






Eine Werkstatt

Lehrerinformation



1/13

<p>Arbeitsauftrag</p> 	<p>Die Posten der Werkstatt unterscheiden sich grundlegend in Arbeitsweise und Übungsanlage.</p>
<p>Ziel</p> 	<p>Die SuS können sich selbständig an ihrer Lerngeschwindigkeit orientieren. Sie müssen ihre Zeit selber einteilen können. Kognitive, enaktive und spielerische Eindrücke werden verarbeitet.</p>
<p>Material</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Div. Postenmaterial • Legotechnik Bausatz • Texte zur Roboterentwicklung • Techno-Musik • Internet Suchaufträge
<p>Sozialform</p> 	<p>EA PA</p>
<p>Zeit</p> 	<p>zirka 3 x 45'</p>

Zusätzliche
Informationen:

- Der Legotechnik Bausatz könnte für die Dauer der Werkstatt in einer Ludothek ausgeliehen werden.

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Legotechnik

Stelle mit Hilfe der vorhandenen Technik-Bausätzen ein funktionierendes Robotergebilde zusammen. Das Ziel ist, dass man durch die Bewegung an einem Teil der Konstruktion an einem anderen Ende etwas bewirken kann (ein Rad drehen, etwas hochheben, einen Schalter betätigen etc.)

Aufgabe 1:

1. Fertige eine Skizze deiner Maschine an.
2. Setze deine Roboterkonstruktion zusammen.
3. Teste, ob dein Apparat auch wirklich funktioniert. Wenn nicht, versuche herauszufinden, wo der Fehler steckt, und behebe diesen.
4. Fotografiere deine Maschine.

Sozialform: Einzelarbeit

Material

- Baumaterial (Legotechnik-Bausatz oder ähnliche Technikbausätze)
- Skizzenmaterial (Bleistift, Millimeterpapier)
- Fotoapparat

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Internet

Ihr schliesst euch in einer kleinen Gruppe (2--3 Personen) zusammen. Anschliessend zieht ihr ein Thema aus der Themenbox, welches die Grundlage für eure Gruppenarbeit darstellt:

Aufgabe 1:

1. Lest den Text „Suchwerkzeuge im Internet“ sorgfältig durch.
2. Sucht im Internet Seiten zu eurem Thema, welche verständlich und gut geschrieben sind.
3. Fasst die Informationen auf einem Plakat zusammen, und zwar so, dass eure Mitschüler wissen, worum es geht.
4. Das Ziel ist, eine Dokumentation zu eurem Thema zu erhalten, welche nicht kompliziert ist, aber trotzdem grundlegende Informationen enthält.

Sozialform: Kleingruppe (2 – 3 Personen)

Material

- Themenzettel
- Computer
- Suchmaschine
- Papier, Stift, Klebematerial

Suchwerkzeuge im Internet

Das Internet birgt Millionen von Seiten und entwickelt sich ständig rasant weiter. Um die sprichwörtliche Nadel im Heuhaufen zu finden, sind Grundkenntnisse im Umgang mit Suchhilfen auf dem Internet unabdingbar.

Zwei Methoden stehen dabei zur Auswahl:

Suchkataloge und Suchmaschinen

Suchkataloge eignen sich gut, um mittels weniger Mausklicks Informationen zu allgemeinen Themen aufzuspüren. Für Recherchen nach spezifischen Inhalten eignen sie sich hingegen weniger. Sie sind nicht vollständig und nicht auf dem topaktuellsten Stand, dafür aber klar in einzelne Themenbereiche gegliedert.

Alle **Suchmaschinen** arbeiten nach demselben Prinzip der Stichwortsuche in riesigen Datenbanken. Dennoch unterscheiden sich die Suchergebnisse der einzelnen Suchmaschinen deutlich. Man erhält eine Auswahl an Seiten, in welchen der eingetippte Begriff in irgendeiner Form vorkommt. Zu deiner Hilfe wird aber eine Rangierung vorgenommen. D.h. die zuerst erscheinenden Links treffen höchstwahrscheinlich am besten auf deinen Suchbegriff zu, was aber nicht heisst, dass ein später aufgelisteter Link dir keine wichtigen Informationen liefern kann.

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Die wichtigsten Befehle

Einige häufig zu findende Eingabemöglichkeiten:

- Ein **Pluszeichen (+) oder AND** verknüpft das nachfolgende Wort mit dem vorherigen. Beide Begriffe müssen im Ergebnisdokument vorkommen. Mehrere Begriffe lassen sich so zusammenfassen.
- Ein **Minuszeichen (-) oder NOT** schliesst das nachfolgende Wort aus. Das Ergebnis darf das Wort nicht enthalten.
- Mehrere Worte lassen sich mit **Anführungszeichen zu einer Phrase verbinden**. Diese werden dann als ein einzelner Begriff behandelt: z. B.: "Albert Einstein" oder "französische Küche".

Wichtige Suchmaschinen:

- www.google.de
- www.yahoo.de
- www.altavista.de
- www.sear.ch
- www.blinde-kuh.de
- www.fireball.de
- www.bing.com
- und weitere



Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Themenzettel für Aufgabe 2 zum Ausschneiden

Neandertaler und seine Werkzeuge	Dampfmaschine
Fließband	Sackmesser
Flaschenzug	Hammer und Amboss

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Internet

Aufgabe 3:

Stellt mit Hilfe des beiliegenden Musikstückes einen Robodance zusammen, welchen ihr anschliessend der Klasse vorzeigen könnt. Was genau ein Robotertanz ist, könnt ihr dem Text "Robodance" entnehmen.

Sozialform: Kleingruppe (3 – 4 Personen)

Material

- Text „Robodance“
- Musikstück
- Suchmaschine
- Papier, Stift, Klebematerial

Robodance

In den 70er Jahren suchten die Jungen in Amerika eine neue tänzerische Ausdrucksform, welche zum neu aufkommenden Musikstil passte. Die neuen elektronischen Elemente versuchte man auch mit dementsprechenden Bewegungen darzustellen.

Schon schnell stellte sich heraus, dass die abrupten und sprunghaften Bewegungen des Roboters genau zu dieser Musik passten. Die neue Tanzform versuchte also den Körper in eine mechanisch-elektrische Form zu bringen. Es entstanden berühmte Elemente wie zum Beispiel das „Sich-an-einem-Seil-Hochziehen“ oder das „An-der-Glaswand-entlang-Gehen“.

Dieser Tanz entwickelte sich weiter und wurde zu einem Teil des Breakdances, der sich schliesslich aus verschiedenen Tanz- und Akrobatikelementen zusammensetzt:

The Robot

Abrupte, sprunghafte Bewegungen nach Roboterart

Electric Boogie

Gleichzeitige Bewegungen verschiedener Körperpartien, die Illusion eines Elektroschocks vermitteln; Oberbegriff für eine Vielzahl von Figures, die aufrecht stehend ausgeführt werden entweder auf der Stelle oder im Laufen

Moonwalk

Für den Betrachter die vielleicht attraktivste Bewegung vermittelt den Eindruck von Bewegungen im Weltraum oder die Illusion, vorwärts zu gehen, wenn man real rückwärtsgeht (oder umgekehrt)

Spins

Die aufregendste Bewegungsform des Break Dance, schnelle Drehungen auf Kopf, Schulter, Ellenbogen, Hand oder Knie

Freeze

Einfache, aber spektakuläre Bewegungsform, die erstarrt. Nach einigen Sekunden Wechsel zu anderen Formen (normalerweise zum Robot)

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Robotertext

Aufgabe 4:

1. Lies den Text gut durch und probiere den Inhalt mit Stichworten festzuhalten (Vielleicht probierst du die Mindmap-Methode aus).
2. Der Text ist zum Teil mit schwerverständlichen Wörtern bespickt. Einige sind im Text fett herausgehoben. Finde die Bedeutung dieser Wörter mit Hilfe des Lexikons oder des Fremdwörterdudens heraus und schreibe die Erklärung auf.

Sozialform: Einzelarbeit

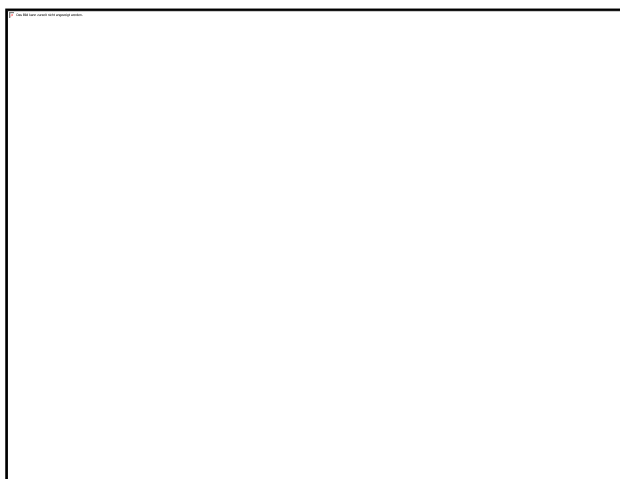
Material

- Text „Im Königreich der Roboter“

Robodance

An Japans Fließbändern stehen mehr Roboter als in jedem andern Land. Jetzt sollen sie die Fabriken verlassen und den Alltag des Inselstaats bevölkern: als Krankenpfleger und Haustiere.

Es war die ungewöhnlichste Dienstreise von Katsutoshi Tagami. Als er am 8. Dezember 1996 in Tokio das Flugzeug nach Rom bestieg, war er nicht unterwegs, um Geschäftspartner zu treffen, wie so oft während seiner langen Karriere als Ingenieur bei einem japanischen Autokonzern. Tagami brauchte spirituellen Rat, und den, hatte man ihm gesagt, könne er nur im Vatikan bekommen. Weniger als 24 Stunden später sass er Joseph Pittau gegenüber und erzählte ihm von seinen Sorgen. Pittau hatte lange Zeit in Japan gelebt und wurde dann Rektor der päpstlichen Gregorianischen Universität in Rom.



Die Geschichte hatte 1986 begonnen. Damals gründete der Autokonzern ein neues Zentrum für Grundlagenforschung. Zu den streng geheimen Projekten gehörte auch die Entwicklung eines humanoiden Roboters. Katsutoshi Tagami leitete das Team, das den Roboter in Menschenform baute. Die Arbeit kam gut voran, die Gruppe war in den folgenden Jahren auf dreissig Ingenieure angewachsen, und man stellte eben den zweiten Prototyp fertig, als Tagami im Sommer 1995 auf eine Zeitungsnotiz stiess: Das japanische Ministerium für Internationalen Handel und Industrie (Miti) gab bekannt, ein nationales Forschungsprojekt für den Bau von humanoiden Robotern ins Leben rufen zu wollen. Das

brachte ihn in eine schwierige Lage. Wie andere Autofirmen hält auch seines Forschungsprojekte geheim, bis ein

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



8/13

kommerzielles Produkt daraus geworden ist. Doch hatte man gute Kontakte zum Staat, die man nicht aufs Spiel setzen wollte. Im Februar 1996 lud der Präsident hohe Beamte des Miti zu einer geheimen Videovorführung ein. Die trauten ihren Augen nicht: Da durchschritt ein astronautenähnlicher Körper ohne Kabelverbindung zu Computern oder Stromversorgung sicheren Schrittes den Raum. Dabei hatten sie sich vor der Bekanntgabe des Regierungsprojekts versichert, dass niemand auf der Welt an einem solchen Roboter baut.

Die Miti-Leute drängten den Präsidenten, beim nationalen Projekt mitzuarbeiten. Dieser willigte ein, unter der Bedingung, den Roboter an einer Pressekonferenz Ende 1996 der Welt als Projekt des Autokonzerns vorstellen zu können.

Doch als der Termin der Pressekonferenz näher rückte, kamen Tagami Bedenken. Wie würde der Westen auf einen solchen Roboter reagieren? Tagami wusste, dass es im Christentum Gott war, der den Menschen geschaffen hatte, und er reimte sich zusammen, dass es in christlichen Kulturen moralische Skrupel angesichts eines mechanischen Zwillings des Menschen geben könnte. Es war ihm schon lange aufgefallen, dass westliche Ingenieure an allen möglichen Robotern arbeiteten: an acht-, sechs-, vier-, drei- und einbeinigen. Aber merkwürdigerweise fast keine an zweibeinigen. Schwingt sich zum Schöpfer empor, wer aus Feinmechanik und Mikroprozessoren einen Kunstmenschen schafft? War die Arbeit am humanoiden Roboter aus christlicher Sicht eine Form von **Blasphemie**? Um diese Frage zu klären, war er in den Vatikan gereist. Und da sass er nun und wartete auf eine Antwort von Joseph Pittau.

«Herr Tagami, waren Sie schon in der **Sixtinischen Kapelle**?»

«Dazu hatte ich noch keine Zeit. Ich bin eben erst angekommen.»

«Gehen Sie hin, und schauen Sie sich die "Erschaffung Adams" von Michelangelo an. Dort sehen Sie, wie Gott Adam zum Leben erweckt. Er gibt ihm dabei auch die Fähigkeit zum Denken und zur Kreativität. Wenn Sie einen humanoiden Roboter bauen, machen Sie nichts anderes, als diese Fähigkeiten zu nutzen.»



Beruhigt reiste Tagami nach Japan zurück. Der Roboter wurde der Presse vorgeführt und mit dem Miti dessen Nachfolger in Angriff genommen. Heute ist Tagami Gastprofessor am Kanazawa Institute of Technology in Japan und träumt davon, dass im Alter, wenn seine Kräfte nachlassen, ein Roboter an seiner Stelle den heiligen Berg Fuji besteigt und er die Wanderung zu Hause im Datenanzug und mit 3-D-Brille miterleben kann.

Sosehr sich Tagami um die Wirkung des Roboters im Ausland gesorgt hatte, so wenig kümmerte ihn die Reaktion seiner Landsleute: Japaner sind verrückt nach Robotern. Seit 50 Jahren begleiten sie jede

japanische Kindheit. Für viele Robotiker aus der Generation Tagamis hatte der 1951 erstmals publizierte Comic «Astro Boy» den Ausschlag bei der Berufswahl gegeben. Astro Boy ist ein kleiner Roboterjunge mit einem Atomreaktor im Herzen, einem Computer im Kopf und Raketen in den Beinen. Er geht mit Menschenkindern zur Schule und kämpft im Namen des Friedens gegen Monster und Banditen. So wurde er zum Botschafter aus einer Welt, in der die Technik den Menschen hilft, und pflanzte das Bild des freundlichen Roboters ins kollektive Unbewusste der Nation. Heute treten in einem ansehnlichen Teil der populären japanischen Comics Roboter als Hauptfiguren auf, und japanische Spielzeugläden dürften die einzigen sein auf der Welt, die ein grösseres Angebot an Robotern führen als an Spielzeugautos. Als der Roboter aus der Trickfilmserie «Gundam» als Spielzeug auf den Markt kam, war der Andrang so gross, dass es in einem Kaufhaus in Tokio zu Tumulten kam.

Die Begeisterung für Roboter wird gespeist von einer unverdorbenen Technikfreundlichkeit und einer kindlichen Freude an allem Neuen. Während sich in Europa Pädagogen noch stirnrnzelnnd über das Tamagotchi beugten,

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



9/13

hatten die Japaner das virtuelle Küken am Schlüsselring längst vergessen. Sie lassen sich neuerdings von Haustierrobotern unterhalten. Kein Wunder, will man in Japan jetzt das drängendste soziale Problem mit Hilfe von Robotern lösen.

Shigeki Sugano greift nach C3PO und stellt ihn auf einen der Dutzend Stapel Roboterzeitschriften, die seinen Büroplatz von dem seiner Kollegen an der Waseda University abgrenzen. C3PO ist der goldglänzende Roboter in Menschenform aus «Star Wars». «Wir brauchen menschenähnliche Roboter in der Altenpflege», sagt der Professor für Maschinenbau.

Mit dieser Meinung ist Sugano nicht allein. Artikel von japanischen Roboterexperten beginnen oft mit dem Hinweis auf einen möglichen Einsatz in Spitälern und Pflegeheimen. Geburtenrückgang, eine der höchsten Lebenserwartungen der Welt und die restriktive Einwanderungspolitik lassen erwarten, dass im Jahre 2050 fast ein Drittel der Japaner über 65 Jahre alt sind. Mehr als jedem anderen Land auf der Welt wird es Japan in Zukunft an Leuten fehlen, die sich um die alten Menschen kümmern werden.

Sugano weiss, dass man im Ausland den Kopf schüttelt über den Roboter als Seniorenbetreuer. Seelenlose Maschinenmenschen, die alte Leute an der Hand führen, ihre Kissen aufschütteln, ihnen das Essen servieren. Das grenzt für den Nichtjapaner an Misshandlung. Zwar zweifelt unter Experten niemand daran, dass Roboter im Alltag des Menschen eine Rolle spielen werden. Bereits tragen in japanischen und amerikanischen Spitälern autonome Roboterwagen das Essen aus. Es gibt einen Essroboter für **Tetraplegiker**: mit Kopfbewegungen können Gabel und Löffel an einem elektromechanischen Arm geführt werden. Doch was Sugano und seine Kollegen jetzt bauen, ist ausgerechnet jener Roboter, den seriöse Ingenieure der Öffentlichkeit immer wieder ausgeredet haben: ein Zombie aus Motoren und Computern, einen Roboter, wie man ihn auf Kinderzeichnungen und in Science-fiction-Filmen findet. Kurz: einen unmenschlichen Menschen.

Worin liegt denn der praktische Nutzen, ein solch kompliziertes System wie den menschlichen Körper mit Armen, Beinen, Kopf und Gesicht nachzubauen, wo doch zwei Greifarme an einer Tonne auf Rädern reichen würden, um dieselben Aufgaben zu erfüllen? Sugano greift erneut ins Gestell, wo eine Armada aus Spielzeugrobotern seine Erklärungen sekundiert. Jetzt stellt er R2-D2 neben C3PO. R2-D2 hat nicht menschliche Gestalt, sondern ist im Original ein hüfthoher, oben abgerundeter Metallzylinder. «Wenn wir mit Robotern kommunizieren wollen, sind Gesicht und Gesten wichtig.» Sugano dreht und wendet den Spielzeugroboter in seiner Hand, als suche er etwas. «R2-D2 hat keine Arme, keinen Kopf, keine Augen. Mit einem Roboter, dem die Augen fehlen, können wir nicht kommunizieren.» Einzig Beine seien überflüssig, weil sie zur Kommunikation nichts beitragen und die Spitälern und Pflegeheime frei von architektonischen Barrieren seien.

Sugano ist stolz darauf, dass einer seiner eigenen Roboter, Wendy, starke Ähnlichkeit mit dem Roboter Johnny Five aus der Science-fiction-Klamotte «Short Circuit» hat.

«Im Film sagt Johnny Five plötzlich: "Ich lebe." Das ist das Traumziel jedes Robotikers», sagt Sugano.

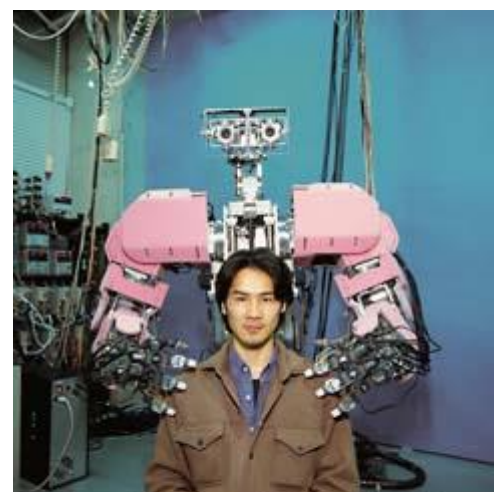
«Heisst das, ein Roboter kann auch sterben?»

«Nein. Das ist der grösste Unterschied zwischen Mensch und Roboter. Die Maschine stirbt nie. Wenn sie kaputt ist, flicken wir sie.»

«Und wenn ihr Speicher gelöscht wird?»

«Sie meinen, wenn sie ihr Gedächtnis verliert? Dann haben wir immer ein Back-up.»

Bitte sehr: Wendy, der komplizierteste Roboter der Welt. Hiroyasu Iwata stellt den Roboter vor wie ein Dirigent sein Orchester. Iwata ist Doktorand bei Sugano und gehört mit Toshio Morita zum Team, das



«Der komplizierteste Roboter der Welt»: der Humanoide Wendy mit Doktorand Hiroyasu Iwata.

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



10/13

versucht, dessen Vorstellung vom kommunikativen Roboter in die Tat umzusetzen. Sugano hat recht: Der Mensch sucht zuerst den Augenkontakt. Und sobald er Wendy in die beiden CCD-Farbkameras blickt, nimmt er unwillkürlich eine erste Einschätzung vor: vorwitzig schaut Wendy aus dem Aluminiumrahmen, der die Kameras trägt, die Arme lässt er eine Spur zu lässig hängen, im grossen und ganzen aber ein netter Kerl. Und das alles in ausgeschaltetem Zustand.

Gutmütig soll er sein und rücksichtsvoll, erklärt Iwata, so dass niemand in seiner Gesellschaft einen Helm anzuziehen braucht, wie es in der Nähe von Industrierobotern üblich ist. Wendy ist ein symbiotischer Roboter, dessen Nachkommen mit Menschen zusammenarbeiten sollen, deshalb ist die Sicherheit Iwatas wichtigstes Anliegen. Mit den rosa Abdeckungen über Schultern und Armen sieht Wendy aus wie ein beinloser Eishockeyspieler. Die darunterliegenden Kraftsensoren registrieren, wenn der Arm irgendwo anstösst und ein Ausweichmanöver nötig wird. Darüber hinaus ist die Mechanik der Gelenke so beschaffen, dass die Bewegung eines Arms jederzeit von Menschenkraft gestoppt werden kann.

«Sie können ihm die Hand schütteln», sagt Iwata. Die riesige Pranke wiegt schwer. Es braucht die koordinierte Aktion von dreizehn Motoren in den vier Fingern für einen Händedruck. Soll Wendy einem die Hand nicht nur drücken, sondern auch noch schütteln, kommen sieben weitere im Arm dazu. In voller Aktion dirigieren die Programme ein Konzert mit 66 Motoren, dessen Partitur je nach Rückmeldungen der 95 Sensoren ständig neu geschrieben wird.

Um die Geschicklichkeit des 161 Kilogramm schweren und 1,47 Meter grossen Aluminiumwesens zu belegen, zeigt Iwata Besuchern gerne ein Video mit der schwierigsten Nummer im Zirkus der Roboter: Wendy schlägt ein Ei auf. Die Schale bricht, die Hände verändern ihren Haltewinkel und ziehen die beiden Hälften auseinander, Eiweiss schleimt über die Roboterfinger in eine Bratpfanne. Das surrealistische Theater aus der Zukunft macht einen Moment glauben, der mechanische Hausdiener stehe in Japan kurz vor der Vollendung. Doch der Eindruck täuscht, und das nicht nur, weil der Eiertrick bloss in einem von fünf Versuchen gelingt: Wendy hat weder mechanisch noch geistig die Fähigkeiten eines Kleinkindes. Daran ändern auch die sechs Computer nichts, die über armdicke Kabelbäume die Steuerbefehle in die Kunstglieder schicken. Fünf Leute haben drei Jahre daran gearbeitet, dass Wendy ein Ei aufschlagen und ein paar andere Kunststücke vorführen kann. Aber sobald man ihm einen Schraubenzieher in die Hand gibt, hat er nicht einmal genug Intelligenz, ratlos dreinzuschauen.

Es gibt heute Roboter für alle möglichen Spezialaufgaben: Einer kann Kanalisationsrohre putzen, ein anderer Tennisbälle einsammeln, der dritte ein Auto tanken. Doch sie sind Fachidioten, können nichts als diese eine Aufgabe erledigen. Stünde das Labor in Brand, Wendy würde seelenruhig weiter Eier aufschlagen. Der universelle Hilfsroboter müsste all die speziellen Fähigkeiten vereinen, und er müsste vor allem entscheiden können, welche Aktion in einer bestimmten Situation die richtige ist. Er müsste ein bisschen von dem haben, was wir gesunden Menschenverstand nennen. Viele Forscher bezweifeln, dass ein solcher Roboter je gebaut werden kann. Der 25jährige Iwata gibt gerne zu, dass der Weg zum autonomen Pflegeroboter noch weit ist.



Funktionstest an einem mechanischen Gesicht, das computergesteuert unterschiedliche Emotionen zeigen kann.

Dass es in Japan keine religiösen Bedenken gegen humanoide Roboter gibt, ist einer von vielen Gründen, weshalb das Land heute das «Königreich der Roboter» genannt wird. Die Hinweise in Japans Geschichte, dass es so kommen musste, sind allerdings dünn gesät. Japan war technisch bis weit ins zwanzigste Jahrhundert hinein rückständig. Auch der erste Industrieroboter kam in den sechziger Jahren aus den USA und nicht aus Japan. Doch machten die japanischen Firmen viel **konsequenter** Gebrauch davon. Sie stellten amerikanische Industrieroboter in Lizenz her und gründeten schliesslich ihre eigenen

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



Firmen, was ihnen den Ruf genialer Kopierer einbrachte. Heute werden in Japan mehr Industrieroboter hergestellt und eingesetzt als irgendwo sonst auf der Welt. Sie montieren Autositze, löten Walkmen und rollen in Restaurants **Sushi**.

In seinem Buch «Inside the Robot Kingdom» über den erstaunlichen Aufstieg Japans zur Roboternation macht der Autor Frederik L. Schodt noch weitere Gründe für das roboterfreundliche Klima in Japan aus. Da die Industrialisierung Japans spät und mit weniger negativen Folgen erfolgte als in Europa und den USA, gab es wenig Widerstand gegen die Automatisierung in den Fabriken. Anders als in westlichen Ländern bedrohte der Roboter kaum Arbeitsplätze: In vielen japanischen Unternehmen ist es nicht üblich, Angestellte zu entlassen. Wenn ein Industrieroboter einen Arbeiter verdrängt, wird für ihn eine neue Stelle geschaffen. Jetzt, da die Roboter aus den Fabriken in den Alltag der Leute vordringen, heisst sie kein Land herzlicher willkommen als Japan. Die Japan Industrial Robot Association hat das Wort «Industrial» vorsorglich aus ihrem Namen gestrichen.

Wenn Frankenstein im Computerzeitalter gelebt hätte, sein Labor sähe aus wie jenes von Fumio Hara an der Tokyo Science University. Ein fensterloser Raum, überstellt mit den leeren Schachteln der Computer, Bildschirme und Netzgeräte, die dauerprovisorisch auf den abgenutzten Tischen installiert worden sind. Von der Decke stürzen die Flachbandkabel wie Wasserfälle und landen zwischen Lötkolben, Isolierband und leeren Getränke-Büchsen auf der düsteren Arbeitsfläche. Hinter einem Bildschirm guckt ein Polyesterschädel hervor, dem Drähte aus der Stirn wachsen: der Gesichtsroboter, dessen Entstehungsgeschichte vor zwanzig Jahren begann. «Damals wurden viele grosse Industrieanlagen gebaut», sagt Hara, «es kam zu Unfällen, und oft war die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine das Problem. Es gab einfach zu viele Anzeigen in den Kontrollräumen.» Das brachte Hara auf die Idee, die Gesamtinformation über den Zustand des Werks als menschliches Gesicht auf einem Bildschirm darzustellen. «Der Gesichtsausdruck ist das wichtigste und einfachste Kommunikationsmittel des Menschen», sagt der Professor am Institut für Maschinenbau. An der Wand in seinem Büro hängt der Beweis seiner These: eine Abfolge von Gesichtern, wie sie der Unfall im Atomkraftwerk Three Miles Island in Harrisburg 1979 erzeugt hätte: Bereits nach zehn Minuten schaut das stilisierte Gesicht so düster drein, dass selbst ein Laie die Katastrophe hätte erkennen können.

Später baute Haras Student Hiroshi Kobayashi aus Polyester und Latex ein dreidimensionales Gesicht. Heute stehen drei davon in unterschiedlichen Entwicklungsstadien im Labor. Kobayashi plant, einen der Köpfe dem Roboter eines Forscherkollegen aufzusetzen. Das erste Modell wurde noch **pneumatisch** betrieben, doch es war schwierig, den Mechanismus luftdicht zu halten. Zudem geriet der Kopf überlebensgross, weil die Mechanik viel Platz beanspruchte. Bei den neuen Modellen arbeiten die Forscher mit platzsparenden Memory-Legierungen - Drähten, die sich mit steigender Temperatur zusammenziehen. Achtzehn davon sind auf der Innenseite einer Latexhaut befestigt, die über den Schädel gezogen wird, und zaubern mit ihrem Zug computergesteuert Runzeln auf die Stirn oder ein Lächeln auf die Lippen. «Am schwierigsten ist es, Glück auszudrücken», sagt Kobayashi, «weil dabei grosse Bewegungen in der Mundregion nötig sind.» Eine Latexhaut, die neben dem Schädel liegt, ist vor lauter Glück in den Mundwinkeln gerissen.

Hara hatte auch schon negative Reaktionen auf seine Roboterköpfe. «Wenn sie in Betrieb sind, sehen sie schon etwas sonderbar aus», gibt er zu. Aber er ist überzeugt, dass die Menschen die Roboter im Alltag nur akzeptieren werden, wenn sie Emotionen ausdrücken und verstehen können.

Für Tama wird jeder Journalistenbesuch zur Tortur. Ihr Erfinder, Takanori Shibata, demonstriert die Fähigkeiten seiner Roboterkatze, indem er sie auf eine kurze Berg- und Talfahrt der Gefühle schickt. Erst streichelt er das Tier am Hals, bis der Servomotor anspringt und den Kopf in den Nacken manövriert. Tama schliesst wohligh die Augen. «Miau.» Ein paar Schläge auf den Rücken, und der 32-Bit-RISC-Prozessor leitet einen radikalen Stimmungsumschwung ein: Tama duckt sich, zieht den Schwanz ein und faucht. Shibata, dessen einzige Erfahrung

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



12/13

mit wirklichen Haustieren darin besteht, dass er als Kind mehrmals von einem Hund gebissen worden war, hat Videofilmen abgeschaut, wie sich eine Katze verhält.

«Tama! Tama!» ruft Shibata jetzt. Die Katze dreht den Kopf in Richtung ihres Erfinders. Sehen wird sie ihn nie. Tama ist blind, Shibata hat ihr keine elektronischen Augen eingebaut. Obwohl Shibata weiss, wo unter dem Polyesterfell die Drucksensoren sitzen - drei hat es unter dem Hals, fünf auf dem Rücken, einen auf dem Kopf -, kann er das Verhalten seiner Katze nicht genau vorhersagen. Ihre Reaktion hängt nicht nur davon ab, ob man sie streichelt oder schlägt, sondern auch davon, in welcher Stimmung sie gerade ist - wie bei einem richtigen Haustier, bloss dass dort die Stimmung nicht vom Ladezustand des **Akkus** abhängt.

Im Herbst wird die Roboterkatze in Japan auf den Markt kommen. 1000 Dollar kostet die Grundausrüstung. Für Extras wie ein besseres Fell oder zusätzliche Sensoren bezahlt man einen Aufpreis. «Wie bei einem Auto», sagt Shibata, der sicher ist, dass es sich bei Tama um einen ausserordentlichen Zuchterfolg handelt. Als er kürzlich einen Prototyp in ein Altersheim brachte, wollten ihn die Leute nicht mehr hergeben. «Eine Frau machte den Vorschlag, von jetzt an auf eine Mahlzeit täglich zu verzichten, damit man sich im Herbst mit dem gesparten Geld eine Katze kaufen könne», erzählt Shibata, der auch gleich die unbestreitbaren Vorteile gegenüber dem Original aufzählt: «Sie beisst und kratzt nicht, verursacht keine Allergien, und man kann Tama auch in einer kleinen Wohnung halten, in der richtige Haustiere verboten sind.» Vor allem der letzte Punkt ist in Japan, wo die Leute in den Städten unter sehr beengten Verhältnissen leben, entscheidend. Das starke Bedürfnis nach einem Haustier, kombiniert mit der Unbefangenheit gegenüber technischen Neuerungen, wird dem Haustierroboter zum Siegeszug durch die japanischen Haushalte verhelfen - und das, obwohl Tama noch nicht einmal gehen kann.

Shibata, der nach seiner Ausbildung zum Maschineningenieur am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA tätig war, hat sich eindrückliches Zahlenmaterial beschafft, um Investoren zu gewinnen. Allein in Japan werden pro Jahr elf Milliarden Dollar für Haustiere ausgegeben. «Damit ist der potentielle Markt für Haustierroboter mehr als doppelt so gross wie jener für Industrieroboter.» Shibata denkt ganzheitlich: Sogar neue Haftpflichtversicherungen liessen sich verkaufen.

Tama ist unterdessen auf dem Tisch eingeschlafen. Ein kleiner Schlag ihres Meisters auf den Kopfsensor, und ihre Elektronik ist wieder hellwach. Jetzt leckt sich die Katze unter dem leisen Surren des Servomotors die Pfoten - oder tut wenigstens so, denn Speichel, wie auch alle anderen Ausscheidungen, sind der künstlichen Katze unbekannt. Die Markteinschätzung hat ein japanisches Unternehmen überzeugt. Die Firma, die sonst Verkehrskontrollsysteme, Werkzeuge für die Fabrikautomation und Blutdruckmessgeräte baut, wird also eine Roboterkatze herstellen. «Es ist die Rezession», sagt Shibata, «alle suchen nach neuen Märkten.»

Auch Sankyo Aluminium Industry. Für Sankyo hat Shibata das Robbenbaby Paro entwickelt, über dessen **Kommerzialisierung** noch nicht entschieden ist. Shibata hält Paro sogar für die bessere Wahl als Tama: «Von Tama erwarten die Leute zuviel, weil sie wissen, wie sich eine Katze wirklich bewegt. Von einem Robbenbaby wissen sie hingegen nicht viel, das ist ein Vorteil für den Entwickler.» Die Stimmen von echten Robbenbabies klangen Shibata zum Beispiel nicht süss genug. «Wir haben dann im Studio ein paar Vogelstimmen hinzugemischt.»

Omron ist nicht die einzige Firma, die den neuen Markt entdeckt hat. Spielzeughersteller bringen noch in diesem Jahr Herden von Robotertieren auf den Markt: Coocky, den Hamsterroboter, Daichan, den Vogelroboter, und die Linie Aquaroids mit Qualle, Fisch, Krebs und Hummer in Roboterform, alle von der Spielzeugfirma Takara. Bandai, von der das virtuelle Küken Tamagotchi stammt, verkauft für 500 Dollar eine Roboterkatze mit dazugehöriger Robotermaus.

Aufgeweckt wurde die Branche durch Aibo. Die ersten 3000 Exemplare dieses Haustierroboters waren in Japan im Juni 1999 innerhalb von 20 Minuten weg - das Stück zu 2500 Dollar. Bis heute wurde der Kunsthund, der auf vier Beinen gehen, selber aufstehen und mit einem Ball spielen kann, weltweit über 45 000mal verkauft. Aibo ist so populär, dass an Kostümparties bereits die ersten Aibo-Masken auftauchen.

Eine Werkstatt

AB 1: Lückentext, Diskussionspapier, Lesetext etc.



13/13



Die speziellen Ansprüche, die der Mensch an ein Haustier hat, macht die Entwicklung von Haustierrobotern zum Traumjob. «Aibo muss nicht 100 Prozent zuverlässig sein», sagt Masahiro Fujita vom Entwickler-Team. Keiner beurteilt seine Katze nach objektiven Kriterien, danach, ob sie fehlerfrei schnurren kann und nicht nachtblind ist. Von einem Haustier erwartet man geradezu, dass es hin und wieder die Krallen am Perser wetzt und die Ming-Vase umstösst. Und genau dieselbe Toleranz erfährt der Haustierroboter, solange sein Äusseres und sein Verhalten an ein Tier erinnern.

Selbst Universitätsprofessoren schmieden Pläne, wie sie am neuen Markt teilhaben können. In Nagoya will einer von

Japans grossen Robotikern, Toshio Fukada, mit Partnern aus der Industrie einen Roboterdackel entwickeln. «Der hat einen langen Körper, da kann man viele Sensoren befestigen», sagt Fukuda. Er hat vor allem Japans Senioren im Visier. Der Dackel soll über Funk Alarm schlagen, wenn er lange nicht gestreichelt wird oder keine Toilettenspülung hört - **Little Dackel is watching you**. Nur selten äussern Japaner die Befürchtung, dass die Ausländer meinen könnten, sie seien ein seltsames Volk.

In westlichen Medien erscheinen die neusten Roboter der Japaner meistens unter Kuriosa zwischen dem Busunglück in den Karpaten und dem neuen Liebhaber von Stefanie. Zu Unrecht, denn wer Elektronik und Mechanik zu einem Wesen mit lebensnahen Zügen verheiratet, dem wir ähnliche Zuneigung schenken wie einem Haustier, wirft existentielle Fragen auf, die bisher kein Philosoph beantworten konnte. Wenn es aussieht wie ein Tier, sich verhält wie ein Tier, ist es dann ein Tier? Kann leben, was nicht von Blut, sondern von Elektronen durchströmt wird? Was ist Leben überhaupt?

In einem Punkt sind sich japanische Robotiker einig: Katze und Hund sind nichts anderes als komplizierte Roboter. Bei der Wahl der Tierart für seine Roboter hat sich Takanori Shibata bewusst gegen einen Hund entschieden, «weil der schon im richtigen Leben roboterähnliche Züge hat». Ob zukünftige Roboter je wirkliche Emotionen haben werden, ist für ihn unwesentlich. «Wenn sich der Roboter wie ein Tier verhält, werden ihn die Leute auch so behandeln.»

Und wie steht es mit den humanoiden Robotern? Im Moment sind sie noch ähnlich wackelig zu Fuss wie die alten Leute, denen sie in einer fernen Zukunft helfen sollen. Doch in einem Land, in dem ein orgelspielender Roboter mit einem Symphonieorchester auftritt und eine Messe für Industrieroboter ein Grund für einen Familienausflug ist, sollte man auf alles gefasst sein. Ein **Beratergremium** des Miti macht sich bereits Gedanken über psychologische, wirtschaftliche und juristische Folgen der Eingliederung von Robotern in die menschliche Gesellschaft.

Für Wendys Vater Shigeki Sugano ist der Fall klar: «Auch der Mensch ist letztlich eine Maschine. Das ist eine Voraussetzung für meine Forschung.» Sollten umgekehrt Maschinen je zu Menschen werden können, ist die nächste Reise in den Vatikan fällig.

Reto U. Schneider