

**Fraunhofer** Institut  
Autonome Intelligente  
Systeme

---

---

# Service- und Spiele-Roboter als Helfer und Begleiter

Prof. Dr. rer.nat. Thomas Christaller  
Fraunhofer Institut  
Autonome Intelligente Systeme  
Sankt Augustin  
<http://www.ais.fraunhofer.de/>

---

---

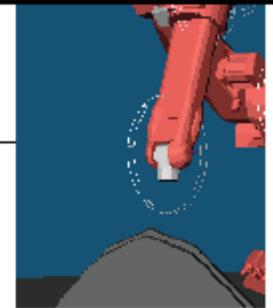
# Überblick

Service vs. Industrie-Roboter. Eine Begriffsbestimmung

Erkundungsrobotik

Ausbildungsrobotik

Zusammenfassung und Ausblick



---

## Industrie-Roboter

**Definition ISO/TR 8373:** Manipulation industrial robot: An automatically controlled, reprogrammable, multi-purpose, manipulating machine with several degrees of freedom, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial applications.

Folgende Begriffe aus dieser Definition werden erläutert:

**reprogrammable:** whose programmed motions or auxiliary functions may be changed without physical alterations

**multi-purpose:** can be adapted to a different application with physical alterations

**physical alterations** means alterations of the mechanical structure or control system except for changing programming cassettes, ROMs, etc.

**Definition EN775:** Ein Roboter ist ein automatisch gesteuertes, wiederprogrammierbares, vielfach einsetzbares Handhabungsgerät mit mehreren Freiheitsgraden, das entweder ortsfest oder beweglich in automatisierten Fertigungssystemen eingesetzt wird.

Zusammenfassend: - freiprogrammierbar - servogesteuert - mit mindestens 3 Achsen - mit Greifern und Werkzeugen ausgerüstet - konzipiert für Handhabungs- und Bearbeitungsaufgaben

Seite 4





---

## Service-Roboter

**P. Hoppen: Autonomer mobiler Roboter** Maschine, die sich in einer natürlichen Umgebung aus eigener Kraft und ohne Hilfestellung von außen bewegen und dabei ein ihr gestelltes Ziel erreichen kann. Dabei erkennt sie die Umwelt, sofern dies notwendig ist, über eigene Sensoren.

### Einteilung der Roboter nach Einsatzgebieten

**Industrieroboter** Arbeiten in Fabriken und Montagehallen: Schweißroboter, Lackierroboter, Montageroboter, ...

**Serviceroboter** (In der Entwicklung, erste Anwendungen) Arbeiten in anderen, von Menschen bevölkerten Gebieten: Putzroboter, Rasenmäher, Museumsführer, Spielzeug ...

**Geländeroboter** (Beginn der Entwicklung) Arbeiten in der rauen Natur oder an Orten, die für Menschen nicht mehr zugänglich sind: Tiefsee, Weltraum, Kernkraftwerke, Kanalsysteme, Orangen pflücken, ...

**Autonome Roboter / Agentensysteme** (Forschung) Fußballspielen, Laufmaschinen, biologisch inspirierte Roboter

Seite 5



Robot Types	Installed 2000	2001 - 2004		Robot Types	Installed 2000	2001 - 2004
Cleaning robots	440	14150		Refueling ~	50	1100
Sewer ~ (cleaning, inspection)	40	100		Fire and bomb fighting ~	50	120
General inspection ~ (power, bridges, nuclear sites)	120	200		Forestry	100	300
Demolition ~	2300	1200		Automated milking systems	500	1000
Underwater ~	3000	3000		Laboratory ~	1000	320
Medical ~	1600	4800		Marketing	20	100
Assistive and wheelchair ~	160	140		$\Sigma$	10000 (\$1,7 Mia)	30000 (\$ 2,4 Mia)
Courier ~, mail delivery	60	140		Service ~ for personal/priv. use (vacuum cleaning & lawn mowing)	12500	425000
General purpose mobile platforms	260	230		Entertainment/Hobby/ Leisure	>100000	>200000
Surveillance and security	60	1800		$\Sigma$	>112500 (\$100 Mio)	625000 (\$550 Mio)

---

## Erkundungsrobotik: Beschreibung des Marktes

Quelle:  
IFN/ECE World Report  
on Robotics 2004

<b>Serviceroboter weltweit 2003</b>	<b>Stückzahl</b>	<b>Wert Milliarden US-\$</b>
<i>Professioneller Bereich</i>	21.000	<b>\$2,443</b>
davon Erkundungsroboter	7.000	
<i>Consumerbereich (Staubsauger, Rasenmäher)</i>	610.000	<b>\$1,351</b>

⇒ **Sehr hoher Wert pro Roboter im professionellen Sektor**, nämlich ca. \$117.000

Seite 7

# Erkundungsrobotik: Beschreibung des Marktes

Segment:  
Erkundung unzugänglicher  
Bereiche

Projektbeispiele:

- Scorpion
- Steuerung für Unterwasserroboter
- MAKROplus



## Fakten zur Kanalrobotik

- In Deutschland gibt es ca. 400.000 km öffentliche Abwasserkanäle
- Davon sind 80% nicht begehbar
- Die übliche ferngesteuerte Kanalinspektion kostet ca. 5 € pro laufendem Meter
- **Einmalige Inspektion des gesamten öffentlichen Netzes kostet mehr als 1,6 Milliarden €**
- Selbstfahrende Roboter versprechen bessere Wirtschaftlichkeit (1/3 der Kosten) und Datenqualität

Seite 8



Fraunhofer  
Institut  
Autonome Intelligente  
Systeme

---

# Erkundungsrobotik: Beschreibung des Marktes

Segment:  
Umgebungsdatenerfassung

## Gebäude und Liegenschaften

- Inspizieren
- Vermessen
- Kartieren
- Visualisieren

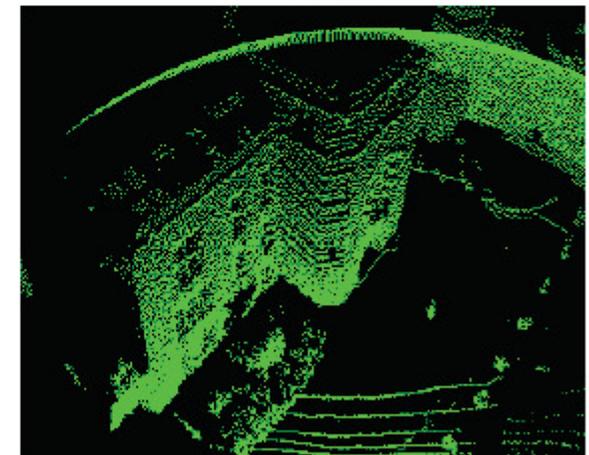


Projektbeispiele:

- SEF Mehrkanal-Laserscanner
- KURT3D

## Potenzielle Kunden

- Architekten
- Planer
- Bau-Dienstleister



---

# Erkundungsrobotik: Beschreibung des Marktes

Segment:  
Sicherheitssysteme  
und -robotik

## Projektbeispiele:

- UCT
- RoboCup Rescue

Quelle (1.):  
JN/ECE World Report  
on Robotics 2004

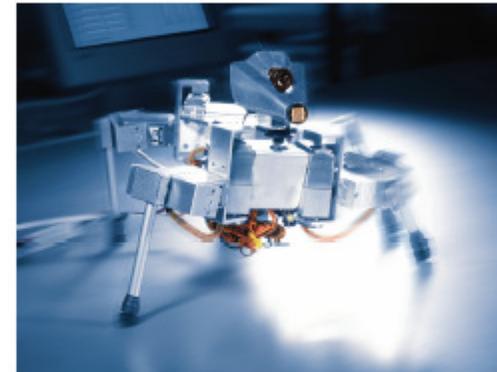
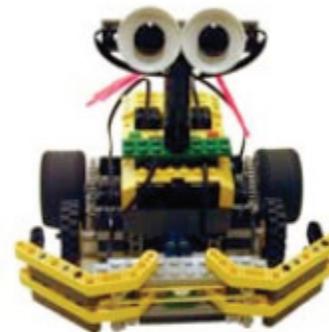
1. Gutes Marktwachstum bei Sicherheits- und Überwachungsrobotern vorhergesagt, von 600 Stück (Ende 2003) auf 2.310 Stück (Ende 2007)
2. Die **telerob GmbH** konnte bis Anfang 2004 100 Roboter des Typs tEODor zur **tele-operierten Entschärfung** von Bomben ausliefern
3. Die **Robowatch Technologies** brachte 2000 als weltweit erstes Unternehmen **serienfähige mobile Überwachungsroboter** auf den Markt



---

# Ausbildungsrobotik

## Charakterisierung



## Mit Robotern lernen

- Roboterbaukastensysteme
- Lehrmaterialien und Schulungen
- Netzwerkaufbau



---

## Kernergebnisse Marktstudie/Wettbewerbsanalyse für AIS (Simon Kucher & Partner, 2000)

- Der Markt für Industrieroboter wächst seit Jahren um ca. 10% p.a., damit einher geht ein stetig wachsender Ausbildungsbedarf
- Sensorbasierte Service-Robotik entwickelt sich zur Schlüsseltechnologie
- Robotik-Endprodukte werden zu Gebrauchsgütern und „Statussymbolen“
- Personal robots werden positiven Imagewechsel bei Jugendlichen zur Folge haben
- Robotik-bezogene Ausbildungsinhalte werden früher, umfassender und in immer mehr Bildungseinrichtungen vermittelt werden
- Robotic-kits werden zunächst hauptsächlich von Schulen, mittelfristig auch verstärkt von Schülern nachgefragt werden



  
Fraunhofer Institut  
Autonome Intelligente  
Systeme



# Ausbildungsrobotik

## Motivation / Markt



Bildungsbudget Deutschland 2001 (Statistisches Bundesamt)

Interdisziplinäre technische Aus- und Weiterbildung

- Mangel an 20.000 Ingenieuren in Deutschland (VDI)
- Schwächen in der naturwissenschaftlich-technischer Schulbildung in Deutschland (TIMSS 1997, PISA 2000, PISA II 2004)

## Zielmarkt

- Hochschulen
- Schulen (mit ihren Fördervereinen)
- Betriebe mit technischer Ausbildung
- außerschulische Bildungseinrichtungen



---

## Statement of Prof. Dr. Hubertus Christ – former President VDI

2003

We have to find out the role for our society.

We do need understanding of technologies even for non-technicians.

We have to enhance the motivation for natural sciences in the schools

It is wrong to state that women can't approach technical jobs.

They do have a different approach

We do need female engineers not just to have nice job statistics, but because they as women will change technologies and products in a specific way.

Seite 14



---

## The Challenge

Annually we miss in Germany ca. 20.000 educated engineers

—> we have to educate more engineers than ever before (growth rate of over 50%)

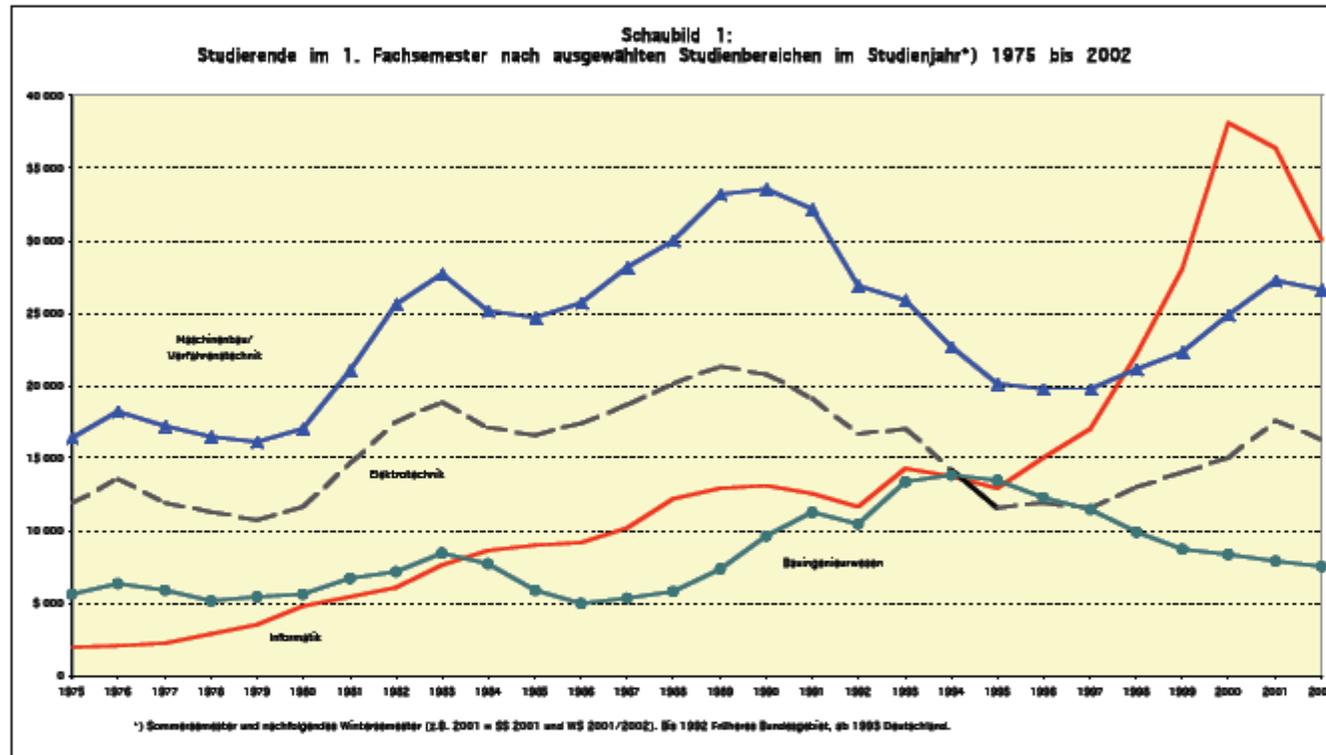
- Raise # of beginners
- Reduce break-off
- Attract more women

Encourage young people to study engineering disciplines

—> positive attitude necessary

- (pre-) knowledge
- Early approach (public school)
- Specific approach for girls

# Student beginners in engineering



Computer science  
Mechanical engineering  
Electrotechnique

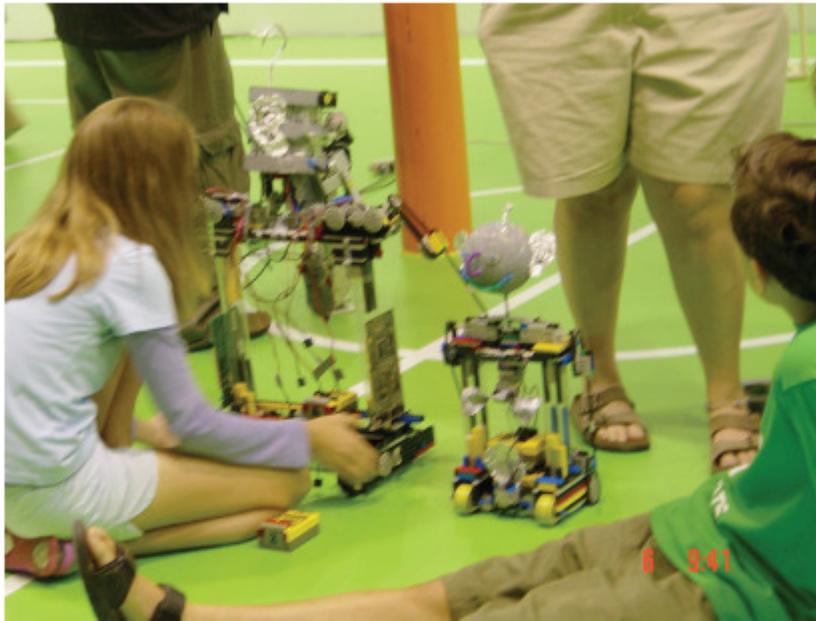
Source: Statistisches Bundesamt - Hochschulstatistik, 2003

Seite 16



Fraunhofer Institut  
Autonome Intelligente  
Systeme

# Edutainment Robotics



lligente

## RoboCup Junior League World Championship at Padua 2003

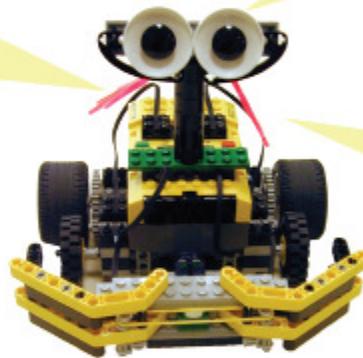


## Roberta - girls discover robots

*We carry girls off to the fascinating world of robots.*

*We offer material, lectures, support for teachers/instructors*

*You will be able to interest girls for technical subjects!*



**Roberta**  
+ Mädchen erobern Roboter



Seite 18



**Fraunhofer**  
Institut  
Autonome Intelligente  
Systeme

GEFÖRDERT VOM

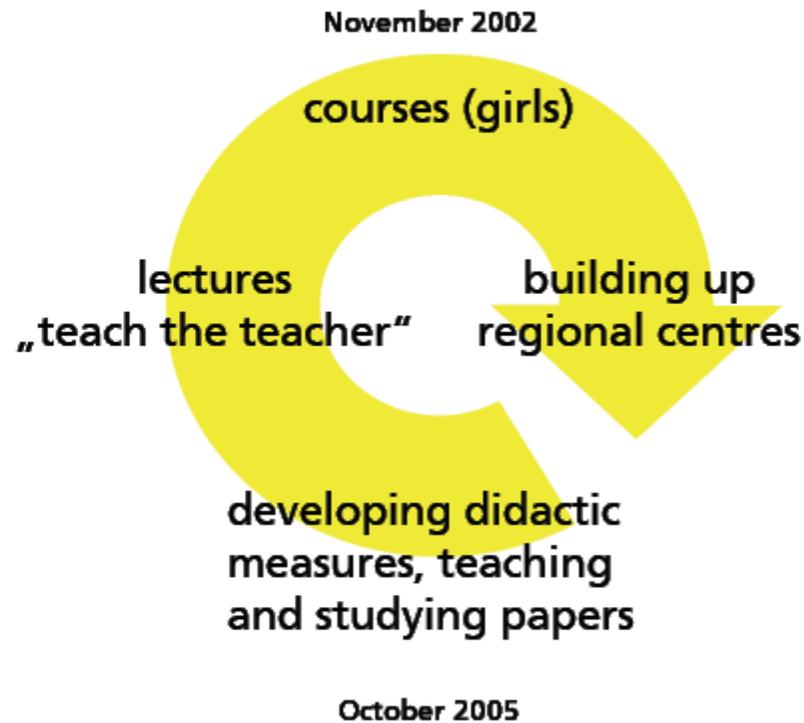


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Roberta - The Project



evaluation to stress the gender  
quality of the courses



Roberta  
concept and materials

criteria for  
gender quality

network of  
regional centres



10 courses with 149 potential lecturers

122 courses with 1206 girls and 281 boys

**Girls, who participated in a short 2-hour Roberta-course, do now believe they have the ability to become a computer expert in future, if they only want to be one.**

94 % enjoyed the Roberta-course

88 % would recommend the course to their friends

72 % would attend additional courses



---

# Ausbildungsrobotik in AIS

## Attraktivität

- Roboter faszinieren und bieten einen "begreifbaren" Zugang zu technischen Ausbildungsinhalten



RobertaRegioZentren 2004

AIS verfügt über das technische Know-How innovative Roboterbaukastensysteme zu entwickeln

AIS baut Netzwerke für die Ausbildungsrobotik auf

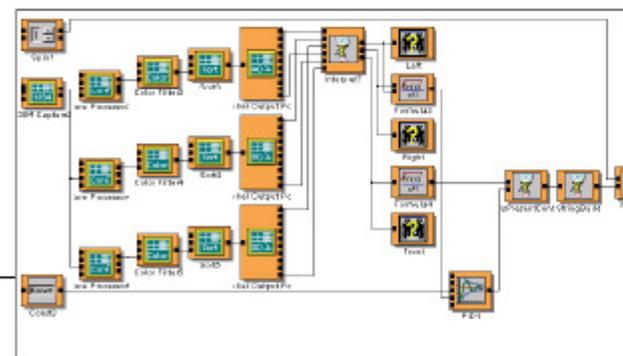
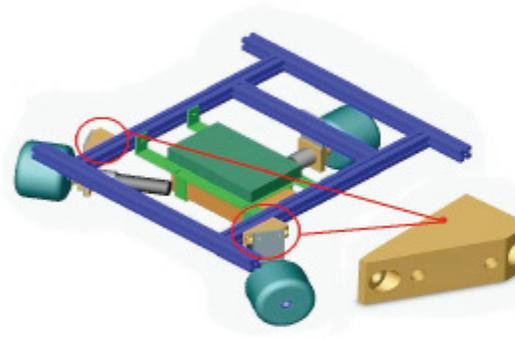
- Roberta
- DFG-Schwerpunktprogramm 1125
- RoboCup
- Kundennetzwerke VolksBot / Kurt II

# VolksBot<sup>®</sup> Konzept

Modularer flexibler Roboterbaukasten für Forschung, Lehre und Ausbildung:

Modularität in HW und SW

- leichter Einstieg
- visuelle Programmierung
- Skalierbarkeit der Komplexität
- hohe Wiederverwendbarkeit
- universitäre Kunden



---

## Zusammenfassung

Haushaltsroboter haben schon grosse Stückzahlen  
sind aber nur sehr eingeschränkt einsetzbar

Robustheit und niedrige Kosten

Erkundungsroboter geringe Stückzahlen

harsche Umgebung

Robustheit und High-Tech

Ausbildungsrobotik

Speerspitze für Service-Robotik

Bildungsmarkt

Flexibilität, Attraktivität und niedrige Kosten

---

## Ausblick

### Autonomie

selbständig aber zusammen mit anderen Robotern und Menschen handeln

### Intelligenz

Vorhersage der Handlungsmöglichkeiten von Robotern und Menschen

Schnelle sensomotorische Rückkopplungsschleife sichert opportunistisch die Handlungs- und Bewegungsfähigkeit der Roboter

Die in der sensomotorischen Schleife entstehenden Daten sind Grundlage für ein individuelles Weltmodell

Grosse Förderprogramme vor allem in USA, Japan und Korea

In Europa jenseits von Grundlagenforschung schwierige Situation

Viele technische Systeme sind heute schon - eigentlich - Roboter:

Autos, Flugzeuge, Lokomotiven, Schiffe, Produktionsanlagen