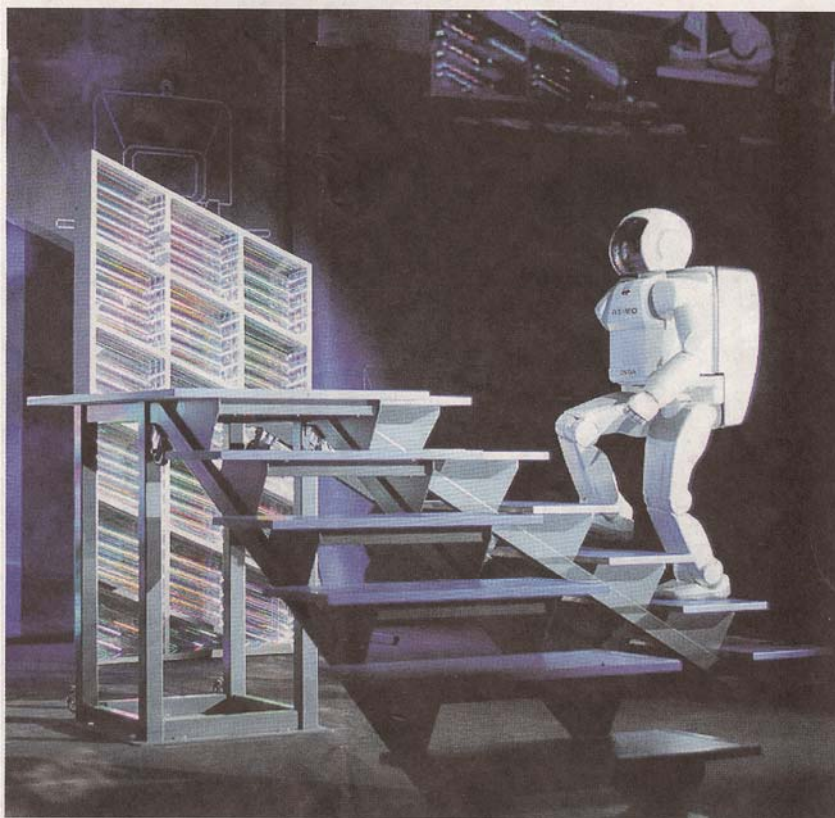


Rohstoff-Hausse
So wird der
Mittelstand
ausgequetscht

Mit Beiträgen
von Volker Kauder,
Ute Vogt und
Dieter Salomon

12 Extra-Seiten über den
Hightech-Standort Karlsruhe

GEIST IST GEIL



Schaulaufen eines Bewegungskünstlers: Im Treppensteigen ist Asimo der Größte unter den humanoiden Robotern.

Foto Honda

Wie man Robotern Beine macht

Mit Muskeln und Gelenken: Maschinenwesen bei ihren ersten Ausflügen / Von Manfred Lindinger

Mit einem ungewöhnlichen Begleiter erfreute vor wenigen Tagen der japanische Ministerpräsident Junichiro Koizumi in Prag seinen Amtskollegen Spidla. „Sehr erfreut, Herr Premier, stoßen wir auf die Freundschaft zwischen Mensch und Roboter an“, krächzte das 1,20 Meter große und rund fünfzig Kilogramm schwere Roboterwesen, das auf den Namen „Asimo“ hört und an einen etwas zu klein geratenen Astronauten erinnert. Asimo ist etwas ganz Besonderes. Von allen humanoiden Robotern beherrscht er den aufrechten Gang am besten, was er am eindrucksvollsten beim Treppensteigen demonstriert. Ohne das Gleichgewicht zu verlieren, legt er sich beim Gehen elegant in die Kurve, tanzt oder balanciert auf einem Bein. Fast 17 Jahre Arbeit haben die Forscher von Honda in die Entwicklung des Laufroboters gesteckt, dessen Name für das Akronym „Advanced Step in Innovative Mobility“ steht. Asimos Innenleben besteht aus einem eher bescheidenen Computerrhirn und sechszwanzig Elektromotoren, die ebenso viele Freiheitsgrade ermöglichen, sowie jeder Menge Drucksensoren an den Füßen und den Händen. Mehr Details gibt Honda über Asimo derzeit allerdings nicht preis.

In aller Welt sind Forscher dabei, den Maschinenwesen beizubringen, wie sie sich am besten bewegen. Ob Räder, Rollen, Ketten, Würmglieder oder zwei Beine – viele Fortbewegungsmittel hat man mittlerweile eronnen. Zudem gibt es fast keinen Lebensraum, den Roboter inzwischen nicht „besiedelt“ haben. Sie können sogar über eine Wasseroberfläche laufen wie der „Robostrider“ von amerikanischen Wissenschaftlern des Massachusetts Institute of Technology („Nature“, Bd. 424, S. 663). Für die Fähigkeiten des künstlichen Wasserläufers genügen schon ein Stück Blech für den Körper, Stahldraht für die Beine und Gummibänder für den Antrieb.

Deutlich größer wird der Aufwand und komplizierter die Technik, nimmt man die Anatomie und die Mechanik des Bewegungsapparates von Menschen zum Vorbild. Dann benötigt der Roboter reichlich Sensoren, ein Skelett mit zahlreichen Gelenken und eine Art Muskulatur. Denn unser Bewegungsapparat ist äußerst komplex: Mehr als fünfhundert Skelettmuskeln und rund zweihundert Gelenkknochen arbeiten beim Menschen harmonisch miteinander. Die kleinste Bewegung folgt einer komplizierten Choreographie, die vom Gehirn ge-

steuert über die Nerven an die Muskeln weitergeleitet wird. Diese koordinieren durch ihr Zusammenziehen und Entspannen die Ausrichtung der Gelenke. Für den Bau eines humanoiden Roboters wie Asimo benötigt man vergleichsweise wenige Gelenke des menschlichen Bewegungsapparats. Damit er die Gelenke für Hals, Schulter, Ellbogen, Hände, Finger, Hüfte, Knie und Füße bewegen kann, braucht er ebenfalls Muskeln – in der Sprache der Robotiker Aktoren oder Aktuatoren genannt.

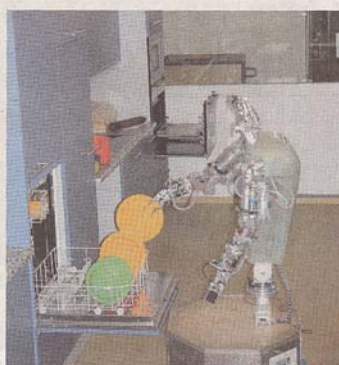
Die billigsten Aktoren sind die pneumatischen. Bei einfachen Ausführungen reicht oft schon ein elastischer Gummischlauch, der von einem Schlauch mit Druckluft, so dehnt er sich aus. Das Gewebe sorgt dann dafür, daß der Muskel als Ganzes horizontal kontrahiert. Das Prinzip ist nur für einfache Funktionen geeignet, da es keine großen Kräfte und keine präzise Steuerung der Bewegung erlaubt. Besser sind Fluidaktoren, die aus einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäß bestehen, oder hydraulische Antriebe, wie sie in Oldruckpumpen oder Steuerventilen verwirklicht sind. Die Viskosität des Öls erlaubt jedoch keine allzu schnelle Reaktion. Deshalb werden die hydraulischen Aktoren meist für große Roboter verwendet, die viel Kraft benötigen. Für eine präzise Steuerung und exakte Positionierung der Gliedmaßen nutzt man meist Elektromotoren, die über Spiralfedern oder Seiltzüge Arme und Gliedmaßen bewegen. Sie sind leise und kompakt, entwickeln allerdings nur geringe Kräfte und erreichen nur mäßige Geschwindigkeiten. Deshalb werden sie in der Regel für Roboter verwendet, die präzise, aber nicht allzu schwere Arbeiten verrichten müssen.

Trotz aller Anstrengungen kommen die Aktoren nicht an ihr natürliches Vorbild heran. In jüngster Zeit versucht man, die menschlichen Muskeln deshalb mit weichen Materialien nachzubilden. So hat man eine ganze Palette von Werkstoffen entwickelt, die sich verbiegen oder verformen, wenn man eine elektrische Spannung anlegt. Dadurch können mitunter beachtliche Kräfte erzeugt werden. So ist der künstliche Muskel, den spanische Forscher kürzlich aus zwei voneinander isolierten Schichten des leitfähigen Polymers Polypyrrol entwickelt haben, in der Lage, Hindernisse zur Seite schieben, die sein Eigengewicht um ein Vielfaches übertreffen („Advanced Materials“, Bd. 15, S. 279). Der Muskel hat

dank der elektrischen Eigenschaften des Kunststoffs automatisch einen Tastsinn. Der auf die Polymerschichten wirkende Druck verändert die elektrische Leitfähigkeit des Materials. Diese ist desto größer, je mehr Widerstand das Hindernis leistet. Die Polymer-Doppelschicht wäre ein idealer Überzug für Roboterfinger, die dadurch Objekte gefühlvoller anfassen könnten.

Daß künstliche Muskeln aber durchaus nicht aus Kunststoff bestehen müssen, sondern wie die anderen Elemente des Roboters aus Metall, hat man unlängst am Forschungszentrum Karlsruhe demonstriert. Jörg Weißmüller und seine Kollegen entwickelten einen Metallkörper, der sich wie eine piezoelektrische Keramik ausdehnen und zusammenziehen kann. Der scheibenförmige Körper besteht aus komprimierten nanometergroßen Plättchen, die von einer Elektrolytlösung umspült sind. Wenn Elektronen durch eine Spannung in das Material wandern, dehnt es sich aus. Sobald die Spannung abgeschaltet wird, schrumpft es wieder auf seine ursprüngliche Größe („Science“, Bd. 300, S. 312). Eine andere Klasse von Werkstoffen könnte die hydraulische Aktortechnik beflügeln, sogenannte magneto- und elektrorheologische Flüssigkeiten. Diese Materialien verfestigen sich unter dem Einfluß elektrischer oder magnetischer Felder.

Die künstlichen Muskeln sind allerdings noch weit davon entfernt, den Robotern neue Kräfte zu verleihen. Die Humanoiden unter den Automaten nutzen nach wie vor Schrittmotoren wie Asimo oder der 1,60 Meter große Roboter Armar, der am Forschungszentrum für Informatik in Karlsruhe geboren wurde. Er soll eines Tages als Serviceroboter vollkommen autonom im Haushalt helfen. Blumen gießen und Spülmaschinen ausräumen kann das Robotersystem schon. Es besteht aus einem Kopf, zwei Armen mit jeweils sieben Gelenken, zwei Backengreifern als Hände und einem fahrbaren Untersatz. Die insgesamt fünf- undzwanzig Freiheitsgrade ermöglichen eine große Beweglichkeit. Drucksensoren an den Greifern sorgen für den nötigen Tastsinn. Noch muß man Armar aber einprogrammieren, was er genau tun soll. Nachfolgemodelle sollen irgendwann „verstehen“ können, was man zu ihnen spricht, und erkennen, ob ein Fernseher oder ein Mensch mit ihnen redet. Schon bald soll Armar einfache Befehle ausführen können, etwa „Hol mir mal eine Flasche Bier!“



Fotos dpa/Unijerstätt Karlsruhe

Zwei Welten: Während der japanische Humanoid „Asimo“ beim Staatsbesuch in Prag den guten Umgang pflegt und mit seinem Ministerpräsidenten einen Toast ausbringt (links), sorgt sein deutsches Pendant „Armar“ in der heimischen Küche in Karlsruhe für den Abwasch.



ARMAR-III

INSTITUT FÜR TECHNISCHE INFORMATIK, UNIVERSITÄT KARLSRUHE, DEUTSCHLAND

Dass der Roboter ARMAR-III bequem am Küchentisch steht, ist kein Zeichen von Faulheit. Im Gegenteil: Er wird als Haushaltshilfe konstruiert. Auch die Küche wird also vermutlich einmal sein Arbeitsplatz sein.

Der Humanoide aus Karlsruhe kann bereits „stereo“ sehen, Geräusche lokalisieren und Gegenstände behutsam greifen. Seine Hände sind mit einer berührungsempfindlichen Haut überzogen. Denn irgendwann einmal soll er eine Blumenvase oder ein Weinglas auf den Tisch stellen können.

ARMAR-III ist als Roboter noch nicht perfekt. Seine Schöpfer nennen ihn deswegen noch immer ein wenig herablassend das „teilanthropomorphe Demonstratorsystem ARMAR-III“. Aber die Maschinenbauer sind zuversichtlich und machen sich schon jetzt über konkrete Szenarien Gedanken: Was zum Beispiel ist zu tun, wenn der dienstbare Robo-Geist im Haushalt von einem Systemfehler lahmgelegt wird oder gar außer Kontrolle gerät? An entsprechenden Ferndiagnose- und Wartungssystemen wird getüftelt.



Roboter „Amar III“ kann greifen, sprechen, sehen – und bald auch ein Ei von einem Milchkrug unterscheiden.

Bild: dpa

Ein Roboter, der Kaffee kocht

Wissenschaftler aus Karlsruhe entwickeln mit „Amar III“ einen praktischen Küchenhelfer

Von dpa-Korrespondentin Ute Bauermeister

Karlsruhe. Können Sie sich vorstellen, dass Ihnen ein Roboter freundlich lächelnd Kaffee serviert, den Tisch deckt und danach die Küche blitzblank aufräumt? Schon bald könnten humanoide, also menschenähnliche Roboter ebenso zum Alltag gehören wie Autos, Handys oder Computer. Das Team von Professor Albert Albers, dem Leiter des Instituts für Produktentwicklung (IPEK) an der Universität Karlsruhe, baut seit fünfzehn Jahren Roboter, die vor allem in der Küche zum Einsatz kommen.

Inzwischen kann „Amar III“ problemlos greifen, seine Arme bewegen, sprechen und sehen. Der hoch entwickelte Torso mit Bildschirm auf der Brust steht auf einem tonnenförmigen, rollenden Unterleib. Stattliche 160 Kilo bringt der lernfähige Helfer auf die Waage. Er besteht hauptsächlich aus Metall, Batterien und mehreren Rechnern im Oberkörper. Spracherkennung nebst Bildverarbeitung sind in der Plattform untergebracht. Wird er transportiert, dann muss er für die Fahrt erstmal zerlegt und in mehrere Kisten verpackt werden.

Allerdings stoßen solche künstlichen

Wesen in der Öffentlichkeit auf Skepsis. Während Japan mit großer Begeisterung daran forscht, ist man in Europa kritisch. Filme wie Charlie Chaplins „Modern Times“ oder Fritz Langs „Metropolis“ bis hin zu „Star Wars“ prägten das Bild „künstlicher Gefährten“ als ambivalente Wesen – mal bedrohlich, mal niedlich, mal Feind, mal Freund des Menschen.

Doch davon, dass Roboter eines Tages ein eigenes Bewusstsein entwickeln könnten, sind Wissenschaftler noch weit entfernt. Zuerst einmal gilt es, in feinsten Kleinarbeit die „Wunder der Natur“ nachzubauen. Spracherkennungssysteme ermöglichen eine natürliche Kommunikation mit der Maschine. Serviceroboter haben im Unterschied zu Industrierobotern menschenähnliche Gestalt, was die psychologische Akzeptanz erhöht. Auch auf entsprechende Mimik wird großer Wert gelegt. Sensoren sorgen sogar dafür, dass humanoide Roboter fühlen. Gerade tüfteln die Forscher daran, dass „Amar III“ lernt, ein Ei nicht genauso anzufassen wie einen Milchkrug.

Albers betrachtet die Robotertechnik als Schlüsseltechnik unseres Jahrhunderts. Asien erkannte schon früh das Wachstumspotenzial der Branche. Was hier zu Lande

noch undenkbar scheint, wird in Japan längst praktiziert. Der schicke kleine weiß „Asimo III“, ein von Honda entwickelte Roboter, spielt mit Kindern im Hof, kan bis zu sechs Kilometer in der Stunde laufen, Treppen steigen und sieht alles anders als bedrohlich aus. Auch im Bereich Altenpflege setzt man in Japan zunehmend auf Roboter. Handwerkliche Tätigkeiten im Pflegebereich, dort wo Personal immer knapper wird, übernimmt künftig die intelligente Maschine.

Als Seelentröster bleiben „echte Menschen“ jedoch im Amt. Dieser Aspekt liegt auch Albert Albers am Herzen. Es geht nicht darum, menschliche Nähe zu ersetzen. Vielmehr könnten Pfleger entlastet werden, um wieder mehr Zeit für ihre Patienten zu haben. Kein Roboter wird die Menschen je ersetzen. Das sei, so Albers, weder angestrebt, noch möglich. Allerdings besteht noch reichlich Diskussionsbedarf: Was soll ein menschenähnlicher Roboter alles können, wofür genau wollen wir ihn einsetzen? Sollen wir ihm unsere Kinder und pflegebedürftigen Eltern anvertrauen? Oder nutzen wir ihn als Kampfmaschine in Krisengebieten oder in Tschechien? Es wird, wie immer, wenn es um Technik geht, darauf ankommen, was wir Menschen daraus machen.

MM Südwest, 20.01.2007

Roboter faszinieren, denn anders als gewöhnliche Maschinen können sie zu einem gewissen Grad selbst entscheiden, was zu tun ist. Zwar ist es noch ein langer Weg, bis sich Roboter mit Menschen unterhalten und sicher auf zwei Beinen durch die Welt springen. Aber die Fortschritte bei der Entwicklung der maschinellen Assistenten sind beeindruckend. So gibt es Roboter, die ihren Weg durch Kanalaröhre finden, um Schäden zu suchen. Fensterputzroboter reinigen große Scheiben fleckenfrei. Die Siemens AG in München hat Roboter entwickelt, die Supermärkte putzen und sich dank eines Navigationssystems merken, wo sie bereits gewesen sind. In der Automobilproduktion schweißen Roboter schon seit vielen Jahren Bauteile zusammen. Die Kuka Roboter GmbH in Augsburg, einer der weltweit führenden Hersteller von Industrierobotern, bringt den automatischen Werkern sogar bei, zusammenzuarbeiten. Diese kooperierenden Roboter reichen einander Werkstücke oder packen gemeinsam an, um schwere Lasten zu heben. Der Clou: Schon bei der Übergabe des Werkstücks werden Fertigungsschritte wie das Bohren von Löchern durchgeführt. Das beschleunigt den Herstellungsprozess. Fachleute von der Universität Karlsruhe entwickeln im Projekt Armar einen humanoiden Serviceroboter, der natürliche Arten der Kommunikation wie Sprache, Gestik oder sogar Blicke für die Interaktion und Zusammenarbeit mit dem Menschen nutzt. Dadurch fällt dem Menschen die alltägliche Kooperation mit dem Roboter wesentlich leichter. So besitzt der Roboter beispielsweise zwei Arme mit jeweils einem fünffingerigen Greifapparat, der der menschlichen Hand und ihrer Funktionsweise nachempfunden ist.

Auf alltagstaugliche Roboter, die einen Befehl wie „Hol mir mal ein Bier!“ sicher ausführen, wird man aber noch etwas warten müssen. Prof. Dr. Rolf Dieter Schraft, Roboter-Experte und Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart, kann dies erklären.

Dieser Reinigungsroboter von Siemens putzt Supermärkte und merkt sich die Stellen, die er schon gesäubert hat.



Ein Roboter als Freund? Fachleute von der Universität Karlsruhe entwickeln im Projekt Armar einen humanoiden Serviceroboter, der spricht und menschliche Gesten nachahmt.

Von Servicerobotern und einarmigen Banditen – „Erkennen, was zu tun ist“

Herr Professor Schraft, je nach Anwendung können Roboter ganz unterschiedlich aussehen. Es gibt einarmige Industrieroboter oder Roboter, die auf zwei Beinen laufen. Was zeichnet letztlich einen Roboter aus?

Schraft: Allen Robotern ist gleich, dass sie zu einem gewissen Grad auf die Umwelt reagieren können. Ein Industrieroboter etwa weiß dank verschiedener Sensoren, was zu tun ist, wenn beispielsweise ein Werkstück schief liegt. Er greift es dann einfach anders.

Aus welchen Komponenten ist denn ein Roboter aufgebaut?

Schraft: Egal ob Industrie- oder Serviceanwendungen, ein Roboter benötigt immer eine Elektronik-Steuerung, mit der er sich in allen drei Raumachsen bewegen kann, etwa um ein Glas Saft zu greifen oder einen Schweißbrenner zu platzieren. Er benötigt Antriebe, die eine Bewegung überhaupt erst ermöglichen. Er braucht Wegmesssysteme, die ihm sagen, ob er sein Ziel erreicht hat. Und mit den Sensoren nimmt er seine Umwelt wahr. Fehlt eine Schraube an einem Bauteil, registriert das zum Beispiel eine Kamera. Der Roboter setzt dann die fehlende Schraube ein. Zwar geschieht auch das nach einem vorher festgelegten Programm, aber der Roboter entscheidet eigenständig.

Worin sehen Sie die Herausforderungen bei der zukünftigen Weiterentwicklung von Robotern?

Schraft: Am IPA entwickeln wir Systeme für komplexe Handlungsaufgaben. So einfach es klingt: Dazu gehört das Greifen von Gepäckstücken. Ein Hartschalenkoffer lässt sich leicht greifen. Ein Rucksack aber ist ein weiches Etwas, das bei jedem Griff seine Form ändert. Darauf muss ein Gepäckgreifer flexibel reagieren können. Ein anderes Beispiel ist das Handhaben so genannter biegeschärfer Teile wie Schläuche oder Kabel.

Und wann wird der Serviceroboter ins Haus einziehen?

Schraft: Wie wir aus unserer eigenen Entwicklung von Servicerobotern am Institut wissen, dürfte das noch etwas dauern. Um nur ein Getränk aus dem Kühlschrank zu holen, muss der Roboter ein ganzes Bündel von Aktionen durchführen. Er soll den Befehl verstehen, trotz Dialekt oder Hintergrundlärm. Mit dem Laserscanner schaut er, ob der Weg frei ist. Steuerungsprozesse sind nötig, um Türen zu öffnen. Und dann muss er entscheiden, welche die gewünschte Flasche ist. Und was macht er schließlich, wenn der Kühlschrank leer ist? Was die Interaktion mit dem Menschen betrifft, stehen wir ganz am Anfang der Entwicklung. Aber ich bin mir sicher, dass der Serviceroboter eines Tages so selbstverständlich sein wird wie das Auto.

Während Industrieroboter in Fabriken heutzutage noch durch Sicherheitsvorrichtungen wie Zäune vom Menschen getrennt arbeiten und aufwändig programmiert werden müssen, werden sie zukünftig direkt mit dem Menschen zusammenarbeiten. Denn in wenigen Jahren sollen die Helfer aus Kabel und Blech über dieselben Kommunikationskanäle verfügen wie der Mensch – Sprache, Gestik, Mimik und Bewegungen.



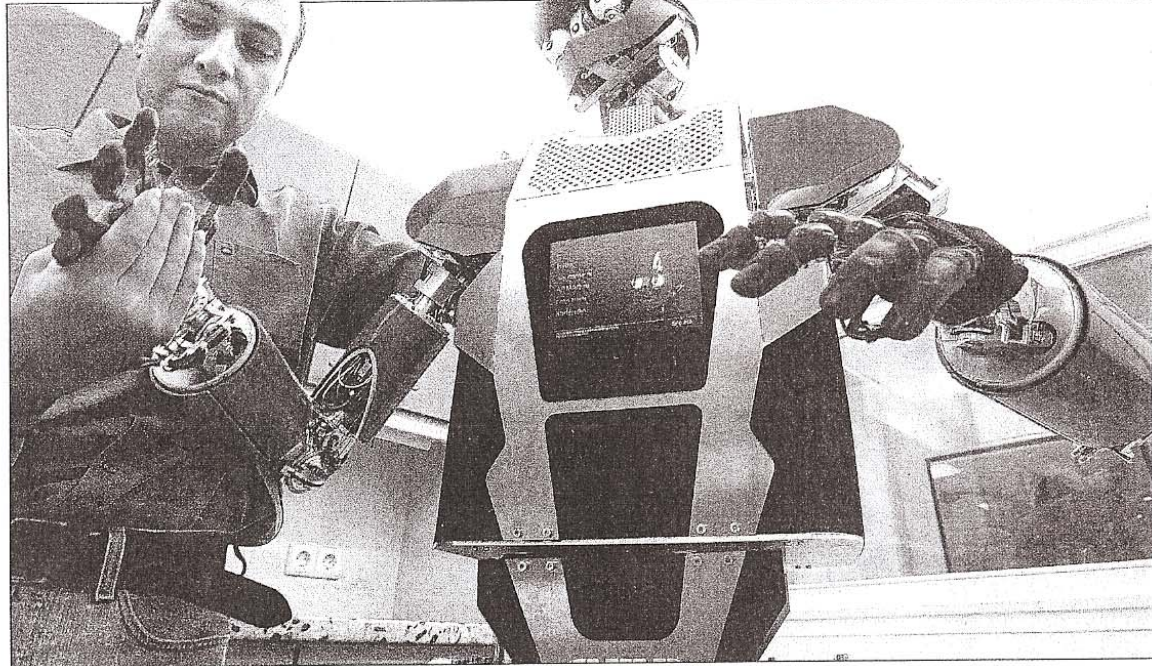
Professor Dr. Rolf Dieter Schraft ist Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart. Neben ihm: der Service-Roboter Care-O-bot® II.

Forscher im Höhenrausch

Spannende Monate stehen den rund 8 000 Mitarbeitern der Elite-Universität und des Forschungszentrums Karlsruhe bevor. Denn unversehens sind sie zu Teilnehmern eines der größten Experimente in der deutschen Wissenschaftszene geworden: der Fusion von Uni und Großforschungsstätte zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Die neue Forschungshochburg will mit geballter Kraft an die Weltspitze aufschließen – doch mancher Beschäftigte hat Angst, er könnte dabei auf der Strecke bleiben. „Am meisten fürchten sich die Beschäftigten vor Versetzungen im KIT und vor Veränderungen im Arbeitsalltag“, sagt Wolfgang Eppler, Betriebsratsvorsitzender des Forschungszentrums Karlsruhe.

Welcher Tarifvertrag gilt künftig? Welche Mitbestimmungsrechte können ins Fusionsprojekt KIT hinübergerettet werden? In welchen Labors und Büros wird man mit wem arbeiten? All das sind offene Fragen.

Auf einige soll es in wenigen Monaten endlich Antworten geben. „Wir gehen davon aus, dass der Entwurf für das KIT-Gesetz zum Herbst vorliegt“, heißt es aus dem Stuttgarter Haus von Wissenschaftsminister Peter Franke (CDU) vage. Dass sich alle Beteiligten sehr bedeckt halten, rührt nicht nur von der üblichen politischen Diplomatie her: Das KIT ist ein Novum in der Bundesrepublik, das auch verfassungsrechtliche Fragen aufwirft. Denn der Bund trägt bisher den Löwenanteil am Forschungszentrum, das Land Baden-Württemberg ist Herrin der Universität – und nun müssen beide ihre komplexen Interessen und Rechte im KIT völlig neu verflechten. Daher hat die Stunde der Juristen geschlagen. Und bei all dem Feilschen um Paragraphen gerät eines mehr und mehr in den Hintergrund: die Begeisterung über die Jahrhundertchance KIT. Ist er schon fast vergessen, der Höhenrausch, der vor knapp zwei Jahren einsetzte?



Ein Roboter aus Karlsruhe: Armar III, ein Produkt des Instituts für Produktentwicklung (IPEK) an der Uni Karlsruhe, kann problemlos greifen, seine Arme bewegen, sprechen und sehen. Foto: Artis

Mit dem Exzellenz-Wettbewerb der deutschen Universitäten begann die schwindelerregende Geschichte des KIT: Die Universität Karlsruhe – in Ingenieurkreisen zwar weltweit geachtet, ansonsten aber eher als wenig aufregende Provinz-Uni einsortiert –, siegte gemeinsam mit den Münchnern und war als „Elite-Uni“ plötzlich ins Zentrum eines riesigen Medienwirbels

Das KIT ist ein Novum in Deutschland

katapultiert. Ein Geldregen von fast 100 Millionen Euro aus den Elite-Töpfen stand ins Haus, namhafte Sponsoren stürmten gleich hinterher. In Windeseile gründeten die Karlsruher neue Forschungsgruppen, Nachwuchsschmieden für Top-Wissenschaftler, neue Institute. Den Elite-Titel errangen die Karlsruher unter anderem durch die Spitzenleistungen ihrer Nanotechno-

logen – und mit der Idee, mit dem Forschungszentrum zum KIT zu verschmelzen.

Inzwischen ist klar: Das KIT wird eines der größten Energie-Forschungszentren Deutschlands. Der Uni-Betrieb erhält auch Verstärkung: Durch Kräfte des Forschungszentrums sollen rund 100 zusätzliche Hochschullehrer zur Verfügung stehen. Und vor wenigen Monaten gab es noch eine Sensations-Jubelmeldung: Der Milliardär Werner Hector stiftet der Elite-Uni 200 Millionen Euro – damit diese ihre Spitzenforscher auch spitze bezahlen kann.

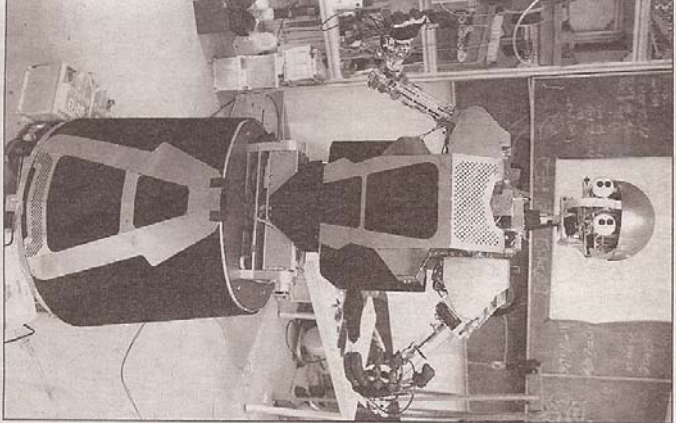
„Wir haben die Chance, ein ganz großes Rad zu drehen“, betonte Universitätsrektor Horst Hippler des Öfteren feierlich. Doch gerade am Fall Hector zeigt sich, wie viel Sandkörner im Getriebe des Riesenrades KIT knirschen können: Die Uni kann die gigantische Spende vorerst gar nicht nutzen – weil erst noch eine Dienstrechtsreform abgewartet werden muss. Solche Erfahrungen sind harte Zwischenlandungen auf dem Höhenflug des KIT. Elvira Weisenburger

Wird Armar zur guten Fee in der Küche?

Menschenähnlicher Roboter lernt stetig / Neues Modell wird auf CeBIT präsentiert

Von unserem Redaktionsmitglied
Tina Kampl

Karlsruhe. Er könnte einem Science-Fiction-Film entstiegen sein – ist aber doch ganz anders: Armar 3, ein so genannter humanoider Roboter, der – wenn alles läuft wie



Armar – fertig „angezogen“: In dieser Gestalt wird der Roboter in Hannover gezeigt.

geplant – in den nächsten Tagen auf der CeBIT in Hannover, der weltgrößten Messe für Informationstechnik, einen ganz großen Auftritt haben wird. (Siehe auch Sonderseite.)

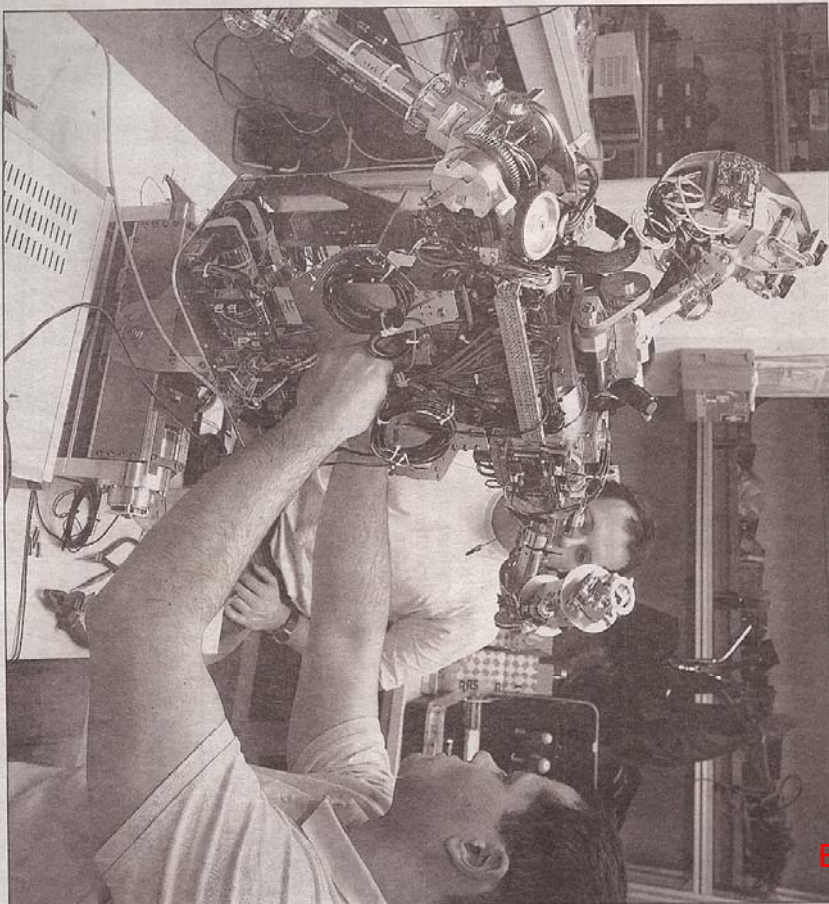
Ein kleiner Star auf Rädern, „made in Karlsruhe“. Es waren Wissenschaftler der hiesigen Universität und des Forschungszentrums Informatik (FZI), die Armar entwickelt und gebaut, ihn fast schon zum Leben erweckt haben. Der 1,75 Meter große Roboter kann viel. Mehr als seine Brüder Armar 1 und 2, und mehr als die meisten anderen Roboter, an denen derzeit Experten rund um die Welt tüfteln: Geschickt greift er nach Tassen oder Tellern, bewegt präzise die fünf Finger, die ihm seine Erfinder pro Hand „gegönnt“ haben. Er öffnet Schränke – und vor allem: Er kann, Dank eines äußerst beweglichen Kopfes und einer ausgefeilten Mikrofon- und Kamertechnik, Personen visuell wahrnehmen, sie erkennen, auf ihre Bewegungen reagieren und Sprache verstehen. „Ich kann Armar bitten, mir eine Orange zu bringen. Er sucht sie dann dort, wo er gelernt hat, dass sie aufbewahrt wird – und holt sie mir“, berichtet Professor Rüdiger Dillmann, FZI-Vorstand und Professor am Institut für Technische Informatik, der – ganz stolzer „Papa“ – ins Schwärmen kommt, wenn er von den Fähigkeiten und der möglichen Zukunft seines „Babys“ erzählt. „Ich kann mir vorstellen, dass ein solcher Roboter im Haushalt von älteren Menschen eingesetzt wird, dass er ihnen tagtäglich in der Küche hilft, ihnen – einfach auf Zuruf – Dinge bringt.“ Er ist sicher: Armar könnte nicht nur konkrete Anweisungen reagieren, sondern auch selbst aktiv werden, etwa Hilfe rufen, wenn sein Besitzer stürzt. Er könnte mit Kindern Vokabeln üben, die Spülmaschine

„Es geht nicht darum, den Menschen nachzubauen.“

ein- und ausräumen oder das Essen zu einer bestimmten Zeit in die Mikrowelle schieben. Ein Ziel, das Dillmann in etwa zehn Jahren erreichen möchte. Denn bevor Armar als gute Seele die deutschen Haushalte erobern kann, muss er noch manches lernen – und vor allem zu einem bezahlbaren Preis zu haben sein. „Noch ist Armar ein Einzelstück, aber wir planen, in Karlsruhe eine Roboter-Manufaktur zu etablieren“, sagt Dillmann, der sich auch vorstellen könnte, dass Armar eines Tages quasi als Torso auf den Markt kommt. „Wenn es nur darum ginge, dass überacht wird, ob jemand seine Medikamente nimmt, würde es ja reichen, ausschließlich den Kopf zu installieren.“

Wer nur Hilfe beim Be- und Entladen des Geschirrspülers wollte, könnte entsprechend nur den Roboterarm ordern. Dennoch: 40 Wissenschaftler und rund 50 Studenten arbeiten derzeit – finanziell gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft – an einem vollständigen „Ganzkörper“-Armar. Sportwissenschaftler grübeln, wie sich der Roboter energetisch noch günstiger bewegen könnte. Informatiker und Maschinenbauer tüfteln an seinen Innen- und Außenleben, überlegen, ob und wie Armar irgendwann nicht mehr auf Rädern, sondern auf zwei Beinen stehen könnte.

Auch den in Karlsruhe lebenden Designer Colani hat das Team ins Boot geholt: Er hat gemeinsam mit Studenten als Vorstudie bereits ein „Baby“ kreiert – ein Roboter in Säuglingsgestalt, der krabbeln, sich aber nicht aufrecht stellen kann. Demnächst soll eine Roboterfrau folgen. Und auch dem mächtlichen Armar wird Colani aller Voraussicht nach ein neues Aussehen geben. „Wir wollen letztlich einen Roboter schaffen, der menschenähnlich aussieht, sich



DIODEN UND KABEL statt Herz und Nieren: Karlsruher Wissenschaftler tüfteln am Innenleben des humanoiden Roboters „Armar“.

menschenähnlich verhält und von jedem Mann einfach unterwiesen werden kann“, sagt Dillmann, der betont: „Es geht nicht darum, den Menschen nachzubauen.“ Schließlich könne Armar zwar in der Pflege eingesetzt werden, aber doch keine Zuwen-

dung geben. Und anders als manches Exemplar in Science-Fiction-Filmen werde er weder böse Seiten noch Gefühle entwickeln. „Nur umgekehrt haben wir das schon erlebt: Einige Mitarbeiter haben Armar richtig ins Herz geschlossen.“

Imagekampagne der Region: High-Tech trifft Lebensart

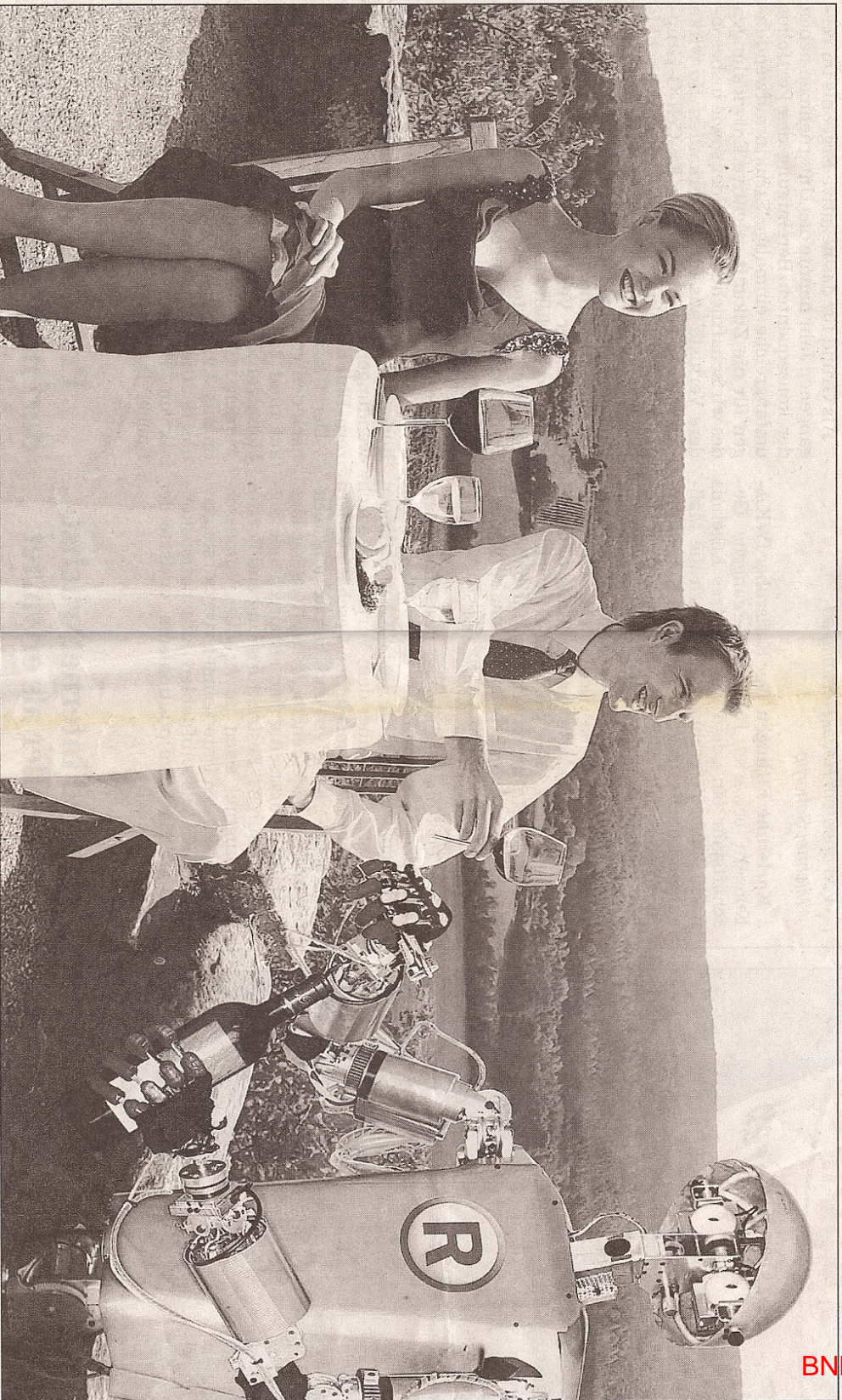
Neues Erscheinungsbild soll bundesweite Aufmerksamkeit wecken / Hohe Zufriedenheit bei den Einwohnern

Von unserem Redaktionsmitglied
Rainer Haendle

Karlsruhe. Die Technologieregion Karlsruhe will mit einer neuen Imagekampagne ihr Erscheinungsbild kräftig aufpolieren und damit bundesweit auf sich aufmerksam machen. Zentraler Baustein des gestern vorgestellten Konzepts ist der Slogan „High-Tech trifft Lebensart“. Dazu der Karlsruher Rathauschef Heinz Fenrich (CDU) als Sprecher der Region: „Unser Alleinstellungsmerkmal ist die Kombination aus Spitzentechnologie und Lebensart.“ Neben der höchsten Forschungsleistung Deutschlands und Bühl auch einen bundesweiten Spitzenplatz bei Umfragen unter den Einwohnern nach der Lebensqualität. Mit Blick auf berufliche Perspektiven, Natur, Freizeitangebote und kulturelle Höhepunkte seien 82 Prozent der Einwohner „sehr zufrieden“ mit dem Leben in ihrer Region.

Ausgangspunkt der Neukonzeption waren Untersuchungen zum Bekanntheitsgrad. „Die Region ist Spitze, aber dies ist leider viel zu wenig bekannt“, berichtet Martin Dauth von der zuständigen Marketing-Agentur. Die Rathauschefs und Landräte der Technologieregion sehen dies als großen Nachteil im internationalen Wettbewerb um hoch qualifizierte Fach- und Führungskräfte und um die Neuan siedlung von Unternehmen. Nur wer sich gut verkauft und die eigenen Stärken herausstellt, kann künftig punkten, so die Überzeugung der Kommunalpolitiker. Deshalb haben sie im vergangenen und in diesem Jahr insgesamt 280 000 Euro für eine neue regionale Dachmarke locker gemacht. Neben Großplakaten am Baden-Airport, dem Karlsruher Hauptbahnhof und der Messe wurden Standortbro schüren, Anzeigen und ein neuer Internet-Auftritt (www.trk.de) gestaltet. Die beteiligten Städte und Landkreise können das neue Erscheinungsbild in ihre jeweiligen Marketingauftritte integrieren.

Zudem werden für bundesweite Aktionen Partner aus der Wirtschaft gesucht. Wie bei der preisgekrönten Imagekampagne des Lan-



DIE VERBINDUNG VON HIGH-TECH UND LEBENSQUALITÄT wird auf diesem Fotomotiv der neuen regionalen Imagekampagne dargestellt: Inmitten von Rebem auf der malerischen Burg Ravensburg im Kraichgau tritt Assistenzroboter Armar vom Forschungszentrum Informatik als Weinkellner auf. Foto: ttk

des („Wir können alles außer Hochdeutsch“) sollen bei diesem Kooperationsmodell beide Seiten von der Medienpräsenz profitieren. OB Fenrich erhofft sich durch das Engagement von Unternehmen als „Partner der Region“ eine Aufstockung des jährlichen Erats um rund 200 000 Euro.

Sollte die Karlsruher Fridericiiana im Herbst im Wettbewerb um die wenigen deutschen Spitzenuniversitäten den Zuschlag erhalten, verspricht Fenrich zusätzliche Marketingmittel. „So einen Erfolg würden wir natürlich ganz groß herausstellen“, sagte er unter Hinweis auf entsprechende Gespräche mit Horst

Hippler, dem Rektor der Karlsruher Universität.

Neben dem Slogan haben die Werbeexperten der Region auch ein neues Logo verpasst: Das bereits vom Regionaltag bekannte, von einem Kreis umschlossene R wird als Markenzeichen in Badens Farben Rot und Gelb präsentiert.

Roboter greift im Kühlschranks zur Bierflasche

Karlsruher Forscher tüfteln an ihrem „Lieblingskind“ aus Metall, Plastik, Elektronik und ausgeklügelter Technik

„Amar“ ist jetzt gut vier Jahre alt und kann eine ganze Menge. Er findet im Kühlschrank die Bierflasche, räumt Teller in die Maschine, reicht einem die Kaffeeflasche, er die Küche komplett aufräumen kann, sind vor allerdings noch weit entfernt.“

Rüdiger Dillmann mit Blick auf sein „Lieblingskind“ aus Metall, Plastik, einer Elektronik und ausgeklügelter Technik. „Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.



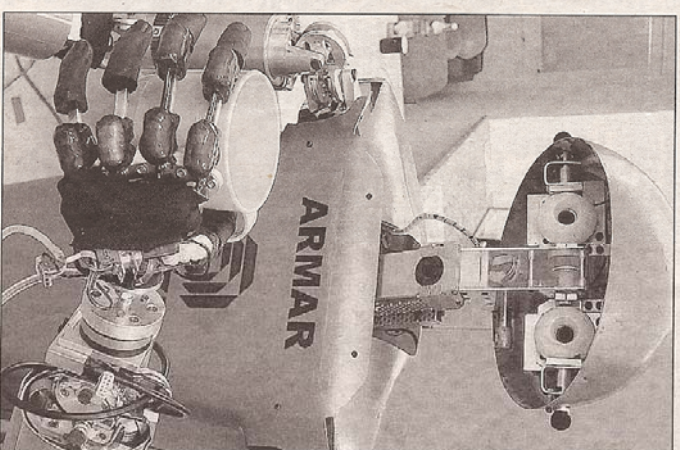
Tüftler im Land

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.



KAMN SCHON EINE GANZE MENGE: Roboter „Amar“ in der Versuchsküche. Foto: Wolff

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

„Amar“ aber bringe ich einen Roboter dazu, beispielsweise eine Tasse so zu greifen, wie wir Menschen es tun? Die Antwort darauf findet man im Keller des Sportinstituts der Uni. „Wir haben Bewegungen auf und zerlegen sie“, erläutert Thorsten Stein, einer von zwei Projektleitern verantwortlichen Nachwuchsgruppen des Instituts. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter. Bis zu 80 Mitarbeiter kümmern sich um die Entwicklung der Roboter.

„Amar“ ist ein humanoider Roboter, an dessen Entwicklung über 40 Wissenschaftler mehrerer Institute der Universität Karlsruhe seit arbeiten. Das Fernziel steht: „Der Roboter soll sich menschenähnlich bewegen, mit Menschen kooperieren und lernen“, erläutert Professor Dillmann, der die Gesamtleitung des Projektes innehat, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

Gerhard Wolff

Mauern einreißen

Das Bündnis der Uni Karlsruhe mit einem Helmholtz-Zentrum

Die Hochschulen bezeichnet Bundesforschungsministerin Annette Schavan gern als „Herzstück des Wissenschaftssystems“. Im Ausland glänzen aber regelmäßig die Forscher der außeruniversitären Institute – und so war es auch vorige Woche wieder, als der Physiker Peter Grünberg und der Chemiker Gerhard Ertl den Nobelpreis erhielten. Grünberg arbeitet am Forschungszentrum Jülich, das zur Helmholtz-Gemeinschaft gehört, Ertl war Direktor eines Max-Planck-Instituts in Berlin. Zwar beeilten sich mehrere Hochschulen, ihre Verbindung zu den Laureaten zu betonen. Grünberg lehrte an der Uni Köln, Ertl studierte und forschte einst in München. Doch das Herz ihres Forscherlebens schlug zuletzt doch eher außerhalb der Hochschule. Entsprechend groß war Schavans Ressort-Stolz; ihr Ministerium ist maßgeblicher Finanzier der außeruniversitären Institute (für die Unis sind hingegen vor allem die Bundesländer zuständig).

Im Nobelpreis-Jubel zeigte sich so erneut, wie wegweisend vor einem Jahr die Kür der Uni Karlsruhe zu einer Spitzenhochschule war. Es war weit mehr als die Auszeichnung einer bestimmten Hochschule. Es war ein wissenschaftspolitisches Signal. Mit der Wahl votierten die Gutachter von Wissenschaftsrat und Deutscher Forschungsgemeinschaft für eine stärkere Verbindung der Hochschulen mit den außeruniversitären Zentren. Kern des Karlsruher Elite-Konzepts ist nämlich ein Institut mit dem Namen KIT, das die Uni gemeinsam mit dem Forschungszentrum Karlsruhe aufbaut, das zur Helmholtz-Gemeinschaft gehört. Das Kürzel KIT steht für Karlsruher Institut für Technologie, und die Assoziation mit dem berühmten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA ist durchaus gewollt. Im KIT wollen die Partner ihre Kräfte bündeln, gemeinsam kommen sie auf 8000 Mitarbeiter und ein Jahresbudget von mehr als einer halben Milliarde Euro. Mit Forschungen in den Bereichen Energie, Nanotechnologie und Elementarteilchen-Physik will sich das KIT weltweit einen Namen machen.

Karlsruhes Rektor Horst Hippler sieht im KIT ein „Modell für die deutsche Wissenschaftslandschaft“. Er träumt bereits von einer Fusion, die alle Mauern zwischen Uni und Forschungszentrum einreißt. Doch ganz so leicht ist das nicht. Der Schwung wurde im Laufe des vergangenen Jahres etwas gebremst; die Verbindung der beiden Einrichtungen ist ein sensibler Vorgang, weil sowohl der Bund als auch das Land Baden-Württemberg und die Helmholtz-Forschungsgemein-



Maschine mit menschlichen Zügen: Forscher der Spitzen-Uni Karlsruhe bauen Roboter. „Armar III“ kann seine Arme bewegen und ansatzweise auch sehen und sprechen. Foto: dpa

schaft Verantwortung abgeben und auf ganz neue Weise miteinander teilen müssen. Eine Fusion, davon geht man in der Uni mittlerweile aus, wird es nicht ganz so schnell geben. Durch verschrankte Mitgliedschaften in den Gremien, die Einbindung von Wissenschaftlern in die Lehre und eine enge Zusammenarbeit in der Forschung könnte aber der Boden dafür bereitet werden. Bis Ende des Jahres soll ein Gründungsvertrag für das KIT unterzeichnet werden.

Auch andere Universitäten, deren Forschungsvorhaben im Exzellenz-Wettbewerb erfolgreich waren, arbeiten verstärkt mit außeruniversitären Instituten zusammen. „Die Zahl der strategischen Allianzen wird zunehmen“, sagt Ministerin Schavan. Das Thema liege in der Luft. Der Erfolg Karlsruhes im Elite-Wettbewerb konnte von den Kandidaten der zweiten Runde, die am Freitag entschieden wird, auch als Empfehlung verstanden werden, eine ähnliche Richtung einzuschlagen.

Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, die zu den acht Finalisten zählt, die auf das Elite-Siegel hoffen, landete bereits einen Coup, als sie vor wenigen Wochen eine Allianz mit dem Forschungszentrum Jülich vorstellte („Jara“). In der Neurowissenschaft und Informationstechnologie wollen die Partner eng zusammenarbeiten, langfristig könnte auch hier eine Fusion der Institutionen möglich sein. Kurzfristig rechnen sich die Aachener offenbar bessere Chancen auf den Elite-Uni-Status aus. Der Nobelpreis für den Jülicher Physiker Peter Grünberg kam ihnen jetzt sehr gelegen.

TANJEV SCHULTZ
BIRGIT TAFFERTSHOFER



Gewinner beim Maut-Marathon: Trotz des neuen System-Fehlstarts gibt es beim deutschen Maut-Langstreckenlauf schon Gewinner. **Seite 18**

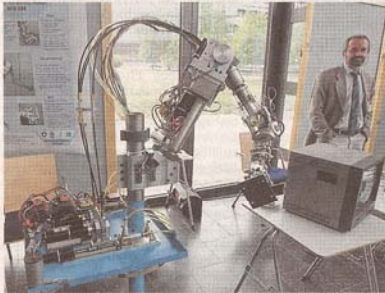


Total von der Rolle: Werkschließungen und geplante Fusionen machen beim Rollenoffser derzeit Schlagzeilen. **Seite 21**

Rogers baut neues Terminal: London-Heathrow bereitet sich mit hohen Investitionen auf 30 Mio. Flugpassagiere/a vor. **Seite 23**

Ackern, was die Flächen hergeben: Buhlen die Hersteller von Ökokraftstoff bald um Ackerland? **Seite 27**

Lebensversicherung: Der wachsende Policen-Zweitmarkt bietet Chancen für Verkäufer und Anleger. **Seite 28**



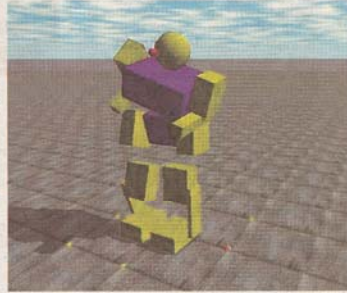
Wolfgang Burger von der Uni Karlsruhe erläuterte den neuen Leichtbaum für den Roboter Armar mit drei Freiheitsgraden in der Schulter, zwei im Ellenbogen und zwei im Handgelenk.



Snacks in der Konferenzpause: Der Oberkörper des Roboters ruht auf einem Gestell mit Rollen.



Torsten Siedel greift mit seinem Datenhandschuh, die Roboterhand macht dem „Jugendforscht“-Preisträger nach. Das vereinfacht die Ansteuerung. Foto (3): Uli Deck



Evolution: Der Humanoid entwickelt sich durch Computerprogramme aus einfachen Prinzipien zum Bi-Ped, ohne explizit Laufen gelernt zu haben. Bild: Chalmers Uni Göteborg



Wenns regnet trägt HRP-1S einen Schutzanzug, z.B. beim Baggerfahren. Foto: MET/AIST Tsukuba

Mensch/Maschine: Die Entwicklungen für einen zukünftigen Milliarden-Markt kommen bisher meistens aus Japan

Roboterforschung: Die Humanoiden sind schon unter uns

VDI nachrichten, Karlsruhe, 10. 10. 03 - Robonaut, Lucy und Robo-Erectus: Klingende Namen tragen sie schon. Wann sich die Humanoiden endgültig aus dem Forschungsstadium aufrichten und als wahre Roboter neben Menschen stehen, darüber zog die Wissenschaft vorige Woche in Karlsruhe Bilanz. Das Forschungsziel bleibt: Menschlicher Humanoid gesucht.

Bisher läuft uns noch nicht jeden Tag ein neuer Roboter nach Menschenmaß über den Weg. Dank dessen Hilfe im Haushalt könnten wir daheim die Füße ständig hochlegen, und im öffentlichen Raum stünden sie als stets willige Helfer an Empfangschaltern oder auf Bahnsteigen. „Menschenähnliche Roboter werden in unserem Alltag schon bald einfache Aufgaben übernehmen“, gibt sich aber Prof. Rüdiger Dillmann von der Universität Karlsruhe überzeugt. Über den augenblicklichen Entwicklungsstand und die Zukunftsaussichten informierte die „International Conference on Humanoid Robots“ vom 1.

bis 3. Oktober in Karlsruhe. Sie wurde veranstaltet von der Ingenieurvereinigung IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) und organisiert von der TU München (Prof. Alois C. Knoll) und der Uni Karlsruhe (Prof. Rüdiger Dillmann). Geht man nach den 80 Vorträgen in Karlsruhe, haben die Humanoiden noch einen langen Weg vor sich, wenn auch viele Entwicklungen, wie der Klavier spielende japanische Wabot, schon in den 70er Jahren entstanden. Noch heute sind es zumeist Plattformen für die Forschung, aus denen erst noch humanoide maschinelle Helfer werden sollen.

Zwei Entwicklungswege gibt es: Auf dem einen wird der Humanoid zum Gehilfen des Menschen, der andere führt dahin, durch humanoide Roboter mehr über den Menschen zu lernen. Daran arbeitet beispielsweise Dr. Mitsuo Kawato an den Computational Neuroscience Laboratories in Kyoto in Japan. Im Rahmen des Dynamic Brain Projects verwendet er den von Sarcos in den USA gebauten Roboter DB (Dynamic Brain).

Schon heute sind die den Humanoiden verfügbaren Bewegungsmuster ausreichend, damit sie einfache Hol- und Bringdienste verrichten können, weiß Dillmann. Doch für kompliziertere Aufgaben, die sie in Zukunft erledigen sollen, sind noch Details von beliebiger Kniffligkeit zu lösen. So beschäftigen sich derzeit viele Forschergruppen weltweit damit, den Robotern möglichst fließende und natürliche Bewegungsabläufe beizubringen.

Tatsächlich kann für Humanoiden schon das Hinfallen zum Problem werden. Was selbst kleine Kinder ab einem individuell verschiedenen Alter mit Bravour lösen, ist für Roboter nicht unbedingt selbstverständlich: Hinfallen ohne Schaden zu nehmen und dann einfach wieder aufstehen. Prof. Hirochika Inoue von der Universität Tokio will, wie er in Karlsruhe sagte, die Humanoiden aus dem Laufen-Alter herausführen. Dazu gehören neben Stürzen ohne Nebenwirkung und sicherem Aufstehen noch weitere Bewegungsmuster, etwa für Rennen und Klettern.

Es ist nicht völlig daneben, hier Vergleiche zur menschlichen Evolution zu

ziehen. Immerhin gilt der Sprung zum aufrechten Gang als Meilenstein, und die Hirnforscher haben in den letzten Jahren die Zusammenhänge zwischen Bewegung und Wahrnehmung und Lernen sehr anschaulich beschrieben. Da liegt es durchaus nahe, die Übertragung auf Humanoiden zu suchen. So jedenfalls sieht es Changju Zhou, der bei Singapore Polytechnic arbeitet: Beim Robo-Erectus versuchen es die Entwickler mit menschenähnlichem Lernen. Mit einer Fuzzy-Architektur werden die aus der Wahrnehmung und durch Messung gewonnenen Informa-

tionen verarbeitet. Eine Spielerei, gewiss. Aber eine, die Folgen haben kann. Das hat Prof. Alois Knoll von der TU München im Blick: „Der Robotereinsatz in der deutschen Industrie hat einen hohen Stand erreicht“, lobt er, um bald Tadel zu äußern: „Obwohl auch die deutsche Forschung auf dem engeren Gebiet der Robotik konkurrenzfähig ist, finden humanoide Roboter nur wenig Anhänger.“

Ganz ohne Programm – wie es sich in Japan beim Humanoids Research Programme bewährt hat – ist auch Deutschland nicht: „Humanoid Ro-

bots: Learning and Cooperating Multimodal Robots“ wurde von der DFG im Juli 2001 mit einer Laufzeit von zwölf Jahren eingerichtet. Ihre Vorzüge könnten die Roboter in Feldern ausspielen wie Instandhaltung, Service in Gebäuden und Haushalten, Dienste in der Pflege von Menschen, Bedienung von Fahrzeugen, Kooperation bei menschlicher Arbeit. B. EUSEMANN/KÄM

Humanoids 2003 – Documentation, 84 Seiten, DIN A4, Tagungsband mit erweiterter CD-Rom erhältlich bei der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (gma@vdi.de, Fr. Rosenzweig), 30 € (inkl. MwSt./Versand).



330 000 Dollar kostet der 1,54 m große HRP-2 „Promet“, der im japanischen Humanoid Robotics Project entwickelt wurde. Foto: Kawada



Laufen kann er nicht, eine Vorrichtung hält ihn. Der von Sarcos (USA) gebaute Humanoid wird in Japan für die KI-Forschung verwendet. Foto: VDI/VDE-GMA

„Ein Mars-Roboter kann nicht putzen“

Die menschengleiche Maschine wird bei allem technischen Fortschritt wohl Vision bleiben

Roboter werden scheinbar immer selbständiger. Sie erforschen den Mars, fahren alleine durch die Wüste oder spielen gegeneinander Fußball. Doch die Flexibilität, mit der die Maschinen Aufgaben lösen, ist begrenzt. „Ein Mars-Roboter kann auch nicht putzen“, sagt Wolfgang Wahlster, Chef des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Saarbrücken, „Roboter sind immer spezialisiert.“ Eine neue Umgebung, eine andere Aufgabenstellung, und der Roboter versagt.

Die uralte Vision des Menschen von intelligenten, sich selbst bewussten Robotern wird heute nur in Hollywoodfilmen wie „I Robot“ oder „Terminator“ zur Realität. Die Ansprüche an Roboter-Intelligenz orientieren sich mittlerweile überwiegend am technisch Machbaren. Als intelligent bezeichnen Wissenschaftler Roboter, wenn sie auf Störungen wie ein Hindernis reagieren und einen Alternativplan entwickeln können. „Wir geben ihnen ein Ziel vor, ohne die Lösung zu verraten“, erklärt Wahlster. Meistert die Maschine das Problem, sei das in gewissem Maße intelligent.

Der erste selbstständig navigierende Roboter hieß Shakey. Er entstand zwischen 1966 und 1972 am Stanford Research Institut in Kalifornien (USA). „Ein Meilenstein bei der Konstruktion intelligenter Roboter“, sagt Wahlster. Rund drei Jahrzehnte nach Shakey präsentierte der japanische Konzern Honda den ersten zweibeinigen Lauf-Roboter P2. Sein Enkel Asimo (Advanced Step in Innovative Mobility) kann Rennen, Joggen und Treppensteigen. Zwar beherrscht er menschenähnliche Bewegungen, kann sich aber nur schwer ohne menschliche Hilfe orientieren. Entweder muss seine Software durch eine Umgebungskarte ergänzt oder von Menschenhand gesteuert werden.

Mit Wakamaru produziert der Konzern Mitsubishi den ersten Serviceroboter in Serie. Seit Dezember gibt es ihn auf dem japanischen Markt. Er erinnert an einen gelben Plastikschnemann mit beweglichen Armen und bewegt sich auf Rollen fort – was Treppen für den umgerechnet 7 300 Euro teuren Roboter zu einem unüberwindlichen Hindernis macht. Der Serviceroboter verfügt aber über

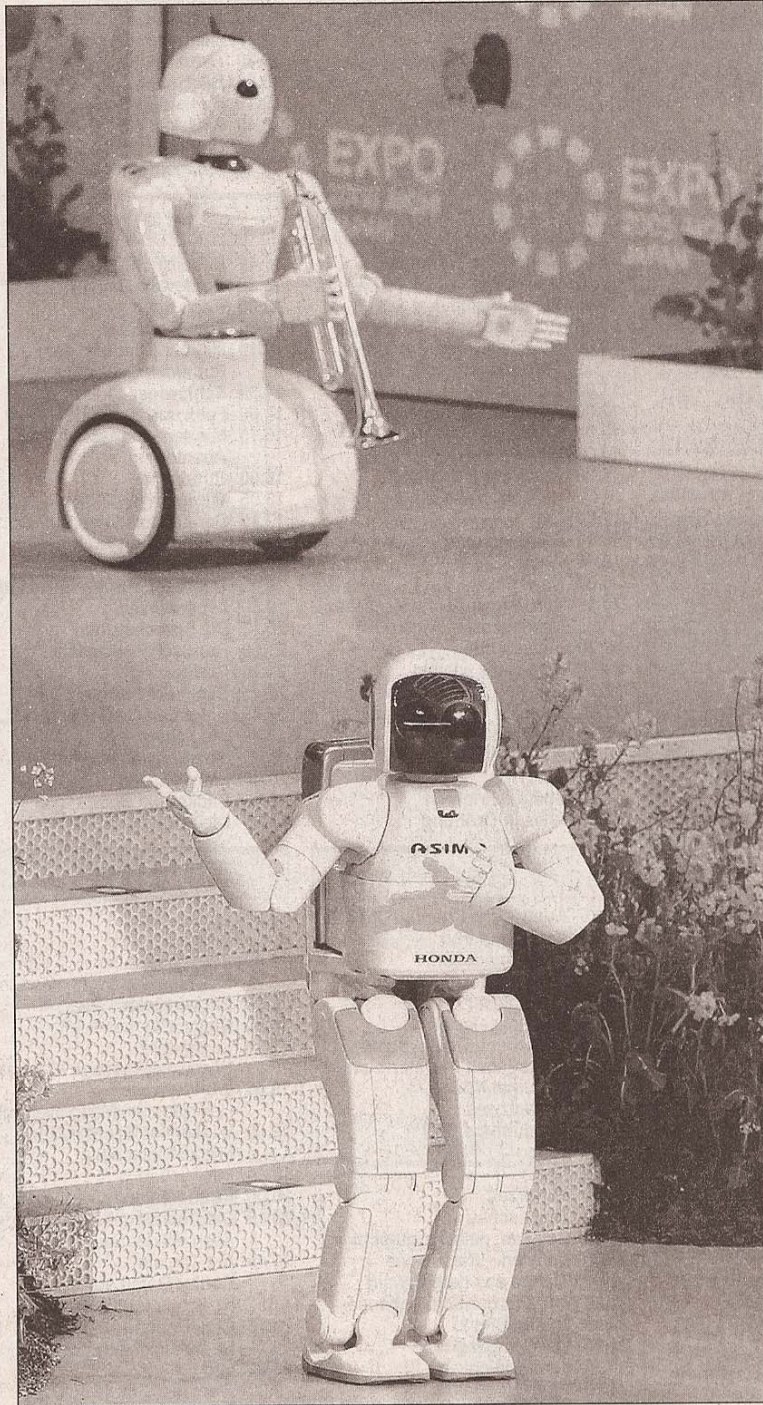
einen Wortschatz von 10 000 Wörtern, soll bis zu zehn Gesichter wieder erkennen und bei Bedarf die Wohnung bewachen können.

Auf Robo-Spielzeug setzt der Elektronikonzern Sony. Bekanntestes Beispiel: der Fußball spielende Roboter-Hund Aibo, der seit 1999 auf dem Markt ist.

Um eigenständig zu handeln, besitzen Roboter wie Wakamaru so genannte Wahrnehmungs-Reaktions-Schleifen. Was für den Menschen Augen, Ohren oder Tastsinn sind, übernehmen bei ihnen Sensoren wie Kameras, Ultraschallgeräte und Mikrofone. „So nimmt ein Roboter seine Umwelt wahr“, erklärt Wahlster. Das Programm, das ihn steuert, wertet die Informationen der Sensoren aus und errechnet die passenden Reaktionen.

Zwei Hauptziele sieht Edgar Körner, Präsident des europäischen Forschungszentrums von Honda in Offenbach, bei der Entwicklung intelligenter Roboter. Einerseits sollen Roboter helfen, Prozesse wie Lernen oder Sprachentwicklung zu verstehen, also komplexe Funktionen des Gehirns. „Wir wollen Intelligenzleistungen für technische Systeme ermöglichen wie wir sie am Gehirn bewundern. Das ist unser Fernziel“, sagt Körner. Der zweite Aspekt: Unterstützung des Menschen als Retter und Forscher in gefährlichen Umgebungen, wie eingestürzten Bergwerken, im Weltall oder der Tiefsee.

Eine Existenz als Gefährte des Menschen halten Körner und Wahlster vorerst für unwahrscheinlich. „Uns geht es auch nicht darum, eine Kopie des Menschen zu bauen, sondern dem Menschen einen Assistenten für bestimmte Tätigkeiten zur Verfügung zu stellen“, erklärt Körner. Und obwohl wenig intelligente Industrie-Roboter schon lange zum Alltag gehören, hält sich die Akzeptanz von menschenähnlichen Maschinen in der westlichen Welt in Grenzen. Besonders begeistert vom Fortschritt der Service- und Unterhaltungsroboter zeigt sich hingegen die asiatische Gesellschaft. „In Europa ist die Skepsis eindeutig größer“, sagt Körner. Das Verhältnis zu Technik sei hier ein ganz anderes: „Wir fragen immer erst, was alles schief gehen kann.“ In Asien, so hat er beobachtet, fragen die Menschen eher: „Was kann ich damit alles machen?“ Alexandra Sorge



MEHR ALS SPIELEREI: Hondas Roboter „Asimo“ kann sogar Treppen steigen, Toyotas „Partner“ (im Hintergrund) steht auf Rädern. Foto: dpa

In ehemaliger Kinderklinik geht es jetzt futuristisch zu

Neues Institut entwickelt menschenähnliche Maschinen

In den Räumen der ehemaligen Kinderklinik am Durlacher Tor in Karlsruhe geht es seit kurzem futuristisch zu: Im Erdgeschoss serviert der 140 Kilo schwere, ausnehmend höfliche Roboter „Armar“ den Tee. Einige Treppen höher fährt ein mannshoher Roboter über die Flure. Er wird gesteuert von einem Menschen mit Helm vor dem Gesicht, der in einem Labor umhergeht.

In den frisch renovierten Räumen wird neuerdings nicht mehr über gebrochene Schienbeine und Mandelentzündung bei Säuglingen, sondern über Innovationen technischer Art gerübelt: Menschenähnliche Roboter haben die Fantasie der Hollywood-Filmmacher schon immer beflügelt. Schon im kürzlich frisch restauriert aufgeführten Klassiker „Metropolis“ aus dem Jahre 1927 ließ Fritz Lang einen Maschinenmenschen sein Unwesen treiben (siehe Foto: dpa). In „I, Robot“ und der Terminator-Reihe proben die Maschinen gar den Aufstand gegen die Menschheit. 120 Wissenschaftler erforschen künftig am neugegründeten Institut für Anthropomatik des KIT, wie viel vom Traum einer intelligenten Maschine wirklich realisierbar ist.

Sieben Arbeitsgruppen aus der Fakultät für Informatik gehen dabei den verschiedensten Fragestellungen nach. Das Team um Rainer Stiefelhagen will der Technik beispielsweise beibringen, menschliche Gesichter zu erkennen. Die ersten Erfolge beeindrucken: Auf Videoaufnahmen erkennt die Technik nicht nur zielsicher Gesichter, auch die Blickrichtung und – sofern dem Computer bekannt – einzelne Personen lassen sich erkennen. Ob „Kai“, „Keni“ oder „Rainer“, mit Hilfe einer Kamera auf dem Flur vor Stiefelhagens Büro weiß ein Demonstrationscomputer stets, wer da steht und geht.

Auch das Alter und das Geschlecht ist für die Software kein Problem mehr. Ein Supermarkt kann so mit einer einzigen Kamera feststellen, ob beispielsweise kleine Mädchen wirklich zu den Puppen im Regal oder doch eher zu den Süßigkeiten schauen. „Für die Marktforschung ergeben sich so interessante Möglichkeiten“, erklärt Keni Bernardin. Auch das Chaos auf dem Münchner

Flughafen, als vor einigen Wochen ein Passagier durch eine vergessene Tasche die gesamte Sicherheitsabteilung in Panik versetzt hatte, wäre nach Bernardins Ansicht mit dieser Technik vermeidbar gewesen: „Man hätte den Mann schnell finden und das Missverständnis aufklären können“.

Bahnbrechendes hat auch Alex Waibel mit seiner Arbeitsgruppe geleistet. Dort bringt man Programmen bei, menschliche Sprache zu verstehen und zu übersetzen. Ein Demonstrationsaufbau zeigt, wie sich die TV-Nachrichten aus China, den arabischen Emiraten und Amerika mit einem Mikrofon gezielt nach Suchbegriffen durchforschten lassen. „Ob Mandarin oder Arabisch – das Programm findet Suchbegriffe in jeder gesprochenen Sprache und übersetzt in lesbaren Text“, erklärt der Informatiker Florian Kraft. Von den Milliarden Euro, die EU-Parlament und Kommission pro Jahr für Übersetzungen von Texten in 23 verschiedene Sprachen ausgeben, ließe sich nach Krafts Ansicht auf diese Art viel einsparen. Ein Programm für das iPhone sorgte in Japan erst vor kurzem für Furore: Binnen zwei Wochen wurde ein Übersetzungsprogramm, mit dem sich gesprochene Sprache vom Japanischen ins Englische oder Spanische und zurückübersetzen lässt, zum beliebtesten Download auf dem Inselstaat, wie Alex Waibel augenzwinkernd erzählt.

Noch etwas zu teuer zum baldigen Hausgebrauch ist hingegen „Armar“, der Küchenhelfer. „Rund 200 000 Euro kostet allein das Material – Zusammenbau und Entwicklung nicht mitgerechnet“, zählt Tamim Asfour zusammen. Der Roboter kann zwar noch nicht kochen, aber nach dem Kochen aufräumen und abwaschen. „Diese Maschine ist wie ein Kleinkind. Man kann ihr noch viel beibringen“, meint Asfour. Noch etwas langsam und ziemlich vorsichtig greift die humanoide Maschine nach einer Müslipackung und wirft dabei trotzdem ein daneben stehendes Salzpaket um. Der „Vater“ ist trotzdem stolz: „Ungeschickt ist ein Mensch ja schließlich auch manchmal“, meint Asfour lächelnd.

Daniel Volz



GEPACKT: Der humanoide Roboter Armar greift noch etwas langsam und vorsichtig nach einer Packung. „Dem Küchenhelfer kann noch viel beigebracht werden“, sagt Tamim Asfour. Foto: jodo