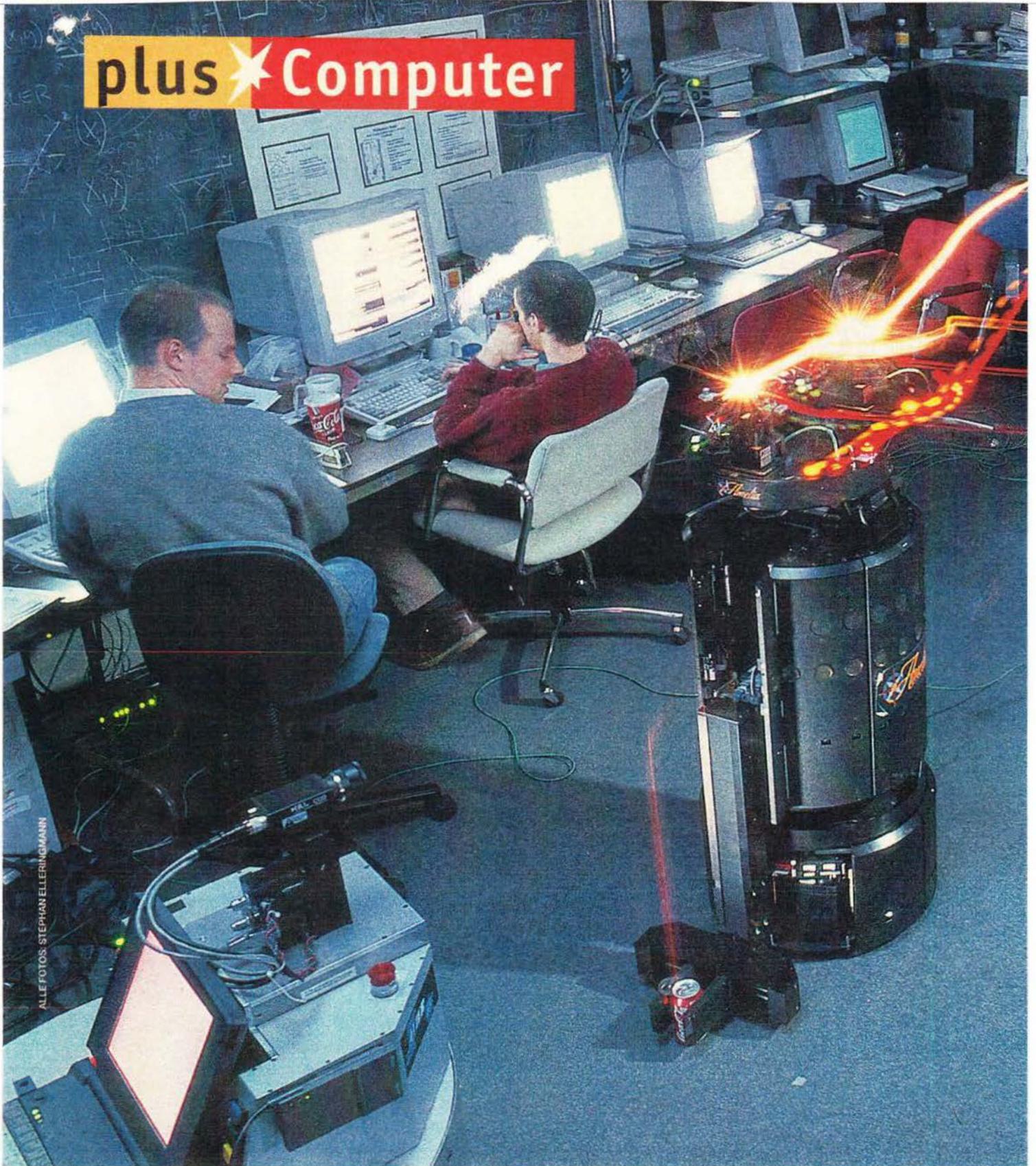
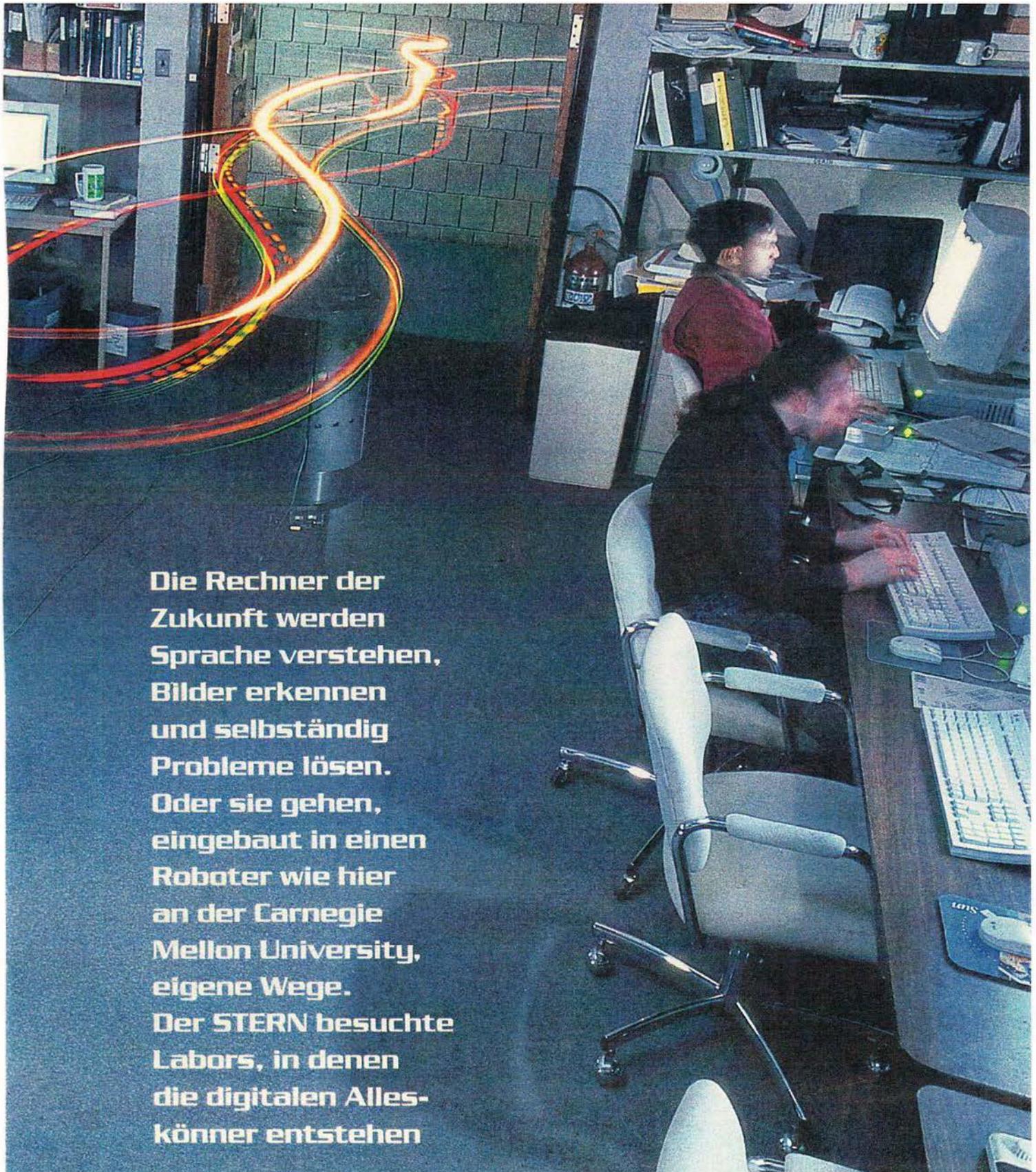


plus  Computer



ALLEGROS STEPHAN ELLERHGMANN

Forschen für



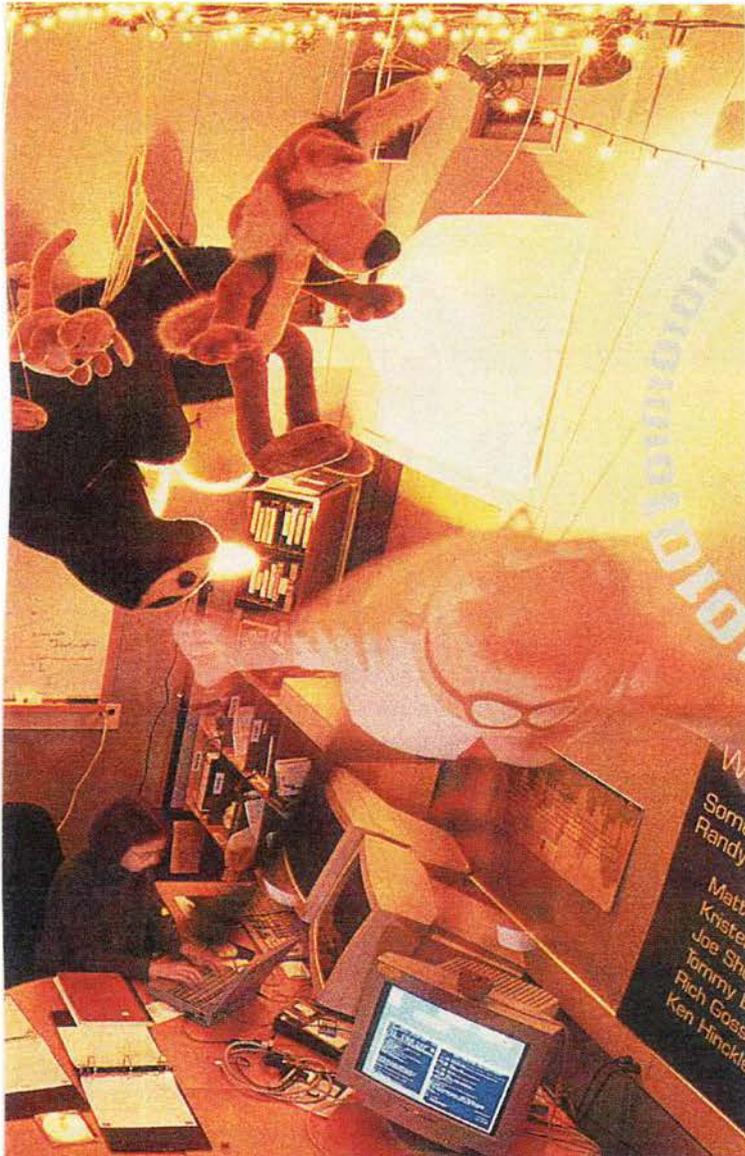
Die Rechner der Zukunft werden Sprache verstehen, Bilder erkennen und selbständig Probleme lösen. Oder sie gehen, eingebaut in einen Roboter wie hier an der Carnegie Mellon University, eigene Wege. Der STERN besuchte Labors, in denen die digitalen Alleskönner entstehen

übermorgen

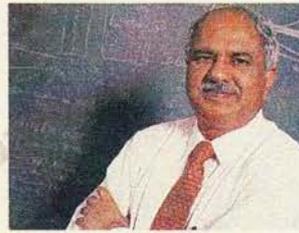


Alles für die Kreativität: Ein Forschungsleiter der Carnegie-Mellon-Uni hat die Kitschdekoratation verordnet

Schwere Kopfarbeit im Zoo der **Kuscheltiere**



Für schwierige Checks an Jets entwickelt, am Rennrad demonstriert: der Monitor vorm Auge, der Datenrechner am Gürtel



» Unsere Studenten müssen zu den absolut besten des Landes gehören. Deshalb ist es auch kein Problem, ein Stipendium für sie zu bekommen «

Prof. Raj Reddy,
Carnegie Mellon
University

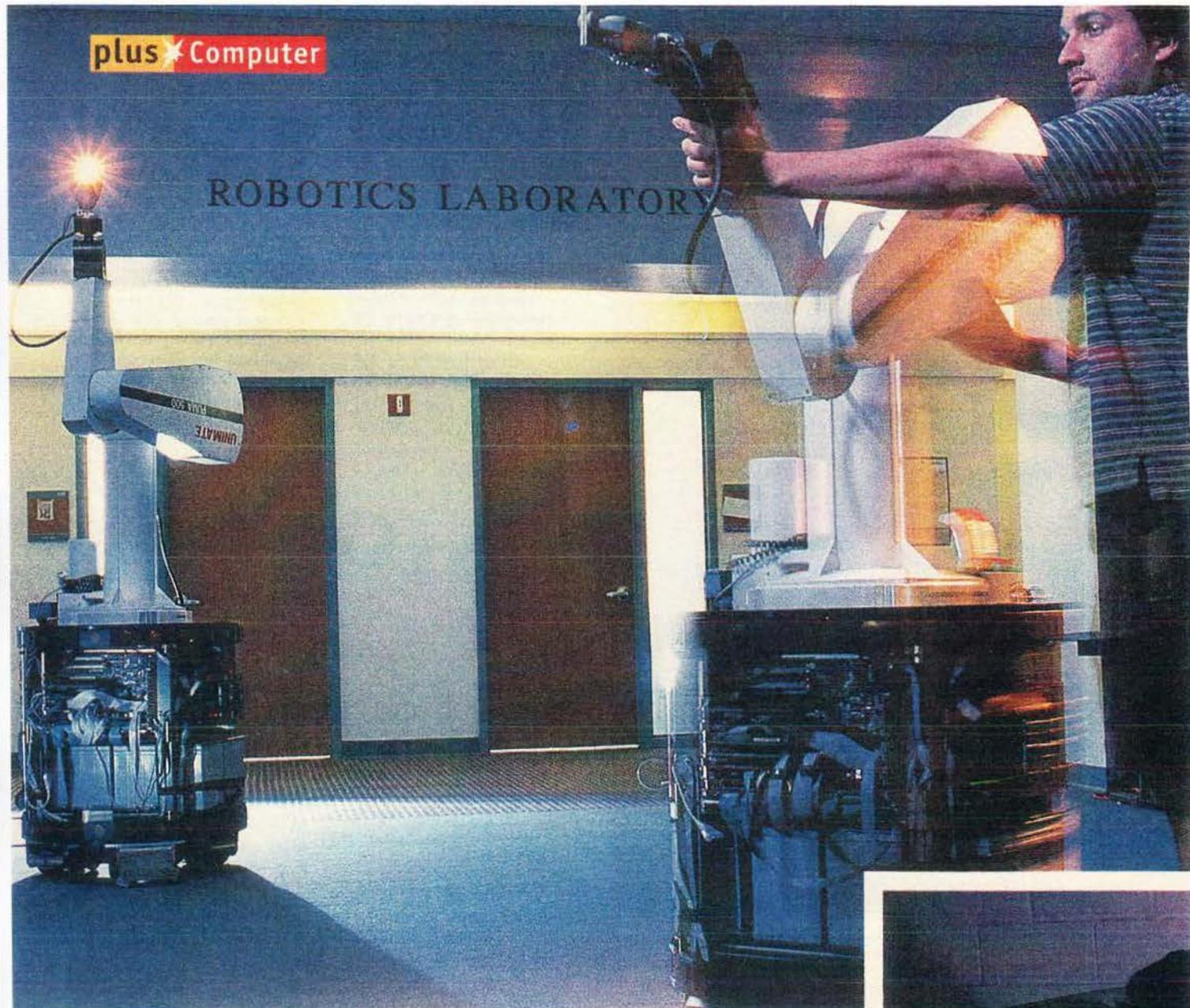
Von Thomas Borehert und Stephan Elleringmann (Fotos)

Der Hort der Zukunft – vor zwanzig Jahren war das ein unscheinbares graues Gebäude in den Hügeln des Silicon Valley. Im Palo Alto Research Center (Parc), dem Forschungslabor des Kopierer-Giganten Xerox, erfand in den siebziger Jahren eine kleine Gruppe von Computerwissenschaftlern fast alles, was Voraussetzung für den PC war: die Bedienung des Rechners über Fenster und Menüs; die Maus, mit der die Fenster angeklickt werden können; den Laserdrucker; ein Netzwerk für einfache Verbindungen; eine Programmiertechnik, die Softwareschreibern die Arbeit leichter machte.

Doch den PC selber, den baute, angeregt durch das, was er bei einer Führung durch die Labors von Xerox gesehen hatte, ein anderer: Steve Jobs. Der präsentierte 1984 den Apple Macintosh – und Xerox schrieb mit einem kapitalen Versäumnis Geschichte. Seine Wissenschaftler hatten nicht erkannt, welche Chancen in ihren eigenen Grundlagenforschungen steckten.

Der Gang durch ein einziges Labor hatte damals genügt. →

ROBOTICS LABORATORY



Harmonische Wesen: Die an der kalifornischen Stanford University gebauten Roboter Romeo und Julia können gemeinsam Taschen oder Körbe tragen

Roboter gehorsam zu machen erfordert höchste Programmierkunst





» Es gibt derzeit sechs Milliarden Menschen auf der Welt – und 14 Milliarden Mikroprozessoren. Wir sind schon jetzt in der Minderheit «

Prof. Peter Cochran,
Forschungschef
British Telecom

Total digital:
Zu SmartSpace, dem von British Telecom entwickelten Arbeitsplatz der Zukunft, gehört ein Monitor, der auf Befehl durchsichtig wird

um die Zukunft des PC zu sehen. Und heute? Welche Forschungsstätten müßte man ausspähen, um einen Blick auf die Informationstechnologie von übermorgen zu erhaschen, die Entwicklungen der nächsten zehn Jahre zu erahnen?

Fachleute nennen immer dasselbe halbe Dutzend Labors an Universitäten und in großen Unternehmen weltweit, wenn man sie fragt, was das Xerox Parc von heute liegt. Der STERN hat diese sechs Kandidaten besucht und den Wissenschaftlern bei ihrer Arbeit an unserer Zukunft zugehört.

Erste Station: die Carnegie Mellon University in Pittsburgh. Ein Labyrinth von Gängen, dichtgedrängt stehen Schreibtische und Computer in den engen Büros, sogar auf den Fluren stehen sich Geräte und Aktenschränke, an Althau folgt Neubau, dann Anbau.

Die Studenten bearbeiten jeweils nur einen kleinen Bereich, einen winzigen Ausschnitt aus dem großen Ganzen. Einer programmiert einen Computer so, daß er, von einer Videokamera aufgenommen, die Hauptmerkmale des Gesichts eines Menschen, der vor ihnen sitzt, erkennen kann: Augen, Nase, Mund, Ohren. Hat der Rechner es erst einmal »begriffen«, kann er es per schwenkbarer Kamera durch den Raum verfolgen und verliert es selbst dann nicht, wenn es von der Physiognomie anderer Personen in einer Gruppe unterschieden werden muß. Das sind Vorstudien auf dem Weg, den Computer eines Tages so zu trainieren, daß er aus einfachen Handbewegungen abliest. Er soll sogar Emotionen wahrnehmen können und »spüren«, ob sein Benutzer sich gerade freut oder ärgert.

Im Nebenraum bringt ein anderer Student dem Computer bei, Sprache zu verstehen und das Gesprochene aufzuschreiben. Fehler, die das Gerät beim Diktat macht, korrigiert der junge »Lehrer« mit einem Spezialstift direkt auf dem Bildschirm.

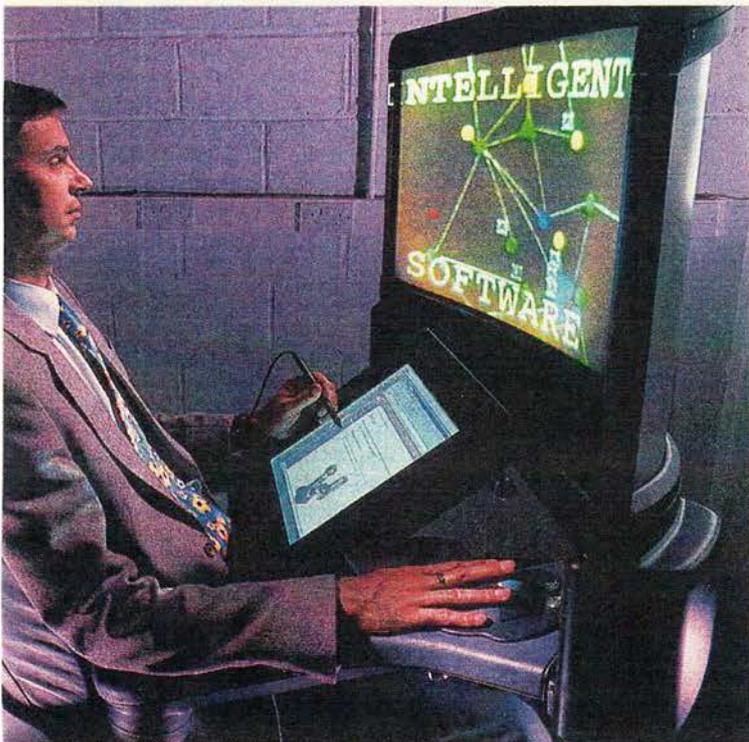
Der Mann fürs »große Ganze« ist für diese jungen Forscher Professor Alex Waibel. Der Deutsche mit Lehrstühlen an der Carnegie-Mellon-Uni

und in Karlsruhe beklagt die Grenzen heutiger Rechner: »Für die Eingabe nur Tastatur und Maus, zur Ausgabe nur ein Bildschirm: Das Spektrum menschlicher Kommunikation ist doch wesentlich breiter – und das wollen wir dem Computer eintrichtern.« Spracherkennung und Sprachausgabe, sagt Waibel, kann er beinahe schon. Als nächstes soll er Bilder erkennen und begreifen und damit auch Gesten und Mimik. Dann, so Waibel, würde sich der Umgang mit dem Rechner drastisch verändern. »Heute gibt der Mensch ein Kommando – und der Rechner reagiert. Neue Geräte könnten beobachten und aus dem Geschehen ihre Schlüsse ziehen und von selbst handeln. Wenn sie den Benutzer zum Beispiel gähnen sehen, müssen sie ihn eben weniger langweilen.«

Waibels Kollege Jaime Carbonell arbeitet an Programmen, die Sprache nicht nur verstehen, sondern simultan übersetzen und das Ergebnis mit künstlicher Stimme wiedergeben. Derzeit soll Englisch in Serbokroatisch und Kresisch, die Umgangssprache Haitis, übersetzt werden – vor allem die US Army interessiert sich sehr für solche Rechnerfähigkeiten.

Scott Stevens und sein Team haben einen virtuellen Einstein gebaut, ein sprechendes Abbild des Physikers. Mit ihm kann man sich per Mikrofon über die Relativitätstheorie unterhalten – sofern man die Materie beherrscht. »Solche künstlichen Experten werden eines Tages übers Internet Fragen beantworten«, sagt Stevens. »Nur bei extrem komplizierten Sachverhalten müßten menschliche Fachleute hinzugezogen werden.«

Asim Smailagic's Labor entwickelt spezielle tragbare Computer. Die Geräte in Größe und Form einer Tellermine werden am Gürtel getragen und mit einem Drehknopf sowie ein paar Tasten bedient. Eine Art Brille, in die ein Bildschirm eingebaut ist, liefert Daten direkt vors Auge. Smailagic's Apparate sind bereits im Einsatz, zum Beispiel bei Wartungstechnikern, die komplizierte Fahrzeuge und Flug- →



zeuge auf Mängel untersuchen und lange Checklisten abarbeiten. »Die Ingenieure sind froh, wenn sie dabei kein Klemmbrett herumschleppen und ihre Daten nicht erst auf Formularen notieren und später wieder auf den Computer übertragen müssen«, sagt Smalagic. »Das geht jetzt direkt vor Ort.«

Computer, die alles über einen Jet wissen, klug sind wie Einstein, aufs Wort gehorchen und Stimmungen ihrer Benutzer »fühlen« – schöne neue Welt. Raj Reddy, Dekan der »School of Computer Science« an der Carnegie Mellon University, faßt das Ziel zusammen: »Wir wollen den Menschen das Leben erleichtern.« Die reine Lehre sei ihm nicht so wichtig.



» Wir arbeiten fachübergreifend, oft an der Grenze zur Philosophie. Und wir versuchen, von der Natur zu lernen «

Ellen Goldberg, Chefin des Santa Fe Institute

Carnegie Mellon ist eine Elite-Uni: 20000 Dollar Studiengebühren zahlen die Studenten pro Jahr, dazu noch 12000 Dollar für Wohnen und Essen. »Das Geld ist kein Problem: Wir finden immer ein Stipendium für unsere jungen Leute«, sagt Reddy. »Denn sie müssen zu den besten Besten des Landes gehören.«

Um diese kleine Spitzengruppe streitet sich Carnegie Mellon mit den anderen Top-Unis wie Stanford im kalifornischen Palo Alto. Auch dort



Forschung mit Zahnstochern bei Microsoft. Ziel des Experiments: schnellere Grafik-Darstellung am PC

wird gepowert. »Wir arbeiten alle wie die Verrückten«, sagt ein Student auf dem Campus grinsend. »Der Konkurrenzdruck ist extrem. Aber dafür ist es am Ende kinderleicht, einen Job zu kriegen.« Die Stanford Uni liegt im Herz des Silicon Valley, nirgendwo sind die Verbindungen zur Industrie so eng. »William Gates Building« heißt das neue Sandsteingebäude der Informatik-Fakultät – benannt nach dem Hauptspender, Microsoft-Chef Bill Gates. Auf einer Plakette, auf der die Sponsoren genannt sind, fehlt kaum ein Unternehmen der Computerindustrie. Wissenschaft im Elfenhain? Berührungängste vor dem Kommerz? Nicht in Amerika.

Im Roboter-Labor von Stanford stehen Romeo und Julia, zwei riesige Greifarme auf Rädern. Das Team um Oussama Khatib hat den beiden Robotern beigebracht, Menschen zu assistieren. So können die beiden gemeinsam einen schweren Korb tragen und folgen gehorsam ihrem »Herrn«, der diese Last sauft in eine Richtung zieht. Das sieht einfach aus, erfordert aber höchste Programmier-Meisterschaft, damit etwa die kraftvollen Helfer nicht plötzlich durchknallen und den Korb zerreißen. »Es wird noch lange dauern, bis sich Ro-

boter völlig selbständig in ihrer Umwelt zurechtfinden. Aber der Roboter als vom Menschen angeleiteter Helfer, den schaffen wir schon noch«, sagt Khatib.

Ein Stockwerk höher richtet Terry Winograd den Konferenzraum der Zukunft ein. Da steckt der Rechner in einer Spezialwand. Die kann Daten anzeigen, Menschen »beobachten«, die diese Infos betrachten, deren Diskussionen verstehen und darauf reagieren, zum Beispiel passende Kurven dazu präsentieren. Noch gibt es erst einen Prototypen. »Diese Wand soll aber einmal viele Menschen und viele Rechnersysteme zusammenbringen«, sagt Winograd. »Alles dreht sich um das Miteinander von Menschen – die Maschinen sind nur Helfer.«

Das ist es wieder, das Motiv, das die Zukunft der Informationstechnologie bestimmt. Wie selbstverständlich gehen die Wissenschaftler davon aus, daß die Rechner immer schneller werden, die Speicherkapazitäten immer größer, die Netzverbindungen immer schneller. Sie werden wohl recht behalten. Doch allmählich stößt der Mensch an die Grenzen der von ihm zu bewältigenden Komplexität. Milliarden von Programmzeilen, die fehlerfrei aufeinander

abgestimmt sein sollen, ein Telefonnetz, das kaum noch zu beherrschen ist – solche komplexen Systeme zu verstehen ist Ziel des Santa Fe Institute in der Hauptstadt des US-Bundesstaats New Mexico. Seine rund 40 Forscher, von denen einige immer nur gastweise in die Wüstenstadt kommen, untersuchen Verkehrschaos genauso wie Strukturen des Aktienmarktes. »Wir arbeiten fachübergreifend, oft an der Grenze zur Philosophie«, sagt Ellen Goldberg, Chefin des einzigartigen Instituts. Dennoch könnten etwa die »zellulären Automaten« von Melanie Mitchell praktische Auswirkungen haben, auch wenn es sie derzeit nur als Computersimulation gibt. Jeder Automat ist ein primitiver Rechner, der nur mit seinen nächsten Nachbarn kommunizieren kann. Doch Tausende solcher Simplicissimi können im Zusammenspiel Höchstleistungen vollbringen – wie Ameisen in ihrem hochkomplexen Lusekstenstaat. »Wir versuchen, von der Natur zu lernen«, so Ellen Goldberg. »Biosysteme sind oft sehr robust – das möchten wir nachmachen.«

Grundlagenforschung wie hier in Santa Fe ist längst nicht mehr nur Sache der Universitäten. Auch die Industrie mischt mit. Einer, der richtig Geld dafür ausgibt, ist Microsoft-Chef Bill Gates. Früher war seine Firma berechtigt dafür, nie etwas Eigenes zu entwickeln, sondern immer nur anderer Leute Ideen abzukupfern. Das hat sich mittlerweile gründlich geändert. Microsoft hat Top-Forscher aus aller Welt in die Firmenzentrale bei Seattle gelockt. Im kommenden Jahr wird der Software-Riese drei Milliarden Dollar in die Forschung investieren. Kopf der Unternehmung ist Nathan Myhr- →

Verkehrsstaus, Aktienmärkte – wie funktionieren komplexe Systeme?

vold, ein theoretischer Physiker, der bei Stephen Hawking in die Lehre ging, dann eine Software-Firma gründete, die prompt von Gates aufgekauft wurde. »Wir sagen«, so Myhrvold, »wenn du willst, daß deine Arbeit irgendwann die Welt verändert, dann komm zu uns. Denn hier wird irgendwann ein Produkt draus.« Dabei soll es auch Fehlschläge geben dürfen, sollen die Forscher schon mal in Sackgassen geraten können. Myhrvold: »Wenn das nicht passiert, sind die Wissenschaftler nicht frei, ausgetretene Plade zu verlassen.«

Begeistert zeigt Jed Lengyel die Simulation eines Haufens Zahnstocher, die auf dem

der Computer Bilder erkennen kann, daß er sie aber auch selber erzeugt und darstellt.

Näher am Produkt ist die Forschung bei British Telecom in Martlesham nordöstlich von London. Die BT-Labs beschäftigen sich etwa mit »Telepresence« – allen denkbaren Formen »enger« Zusammenarbeit von Menschen, die weit voneinander entfernt sind. Schließlich werden bei Videokonferenzen und virtuellen Tagungen Telefonleitungen benutzt, um Menschen zu verbinden – und das interessiert British Telecom.

Graham Walker hat für die heute üblichen Videotelefone kein gutes Wort. »Sie geben einem nicht das Gefühl, im sel-

Berührung reagierender Touchscreen-Monitor integriert. Und der große Frontbildschirm macht sich auf Wunsch durchsichtig, damit sein Benutzer zuweilen auch die Kollegen dahinter noch zu Gesicht bekommt.

Wird der Mensch hier nicht doch zum Sklaven einer virtuellen Macht? Peter Cochrane, Forschungschef bei den BT-Labs, sieht Mensch und Maschine auf unproblematische Weise verschmelzen. Ein Beispiel: »Schon jetzt gibt es 17 000 Hörgeschädigte mit Cochlear-Implantaten – eingepflanzte Chips, mit denen sie wieder hören können.« Cochrane glaubt an die Allgegenwärtigkeit des Computers.

Der Rechner habe viele Bereiche unseres Lebens schon geprägt, eines Tages werde er unser Leben total durchdringen. »Es gibt derzeit sechs Milliarden Menschen auf der Welt – und 14 Milliarden Mikroprozessoren. Wir sind«, so Cochrane, »schon jetzt in der Minderheit.«

Doch die Mehrheit zu beherrschen, ist in allen Top-Labors die Devise, auch im Laboratory for Computer Science (LCS) am Massachusetts Institute of Technology im amerikanischen Cambridge. Es ist eine der zentralen Forschungsstätten für die Weiterentwicklung des Internet. Hier arbeiten Studenten an neuen Methoden, die Datenfülle im World Wide Web zu ordnen und noch leichter zugänglich zu machen. Spracherkennung ist auch hier ein Spezialgebiet, ebenso die Arbeit an einem Computerprogramm, das als universeller Funkempfänger alle Übertragungen von Radio und Fernseher bis zu Mobiltelefonen versteht.

Über allem steht die Vision des LCS-Leiters Michael Dertouzos. In der Epoche der



»Wir sagen, wenn du willst, daß deine Arbeit irgendwann die Welt verändert, dann komm zu uns.«

Nathan Myhrvold,
Microsoft-
Forschungschef

Auch Spitzen-Forscher geraten in Sackgassen

Bildschirm wild durcheinanderwirbeln. Wenn der Informatiker dann erklärt, daß die Software in der Lage sei, immer genau zu wissen, welche Stäbchen im Vordergrund sind und welche wo von anderen verdeckt werden, dann muß man ihm das glauben. Jed Lengyel sagt, solche Erkenntnisse führen letztlich dazu, daß

ben Raumzusein.« Außerdem sei es wichtig, nicht nur Menschen zusammenzubringen, sondern auch die Informationen, mit denen sie arbeiten wollen. Walker und sein Team haben dafür SmartSpace entwickelt, den Arbeitsplatz der Zukunft. In einem Schalenstisch ist außer anderen elektronischen Highlights ein aufblö-

Aufklärung vorrond zweihundert Jahren, so seine These, wurden Glaube und Vernunft voneinander getrennt. Das ermöglichte die Entwicklung der modernen Wissenschaft und das Industriezeitalter – aber es spaltete die Menschheit in »Techies« und »Humies«, in Technologen und Humanisten. Dieser »Techie-Humie-Split«, so Dertouzos, müsse überwunden werden – und zukünftige Entwicklungen in den Computerwissenschaften könnten dabei helfen.

Das also ist die Zukunft: Maschinen, die den Menschen und seine Bedürfnisse in den Mittelpunkt stellen. Deren Benutzung nicht nur von »Techies« zu bewältigen ist, weil sie nicht mehr verlangt, daß der Mensch sich an die Maschine anpaßt, sondern umgekehrt. Letztlich – das zeigt auch der Boom von Internet und E-Mail – hilft der Rechner, Menschen zusammenzubringen.

Mit dem heutigen Bild vom Computer – Bildschirm, Tastatur, Maus und dicke Gebrauchsanleitung – werden die Rechner von morgen kaum noch zu tun haben. Sie werden, davon träumen die Forscher, sich in den Alltag des Menschen einfügen und fast unbemerkt sein – bei weit größerem Nutzen als heute. 



Schöne, neue Welt: High-Tech-Wohnen von morgen



50 Jahre Freie Universität Berlin

Das ist ein besonderer Anlaß, an ihre Gründung und Geschichte zu erinnern, ihren bedeutenden wissenschaftlichen und internationalen Rang darzustellen und ihre zukünftigen Ziele zu diskutieren.

Dazu laden wir - mit der Ernst-Reuter-Gesellschaft der Freunde und Förderer der FU - unsere Ehemaligen (Studierende, Lehrende, Beschäftigte) herzlich ein.

Bitte melden Sie sich per Post oder Internet unter Angabe von Name, Beruf, privater und dienstlicher Anschrift mit Telefon-/Faxnummer/Internet, fachlicher und zeitlicher Zugehörigkeit zur FU, damit wir Ihnen das Programm zur 50-Jahr-Feier zusenden können.

Alumni

Der Präsident
der Freien Universität Berlin
Abteilung IV
Kaiserswerther Straße 16-18
14195 Berlin

Fax: 030 - 838 73 444
<http://www.fu-berlin.de/alumni>

FLOWER POWER

Fördern Sie unsere aktuelle Broschüre
„GÄRTEN FÜR MENSCH UND NATUR“
gegen Einsendung von 5 DM in Briefmarken an.


NABU
 Naturschutzbund Deutschland
 Habichtsw. 125 - 22307 Hamburg
 Spendenkonto 1703-203
 Postbank Hamburg
 BLZ 200 100 20

Eine Software mit Gesicht und Herz

Immer freundlich, immer hilfsbereit – virtuelle Netzgeister beraten Kunden beim Online-Shopping

Das Web von heute, sagt Barbara Hayes-Roth, »ist eine kalte und einsame Welt.« Das will die Computerwissenschaftlerin an der kalifornischen Elite-Universität Stanford und Gründerin der Software-Firma Extempo ändern. Mit dem freundlichen Computergrafik-Geschöpf Max etwa, einem schlappohrigen Internet-Dackel, der als bester Freund des Users bei der Info-Pirsch im WWW assistiert. Mit Cal, dem »Benz-Bären«, der Mercedes-Fahrern beim Online-Einkauf von Zubehör hilft. Oder mit der virtuellen Jennifer James, die per PC-Bildschirm beim Autokauf berät – »mit Herz und Verstand« (Extempo-Werbung).



bleibend freundlich, hilfsbereit und haben so etwas wie Charakter. »Believable Agents«, glaubwürdige Software-Agenten, nennen die Amerikaner solche Typen. Da hietet eine augenzwinkernde Figur den Benutzern des Microsoft-Programms »Office 97« bei Bedienungsfehlern

per Sprechblase Hilfe an. Und wenn ein PC-Neuling etwa mehrmals hintereinander mit der Maus denselben Menüpunkt auf dem Schirm anklickt, kommt die Standardfrage des Avatars: »Was möchten Sie tun?« Der virtuellen Autohändlerin Jennifer James wurde zusätzlich zur ständigen Hilfsbereitschaft eine Portion Selbstironie einprogrammiert, damit sie beim Anpreisen eines neuen Minivans

nicht zu aufdringlich erscheint. Zufallsgesteuerter Einwurf: »Natürlich werde ich dafür bezahlt, daß ich das sage.«

Forscherin Hayes-Roth hält es für wichtig, daß es durch das Verhalten der Avatare »den Benutzern egal wird, ob sie es mit einer echten Person zu tun haben oder nicht«. Beispiel Julia, von der Carnegie Mellon University

ausgetüftelt. Mit ihr läßt sich per Internet über Eishockey oder Haustiere fachsimpeln. Gelegentlich glänzt das Programm mit Nennigkeiten, die es sich aus Datenbanken im Netz besorgt. Julia hat bereits mehrere Heiratsanträge erhalten.

GERD MEISSNER 



Nächste Woche



FOTO: MICHAEL MARTIN

Wüstes Erlebnis

Eine spannende Reportage und faszinierende Fotos von einer unglaublichen Tour durch die Wüsten Afrikas. Wer warmen Sand lieber zur Erholung nutzt, findet Tips für Urlaubsinsekten, die nicht jeder kennt

Im STERNplus: **Fernreisen**