

# Haushaltsroboter und Organic Computing

**Erik Maehle**

Universität zu Lübeck

Institut für Technische Informatik

Ratzeburger Allee 160

23538 Lübeck

E-Mail: [maehle@iti.uni-luebeck.de](mailto:maehle@iti.uni-luebeck.de)



Workshop ‚Organic Computing Initiative‘,  
Hannover, 01./02.12.2003



# Vision 20xx

VDE-Umfrage Zukunfts-IT:

39% der Frauen  
25% der Männer

wünschen sich an erster Stelle  
Roboterhilfe im Haushalt, z. B. zum

- Bügeln
- Putzen
- Gartenarbeit
- ...



R2-D2 und C-3PO

Kann Organic Computing diese Vision erfüllen helfen?

## Lübecker (Haushalts-)roboter

- Fensterputzroboter WICTOR
- Staubsaugroboter HECTOR
- Serviceroboter MAVERIC

## SoCs mit dynamisch rekonfigurierbarer Logik

- DynaCore-Projekt
- Einsatz als Netzwerk-Coprozessor

## Roboter und Organic Computing

- Anforderungen
- Zuverlässigkeit und Robustheit
- Künstliche Immunsysteme

## Zusammenfassung und Ausblick

# WICTOR (WIndow Cleaning Tethered Operated Robot )



Fensterreinigungsroboter, konstruiert für Putzroboter-WM 2002 in Lausanne (1. Platz)

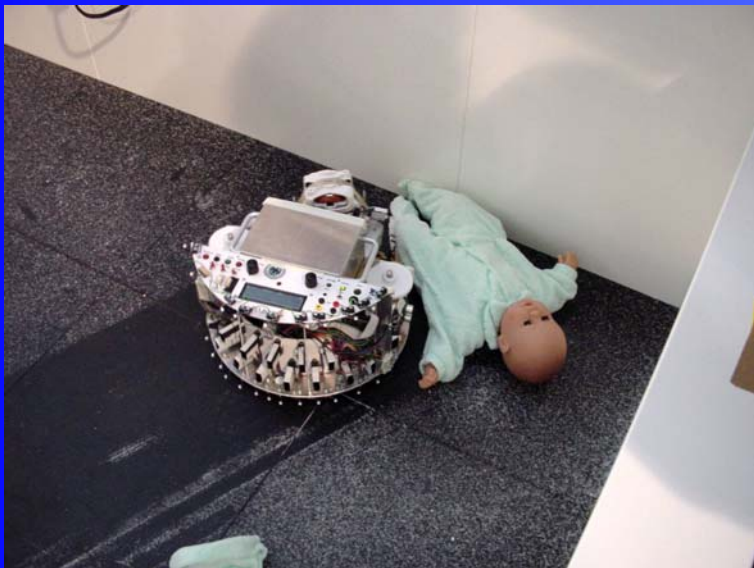
- Reinigung mit Sidolin-Reinigungstüchern
- 2 Antriebsmotoren 30 W, 1 Saugmotor 80 W
- Stromversorgung zur Zeit noch extern
- 8 Schaltkontakte (Bumper)
- Mikrocontroller C167 (16 Bit, 10 MHz)
- Programmierung in C



SPA-Pradigma

Strategie: Mäanderförmige Abdeckung der Fensterfläche

# HECTOR (Home Environment Cleaning Thoroughly Operating Robot)

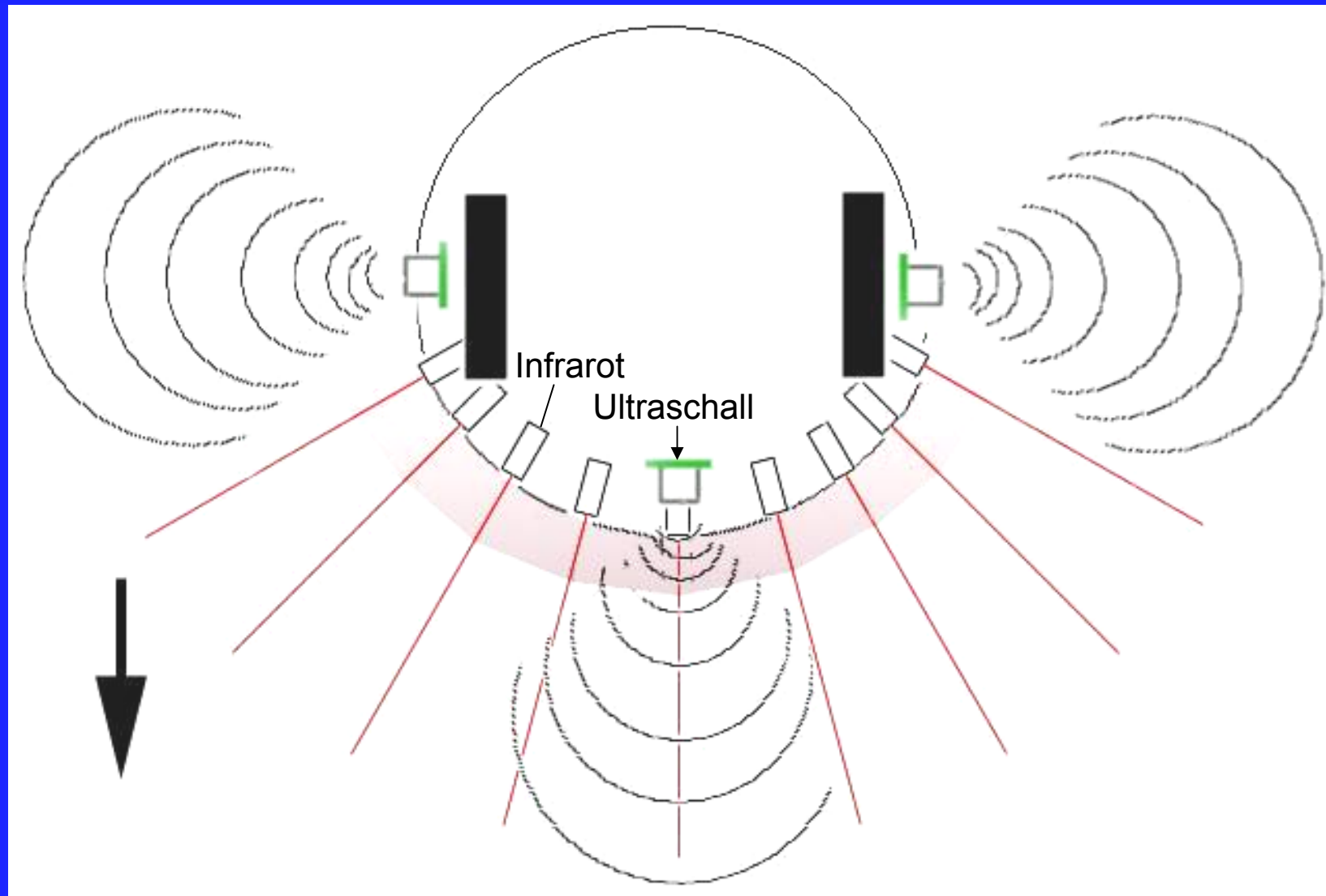


Staubsaugroboter, konstruiert für Putzroboter-WM 2002 in Lausanne (4. Platz)

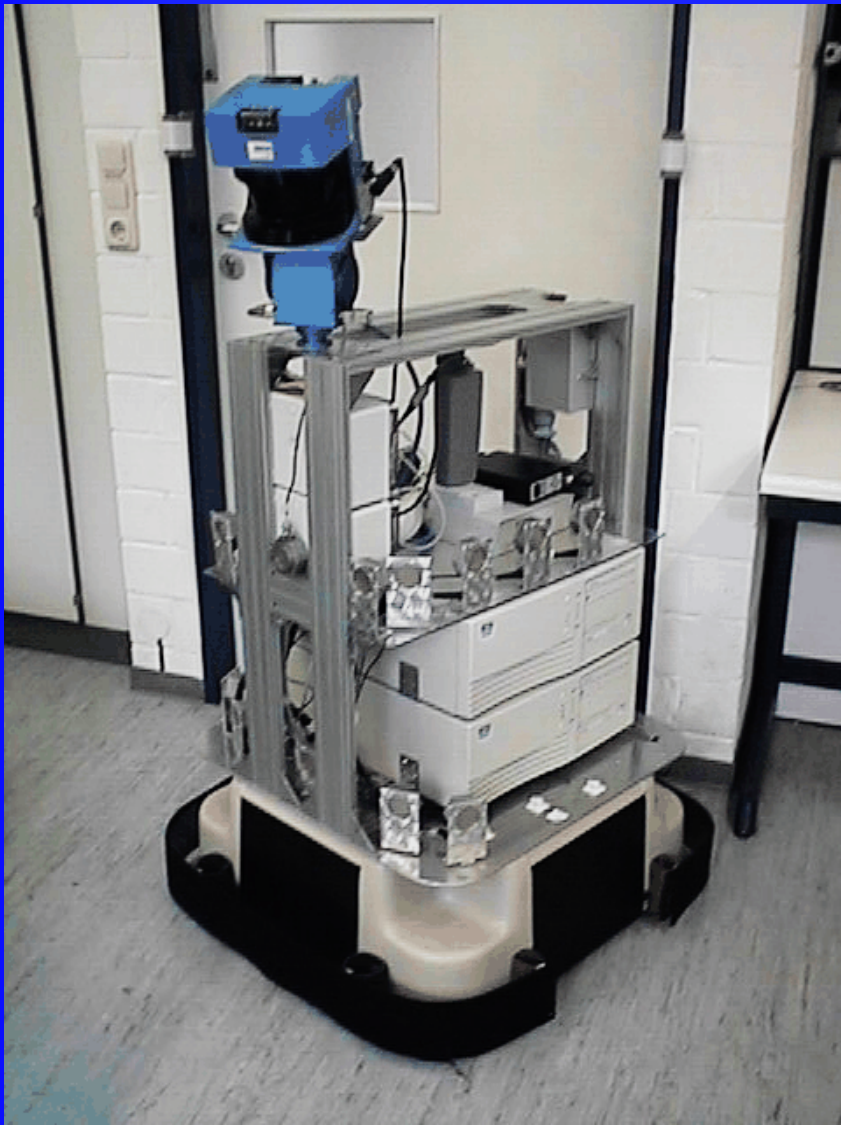
- Miele Sauger 1000 W
- 2 Antriebsmotoren 60 W
- 112 NiMH-Akkuzellen 1,2 V/3 Ah
- 16 Infrarot-Abstandssensoren
- 3 Ultraschall-Abstandssensoren
- 25 Schaltkontakte (Bumper)
- 2 Inkrementalgeber an den Antriebsrädern
- Mikrocontroller C167 (16 Bit, 10 MHz)
- Programmierung in C
- SPA-Paradigma

Strategie: Mäanderförmige Fahrstrecke mit Hindernisausweichen

# IR- und US-Sensorabdeckung von HECTOR



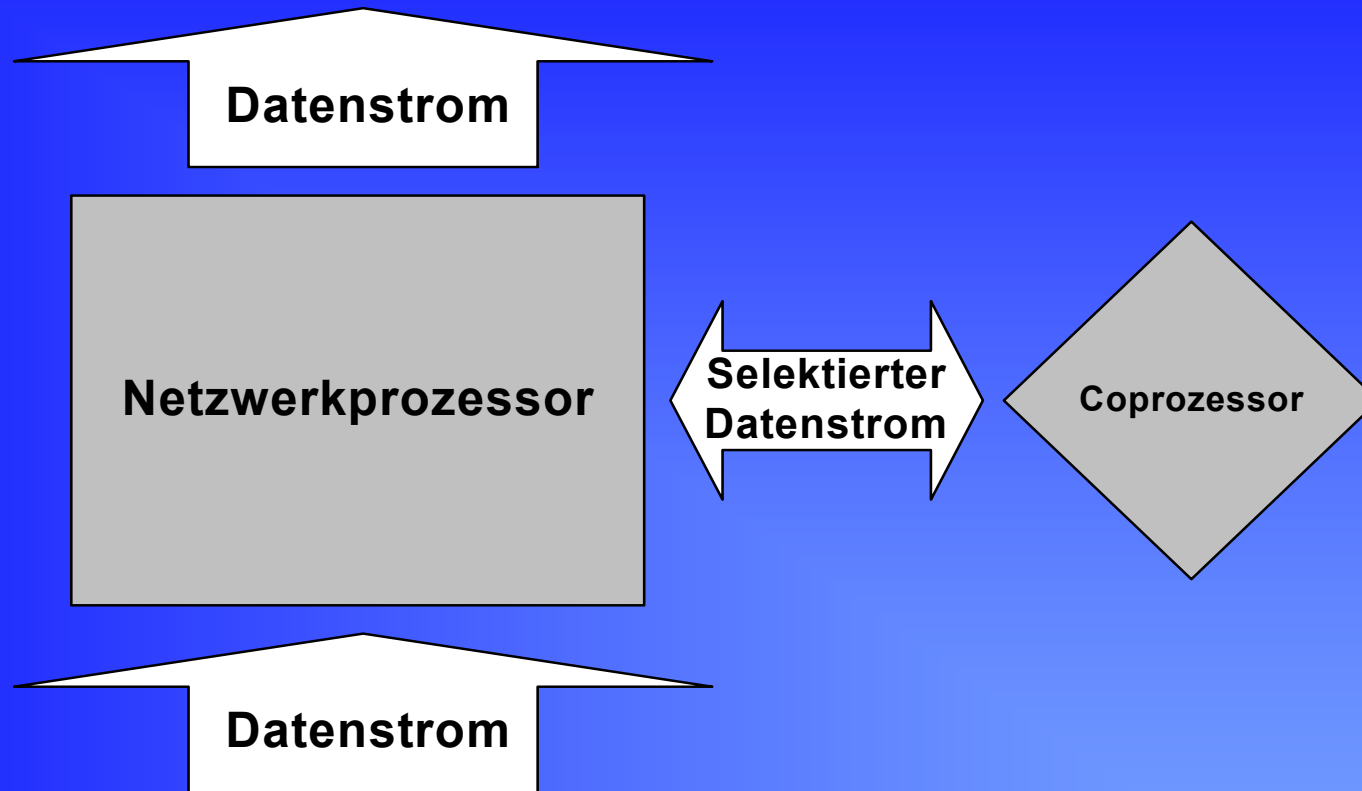
# MAVERIC (Mobile Autonomous Vehicle to Experiment upon Robotik Indoor Chores)



## Transportroboter innerhalb von Gebäuden

- Radantrieb (elektrisch) mit Odometrie
- Laserabtastung
- CCD-Kamera
- Ultraschall
- Bumper
- Sprachausgabe
- Stereo-Richtmikrofone
  
- Bordrechner: 2 Pentium II, 68HC11
- Externe Rechner über Funkvernetzung
  
- P-SA-Paradigma
- Aktives Sehen und Hören

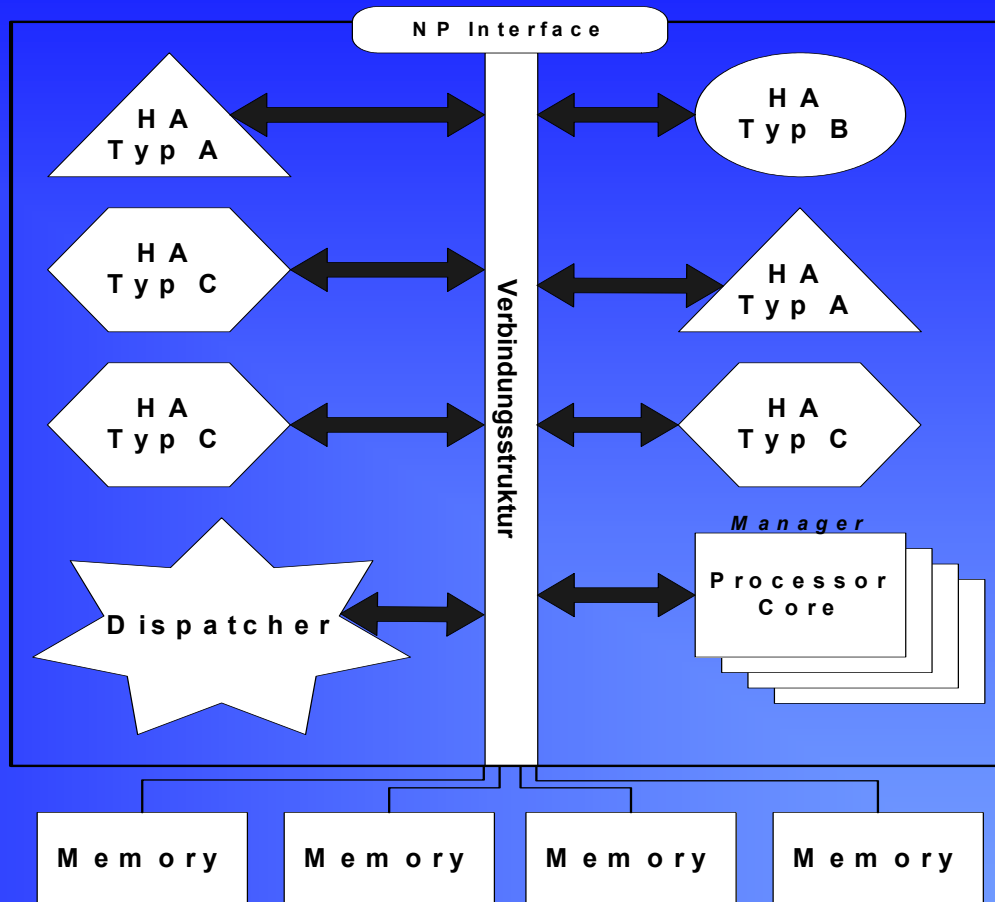
# Netzwerkprozessor mit dyn. rekonf. Coprozessor



Umleitung des Paketstroms vom Netzwerkprozessor über Coprozessor

Dynamische Adaption an das aktuelle Verkehrsprofil

# DynaCore „Dynamisch rekonfigurierbarer Coprozessor“



FPGA mit  
Processor  
Core (SoC)

DFG-SPP  
,Rekonfigurierbare  
Rechensysteme'

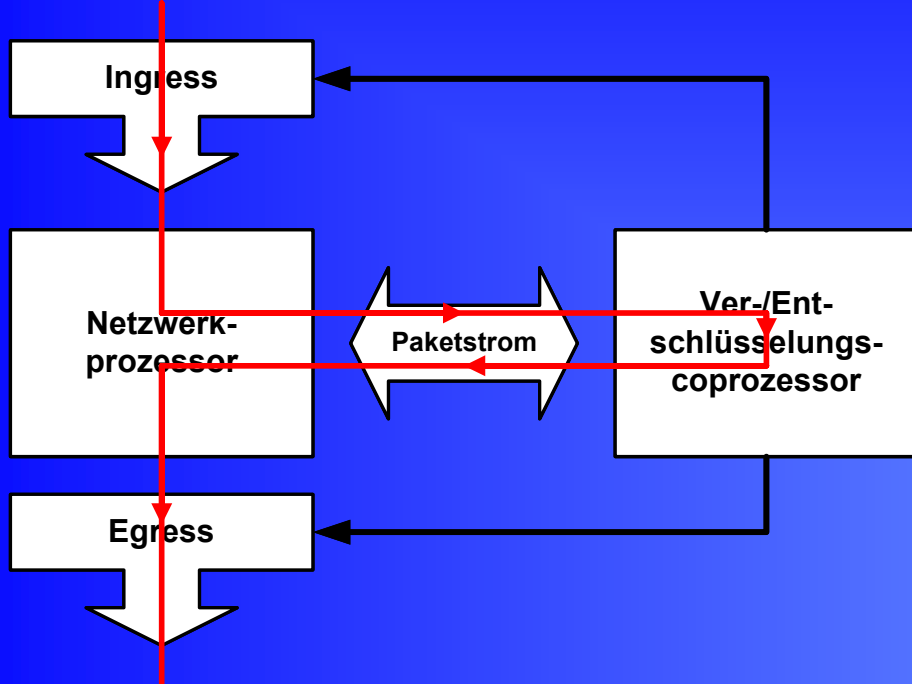
Industrie:  
IBM Research ZH

HA: Hardware Assists auf der Basis von IP-Cores  
 Dispatcher: HW-Einheit zur kurzfristigen Zuteilung von Paketen zu den HAs  
 Manager: Längerfristige Organisation und dynamische Rekonfiguration



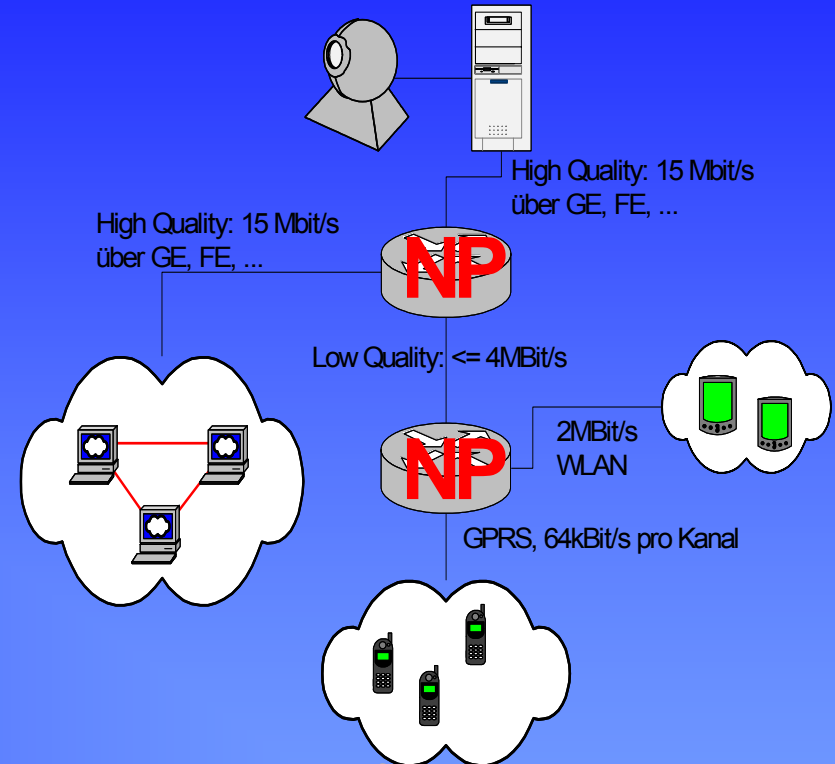
# Beispielanwendungen

## IPSec Access Router



- IPSec Gateway Funktionalität
- Encapsulating Security Protocol (ESP)
- 3DES/AES Verschlüsselung
- Einmalige Coprozessor-Latenz
- 3DES IP-Cores verfügbar

## Videostreaming



- Anpassung der Auflösung von Videostreamen an Endgeräte
- Umkodierung (MPEG-1, MPEG-2, ...)
- Notwendige Grundfunktionalitäten (DCT, Quantisierer, ...) als IP-Cores verfügbar

## Anforderungen an zukünftige Haushaltsroboter

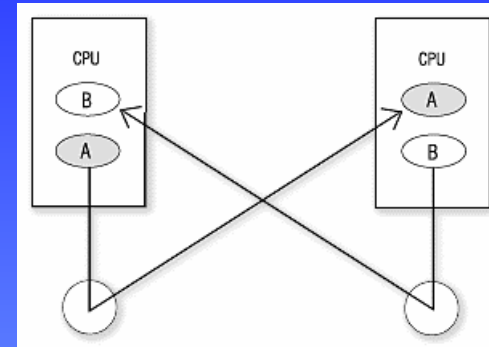
- flexibel einsetzbar (selbstoptimierend)
- lernfähig (selbstkonfigurierend)
- autonom (selbstorganisierend)
- robust (selbtschützend)
- zuverlässig (selbstheilend)
- kommunikationsfähig: natürliche Sprache/Netzwerk (selbsterklärend)

**Also Eigenschaften, die ein Organic Computing System auszeichnen**

# Zuverlässigkeit und Robustheit

## Klassischer Fehlertoleranzansatz

- Definition eines Fehlermodells
- FT-Techniken zur
  - Erkennung
  - Lokalisierung
  - Behebungder modellierten Fehler
- Redundanz in Hardware, Software, Zeit



Duplex-System

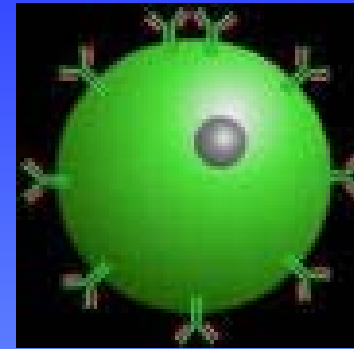
## Prinzipiell auf Roboter übertragbar, aber

- Verhalten für nicht modellierte Fehler undefiniert
- Redundanz teuer und schwierig zu implementieren

# Künstliche Immunsysteme

---

- Erkennung auch unvorgesehener Antigene (stochastischer Prozess)
- gestufte Reaktion: unspezifisch/spezifisch (Makrophagen, Antikörper)
- diversitär
- selbstorganisierend
- selbstregulierend
- verteilt
- lernfähig (Gedächtniszellen)



B-Lymphocyte

## Übertragung auf Organische Roboter („Orgabots“)?

- Repräsentation der Zellen? Mobile Agenten?
- Ressourcenbedarf?
- Hardwareplattform? Rekonfigurierbare Logik plus Prozessorkerne?

# Zusammenfassung und Ausblick

---

- Haushaltsroboter besitzen hohes Marktpotential
- erste Systeme verfügbar, aber noch zu rudimentär und zu teuer
- Organic Computing ein möglicher Ansatz?
- Beispiel Immunsystem: vielversprechend, aber viele offene Fragen
- SoCs mit dynamisch rekonfigurierbarer Logik als Enabling Technologie?

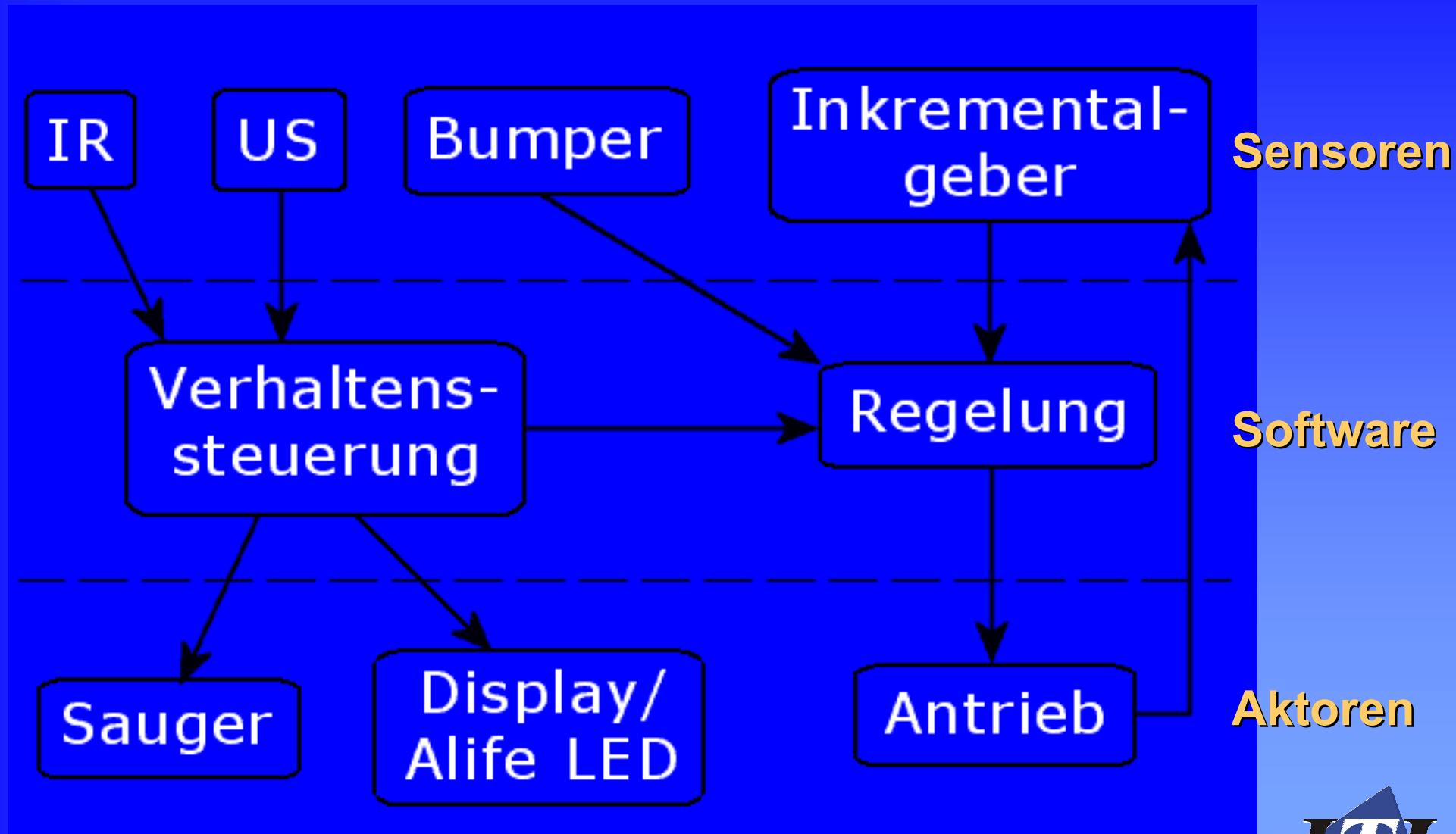
## Weiter organische Verfahren:

- Neuronale Netze
- Evolutionäre Algorithmen
- Simulation biologisch motivierter Verhalten
- Schwarm-Verhalten bei kooperierenden Robotern

...  
Nicht nur quantitativer, sondern qualitativer Fortschritt erforderlich!



# Interner Aufbau von HECTOR



# Interner Aufbau MAVERIC

