

Eingebettete Systeme

Prinzipien und Komponenten Eingebetteter Computer Systeme PKES

Sommersemester 2012

Prof. Dr. Jörg Kaiser
Embedded Systems and Operating Systems (EOS)



Allgemeine Information

Dozent:

Prof. Dr. Jörg Kaiser
Institut für Verteilte Systeme (IVS)
Arbeitsgruppe Eingebettete Systeme und Betriebssysteme
Geb. 29 Zimmer 323
kaiser@ivs.cs.uni-magdeburg.de

Sekretariat:

Petra Duckstein
29 Zimmer 405
duckstein@ivs.cs.uni-magdeburg.de
67 18345

Übungsgruppenleiter:

Sebastian Zug
Institut für Verteilte Systeme (IVS)
Arbeitsgruppe Eingebettete Systeme und Betriebssysteme (EOS)
zug@ivs.cs.uni-magdeburg.de



Organisatorisches

	Zeit:	Raum:
VL:	Do 11:00 - 13:00	G29-335
Üb:	Mo 13:00 – 15:00 Di 15:00 - 17:00	G29-334 G29-334

Diese Information ist auch über UnivIS verfügbar.



Organisatorisches

Studienfächer / Studienrichtungen:

WPF CV;B 4-6

WPF IF;B 4-6

WPF IngINF;B 4-6

WPF WIF;B 4-6

Creditpoints: 5 ECTS



Inhalt

- ➔ Einführung: Was ist ein eingebettetes System?
Was macht den Unterschied aus?
Was muss man können?
- ➔ Mikrocontroller: Architektur und Besonderheiten
- ➔ Sensoren, Aktoren und ihre
Unterstützung durch Funktionseinheiten
in Microcontrollern:
Analoge Schnittstellen
Zeitgeber und Zähler
- ➔ Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz
- ➔ Zeitgerechte Ausführung
- ➔ Betriebssysteme für eingebettete Systeme



web Ressourcen

http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/eos/lehre/SS2012/vl_pkes/



Schein- und Prüfungsleistungen

- **Unbenoteter Schein:**
 - Teilnahme an den Übungen
 - Lösung der Übungsaufgaben (alle Übungsblätter mit > 60%)
 - Präsentation der Übungsaufgaben in den Übungen
- **Prüfung**
 - Zulassung: Kriterien unbenoteter Schein erfüllt
 - Durchführung: Klausur, bei #Prüfenden <15 → mündliche Prüfung
- **Anmeldung erforderlich**
 - Details in den Übungen erfragen



Empfehlung für Vorlesung und die Übungen:

Erzähle mir und ich vergesse.
Zeige mir und ich erinnere mich.
Laß mich tun und ich verstehe.

Konfuzius, 551 – 479 v.C.



was ist ..? ein erster Definitionsversuch

Eingebettetes System

Ein Artefakt mit einer informationsverarbeitenden Komponente, welche die Funktionen des Artefakt über eine gewohnte oder angepasste Benutzerschnittstelle unterstützt und erweitert.

oder

Ein Computer, der als (unsichtbarer) Bestandteil eines Geräts gekauft wird.

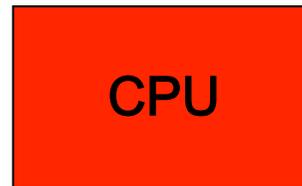
ein eingebettetes System:

- erfüllt eine spezielle Aufgabe.
- hat spezielle, problemangepasste Hardware und Software.
- hat spezielle, problemangepasste Benutzerschnittstelle.



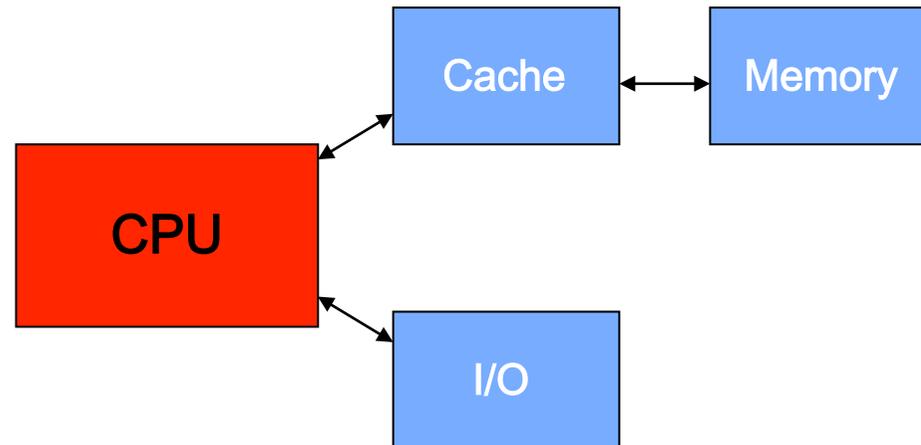
Systemsicht eines Computerarchitekten:

Leistungs-Eigenschaften gemessen in: **Performance**



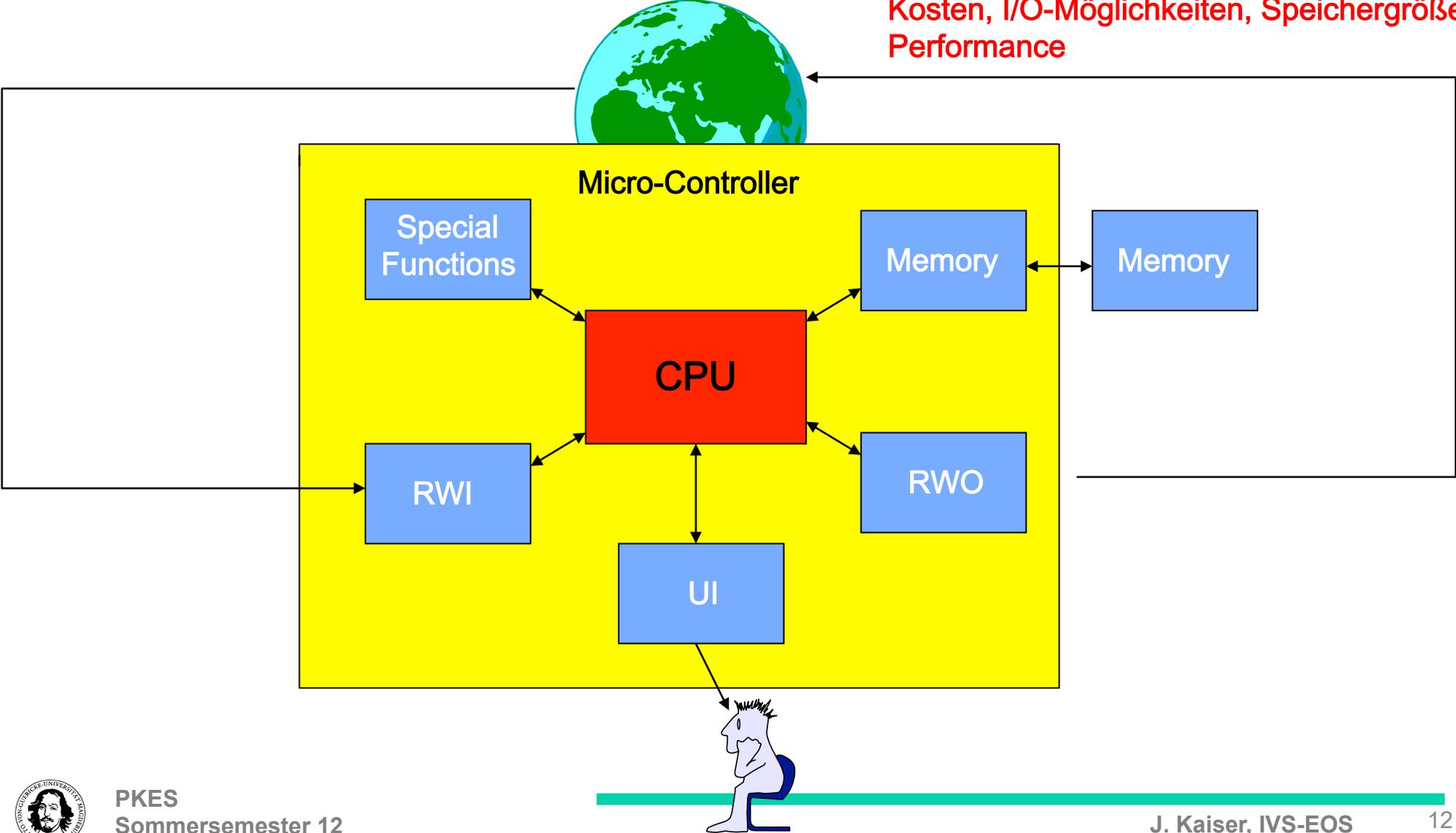
Systemsicht eines weitdenkenden Computerarchitekten:

Leistungs-Eigenschaften gemessen in: **Performance und Kosten**



Systemsicht eines Architekten für eingebettete Systeme:

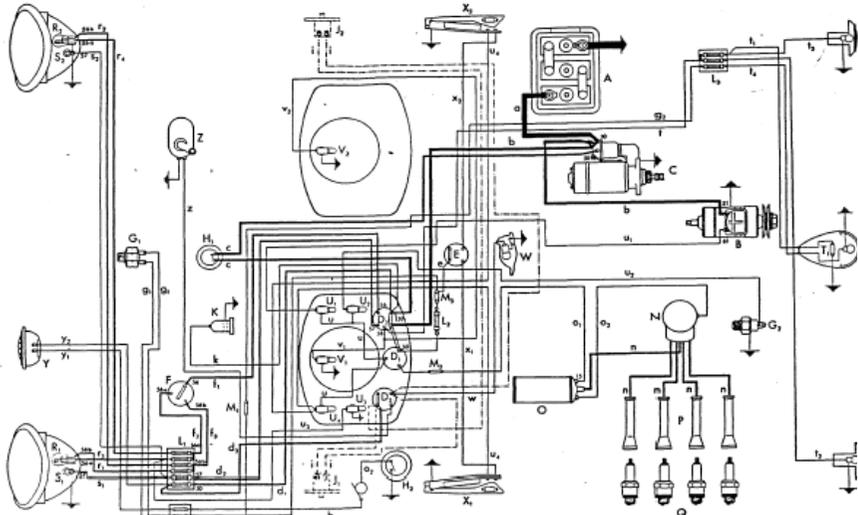
Leistungs-Eigenschaften gemessen in:
Kosten, I/O-Möglichkeiten, Speichergröße,
Performance



vom notwendigen Randbereich:

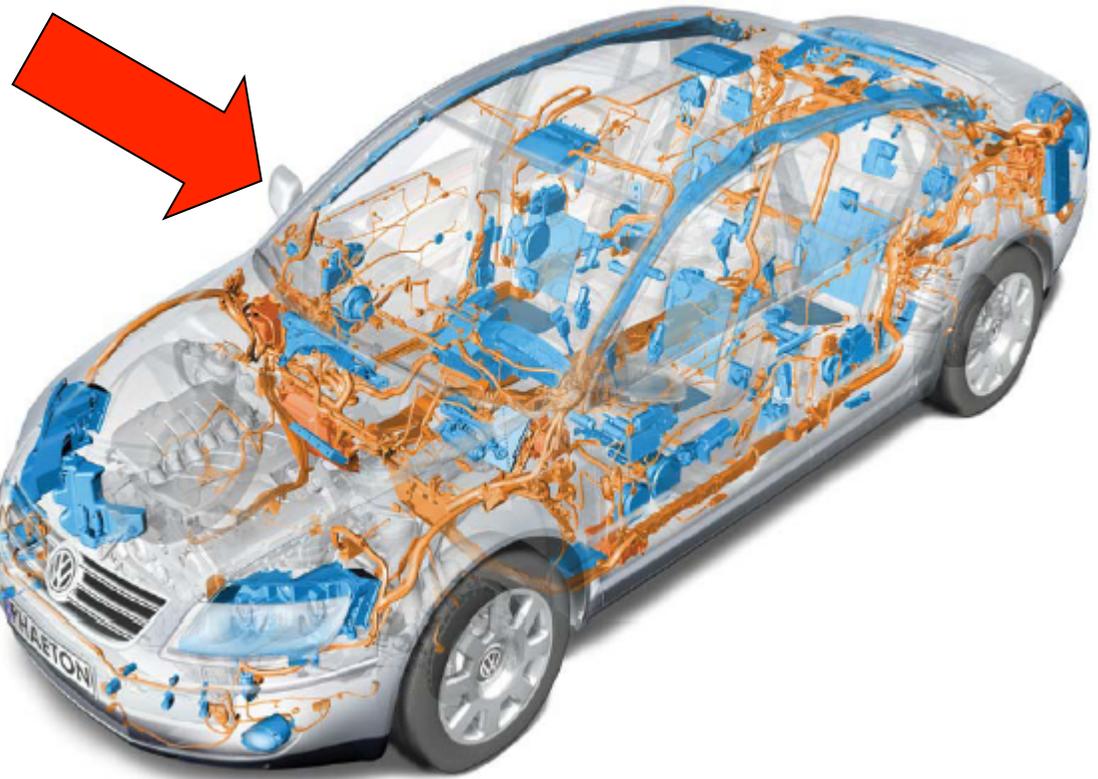


Elektrischer Schaltplan (Volkswagen)



KABELSCHÜSSEL																	
1	schwarz-weiß-grün	1,0 mm ²	h	braun	0,75 mm ²	1 ₁	gelb-schwarz	1,5 mm ²	1	grün	1,0 mm ²	1 ₁	blau	0,5 mm ²	w	grün-grün	0,5
1 ₁	weiß-schwarz	2,5 mm ²	i	grün-grün	0,75 mm ²	1 ₂	gelb	1,5 mm ²	1 ₂	grün-rot	0,5 mm ²	1 ₂	blau-grün	0,5 mm ²	1 ₂	schwarz-weiß	1,0
1 ₂	weiß	2,5 mm ²	k	rot	0,5 mm ²	1 ₃	weiß-schwarz	1,5 mm ²	1 ₃	grün-schwarz	0,5 mm ²	1 ₃	blau-rot	0,5 mm ²	1 ₃	schwarz-grün	1,0
1 ₃	gelb	2,5 mm ²	l	schwarz	0,85 mm ²	1 ₄	weiß	1,5 mm ²	1 ₄	gelb	0,5 mm ²	1 ₄	blau-rot	0,5 mm ²	1 ₄	braun	1,0
1 ₄	schwarz-rot	0,75 mm ²	m	schwarz	0,75 mm ²	1 ₅	grün-schwarz	0,5 mm ²	1 ₅	grün-rot	0,5 mm ²	1 ₅	schwarz	0,5 mm ²	1 ₅	schwarz-gelb	1,0

zur zentralen Problemstellung.

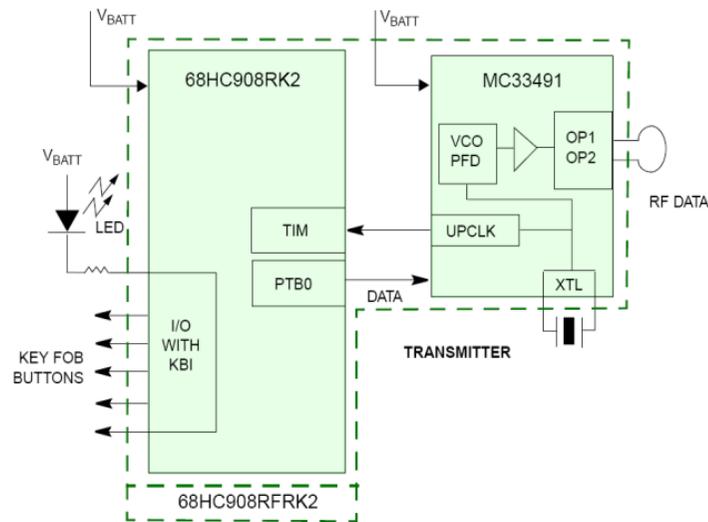


- 11.136 electrical parts
- 61 ECUs
- Optical bus for information and entertainment
- Sub networks based on proprietary serial bus
- 35 ECUs connected to 3 CAN-Busses
- 2500 signals in 250 CAN messages

Der Wert zukünftiger wird bis zu 40% durch eingeb. HW/SW Komponenten bestimmt.



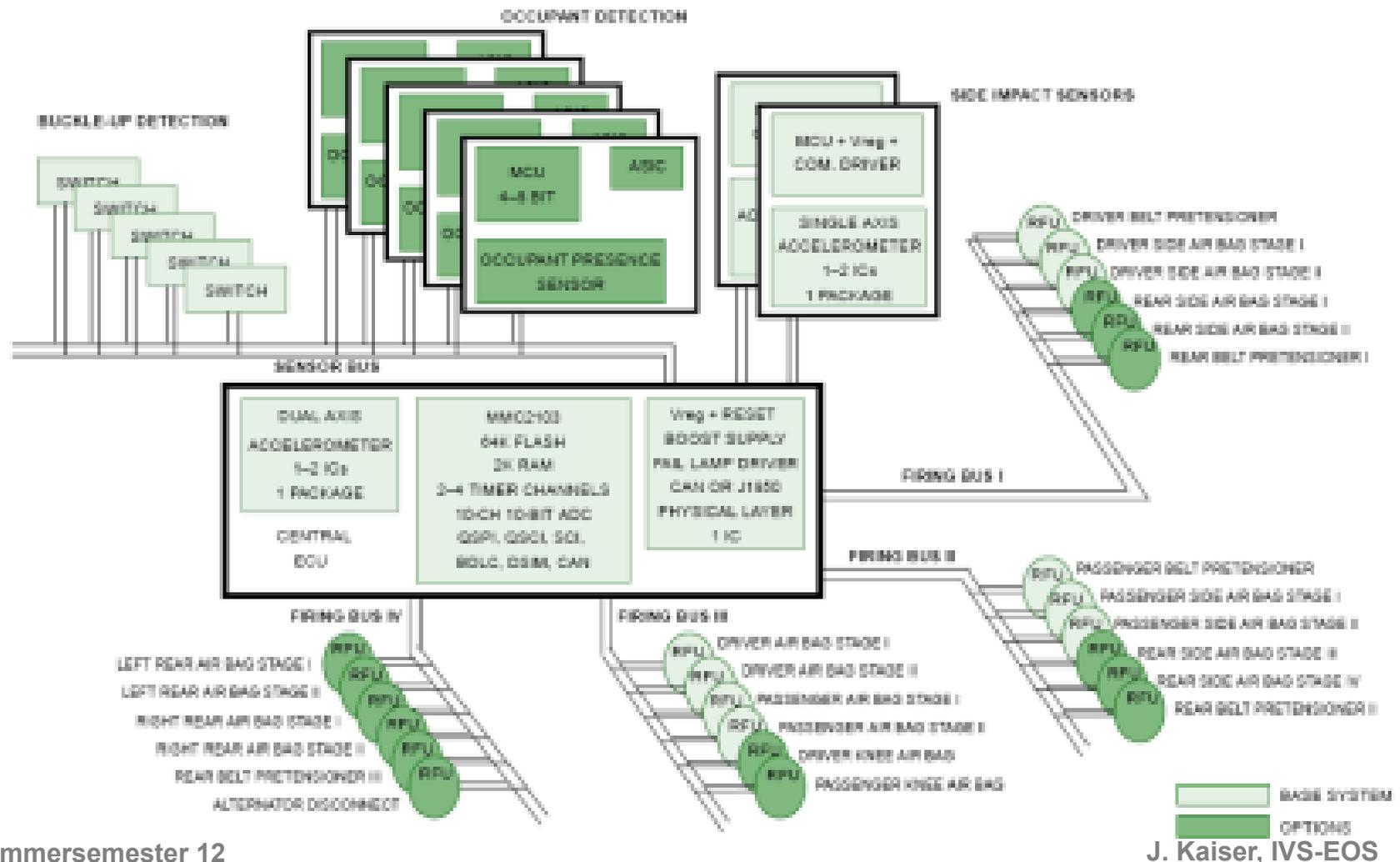
Beispiele eingebetteter Systeme: drahtloser Türöffner



Performance ~ 100KIPS,
Speicher <1K,
"handgestrickte" Software,
5 Jahre Batterielebensdauer einer Knopfzelle

Mehr Beispiele für Steuerungsaufgaben in:
 Aufzügen, Turbinen, Flugzeugen, Autos, industrielle Automatisierung:
 Sicherheitskritische Systeme, Echtzeitverarbeitung, verteilte Prozessoren, hohe Komplexität.

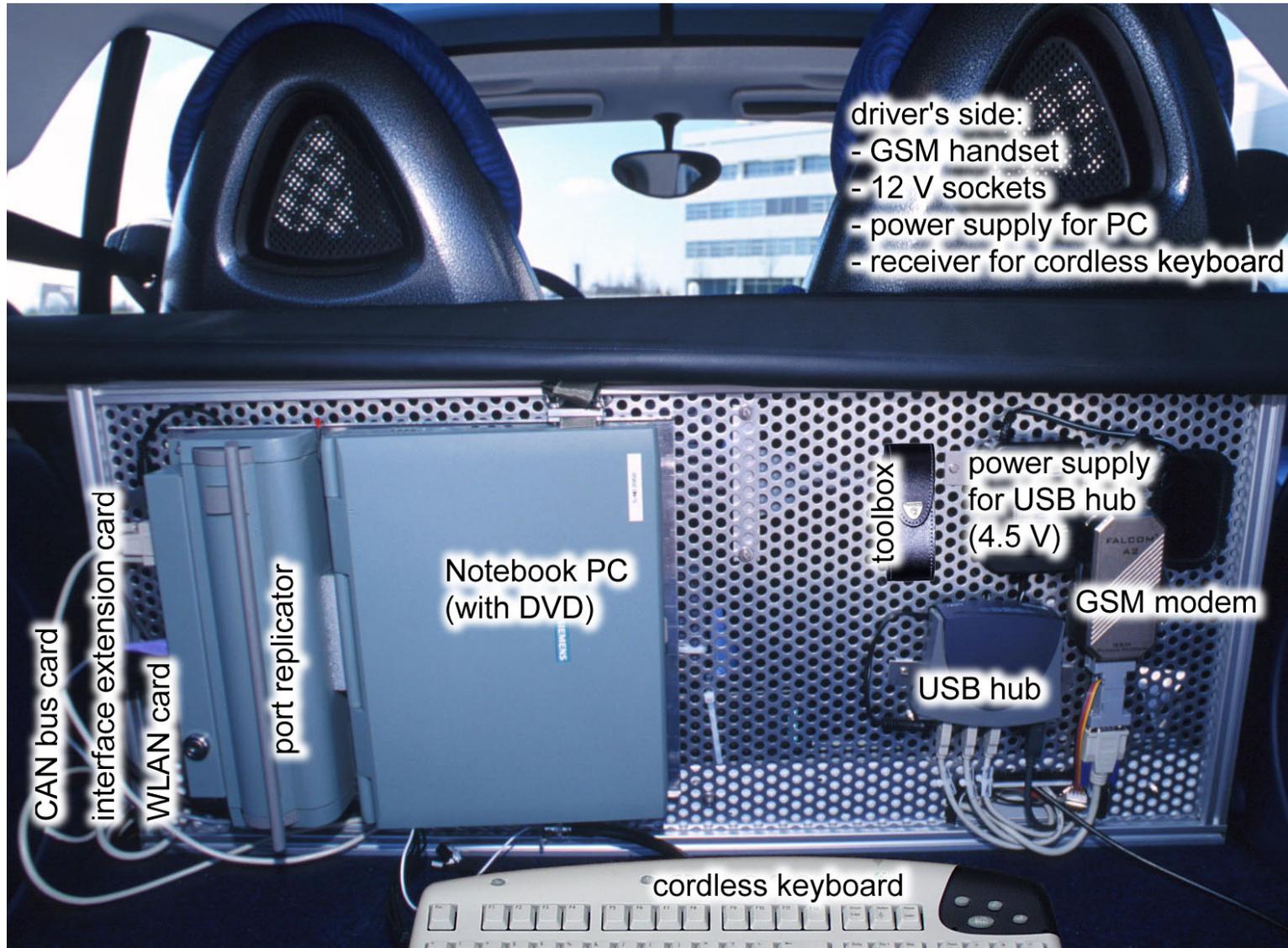
Beispiel: verteilte Airbag Auslösung



A multimode Interface



Smart Equipment



Services in a Car?

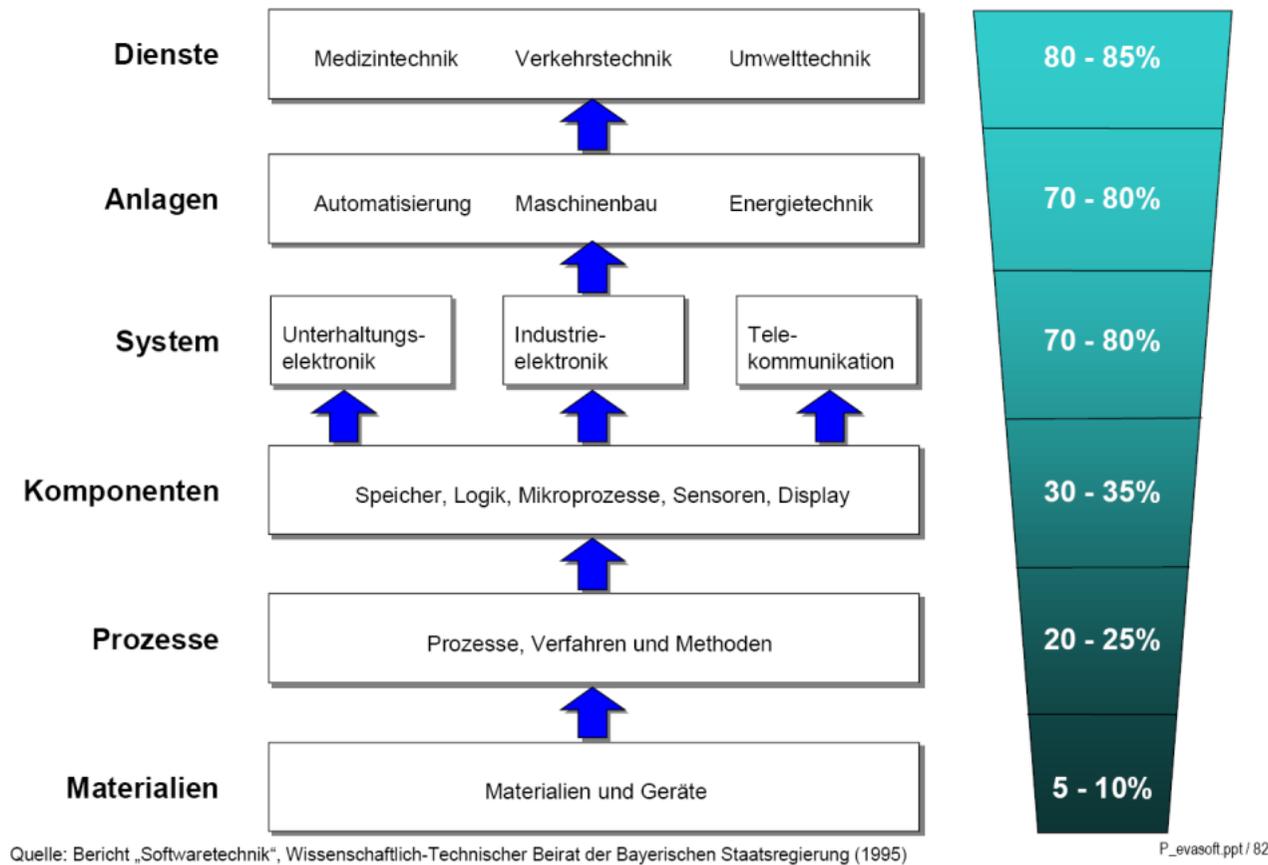
- Restricted interaction with the driver.
- Used by a broad community without specific IT knowledge.
- Services must be designed to work without direct driver interaction!
- User preferences and on-board equipment have to be considered when selecting and using services !
- Context information is necessary to provide an adequate service !



EINE UNFALLURSACHE, DIE AN HÄUFIGKEIT ZUNIMMT:
UNAUFMERKSAMKEIT BEIM FAXEN



Querschnittsbedeutung von Software



Anteil des Umsatzes, der auf die Entwicklung bzw. den Einsatz von Software zurückzuführen ist.

„Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“, Eine Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Dez. 2001



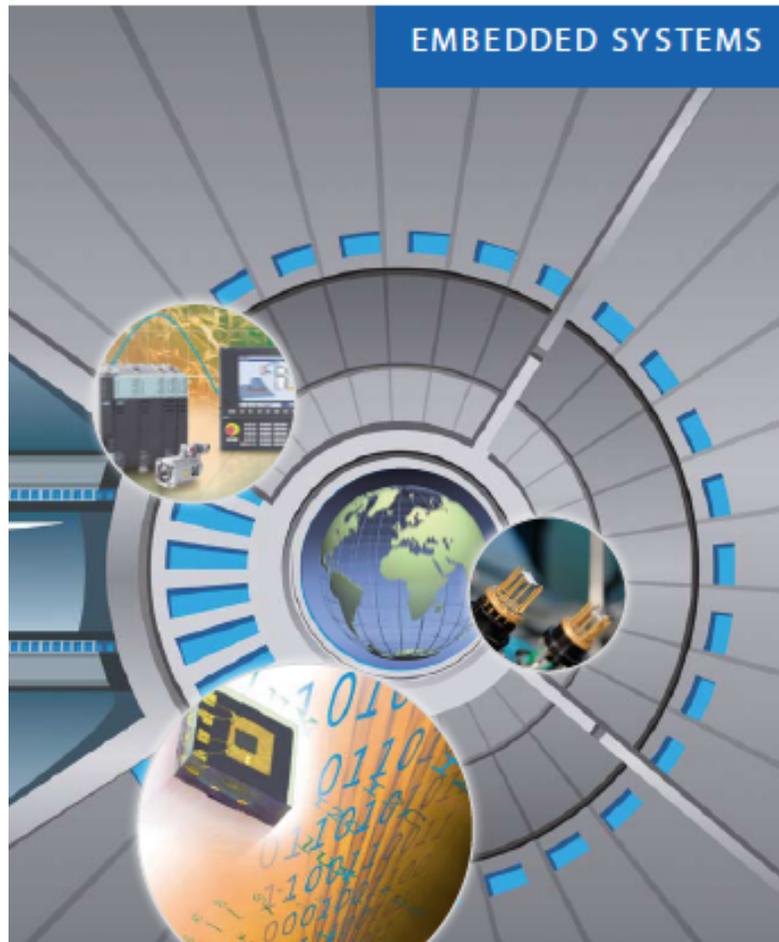
Stärken der deutschen Softwareindustrie

- **Sekundärbranchen repräsentieren in Deutschland die traditionellen Stärken der Industrie (Automobil, E-Technik, Telekommunikation)**
- **Deutsche Stärken**
 - **Bereitstellung von Individuallösungen/Varianten**
 - **Gute Beherrschung von Komplexität - ingenieurmäßiges Vorgehen**
- **Sekundärbranchen müssen diese Stärken auf ihre Software übertragen, die eine immer größere Rolle in ihren Produkten und Dienstleistungen spielt**
- **Dazu notwendig in Primärbranche und Sekundärbranchen**
 - **Beherrschung von Software-Variantenbildung**
 - **Garantie von Zuverlässigkeit/Sicherheit**
 - **Beherrschung der Auftraggeber-/Auftragnehmerschnittstelle**

P_evasoft.ppt / 85



Nationale Roadmap



PKES
Sommersemester 12

acatech – GERMAN ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING

> AGENDA CYBER PHYSICAL SYSTEMS

OUTLINES OF A NEW RESEARCH DOMAIN

INTERMEDIARY RESULTS | 7TH DEC 2010

EDITORS

Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy
PROJECT LEAD | Technical University München

Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Henning Kagermann
acatech – German Academy of Science and Engineering

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Achatz
Siemens AG

 acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

Nationale “Roadmap Embedded Systems” (2009)

Herausgegeben vom:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und
Elektronikindustrie e. V.

Kompetenzzentrum Embedded Software & Systems

Eingebettete Systeme sind für den Wirtschaftsstandort Deutschland von herausragender Bedeutung: Zum einen sind sie wesentlicher Bestandteil wichtiger Industriezweige, in denen Deutschland weltweit eine führende Position einnimmt – wie etwa im Automobilbau, in der Automatisierungstechnik und im Maschinen- und Anlagenbau – bzw. in denen Deutschland eine solche Vorreiterrolle übernehmen kann – wie etwa in der Umwelt- und Energietechnik oder der Medizin- und Gesundheitstechnik. Zum anderen stellt der Bereich hoch entwickelter Eingebetteter Systeme selbst einen für den Hightech-Standort Deutschland starken Wettbewerbsvorteil und Arbeitsmarktfaktor dar. Dies zeigt sich sowohl in den domänenübergreifenden Umsatz- und Beschäftigtenzahlen wie auch an der zunehmenden Nachfrage deutscher Expertise auf diesem Gebiet von Seiten ausländischer Investoren.



AGENDA CYBER PHYSICAL SYSTEMS

OUTLINES OF A NEW RESEARCH DOMAIN

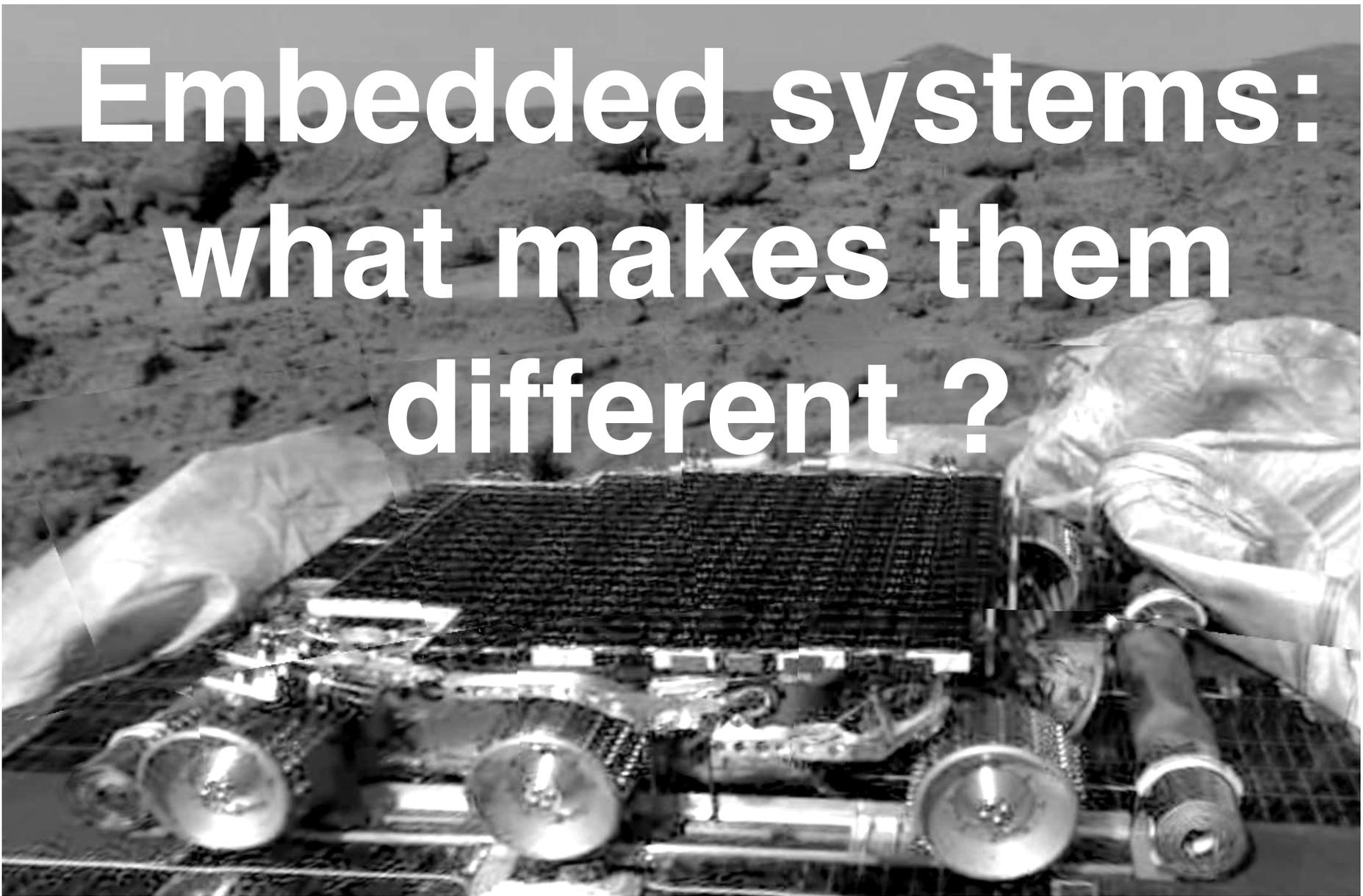
RECOMMENDATIONS FOR THE 8TH FRAMEWORK PROGRAMME
PRELIMINARY DRAFT | 7TH DEC 2010

In line with Moore's Law, ongoing advances in very large scale digital circuits integration are producing electronic components that are ever smaller, more powerful and cheaper. As a result, devices and objects can increasingly be equipped with "invisible" embedded systems that are connected directly to the physical world through a range of sensors and actuators, and that, consequently, can be deployed in a broad range of applications in ways allowing them to be controlled, monitored and networked. Global networks, such as the Internet connect computers, their data, their services and their applications. At the same time, devices and objects are linked together through software-intensive systems and networks. The physical world merges seamlessly with cyberspace – the virtual world.

acatech – GERMAN ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING
Manfred Broy, Henning Kagermann, Reinhold E. Achatz (eds.)



Embedded systems: what makes them different ?



Typen eingebetteter Systeme

Allgemeine eingebettete Systeme:

Funktionen (und Probleme) ähnlich wie general purpose Rechner aber in einer speziellen "Verpackung".

Beispiele: Videospiele, Set-top-Boxen, PDAs, Navigationssysteme, Geldautomaten,...

Kontrollsysteme:

Kontrolle physischer Prozesse, Rückkopplungsschleifen unter Echtzeitbedingungen

Beispiele: Motoren, chemische Prozesse, Kraftwerke, Fly-by-Wire-Systeme, ABS, EPS,....

Signalverarbeitungssysteme:

Verarbeitung von Datenströmen, Störungsbeseitigung, Filterung, Signalerkennung

Beispiele: Radar, Sonar, Funktechnik, Video(de)kompression, Verschlüsselung....

Kommunikation und Netze:

Übertragung, Verbindung, Routing

Beispiele: Telefonverbindungsanlagen, Basisstationen, Router, Internetinfrastruktur....

Welche Funktionen werden in eingebetteten Systemen vorzugsweise benötigt?

Kontrollfunktionen:

PID Kontrolle, Fuzzy Logic, ...

Anwendungsbezogene Schnittstellenrealisierung:

Knöpfe, Anzeigen, LEDs, Beeper,

Fehlerbehandlung:

Erkennung, Rekonfiguration und Recovery

Signalverarbeitung:

Digitale Filter,

Eigenschaften:

Reaktiv: Berechnungen und Aktionen werden abhängig von externen Ereignissen durchgeführt.

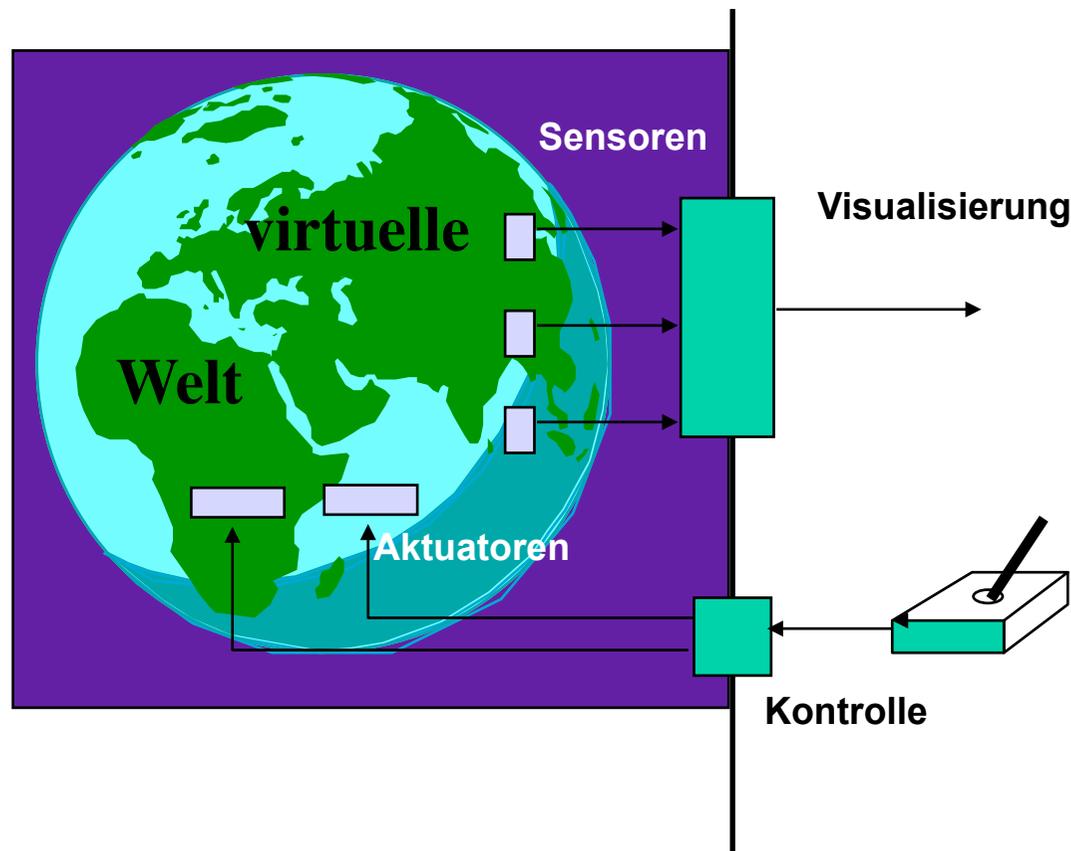
Proaktiv: Aktionen werden ohne Benutzerintervention vorbereitet und durchgeführt.

Vorhersagbarkeit: Korrektheit von Berechnungen und Aktionen müssen zuverlässig und zeitgerecht durchgeführt werden.

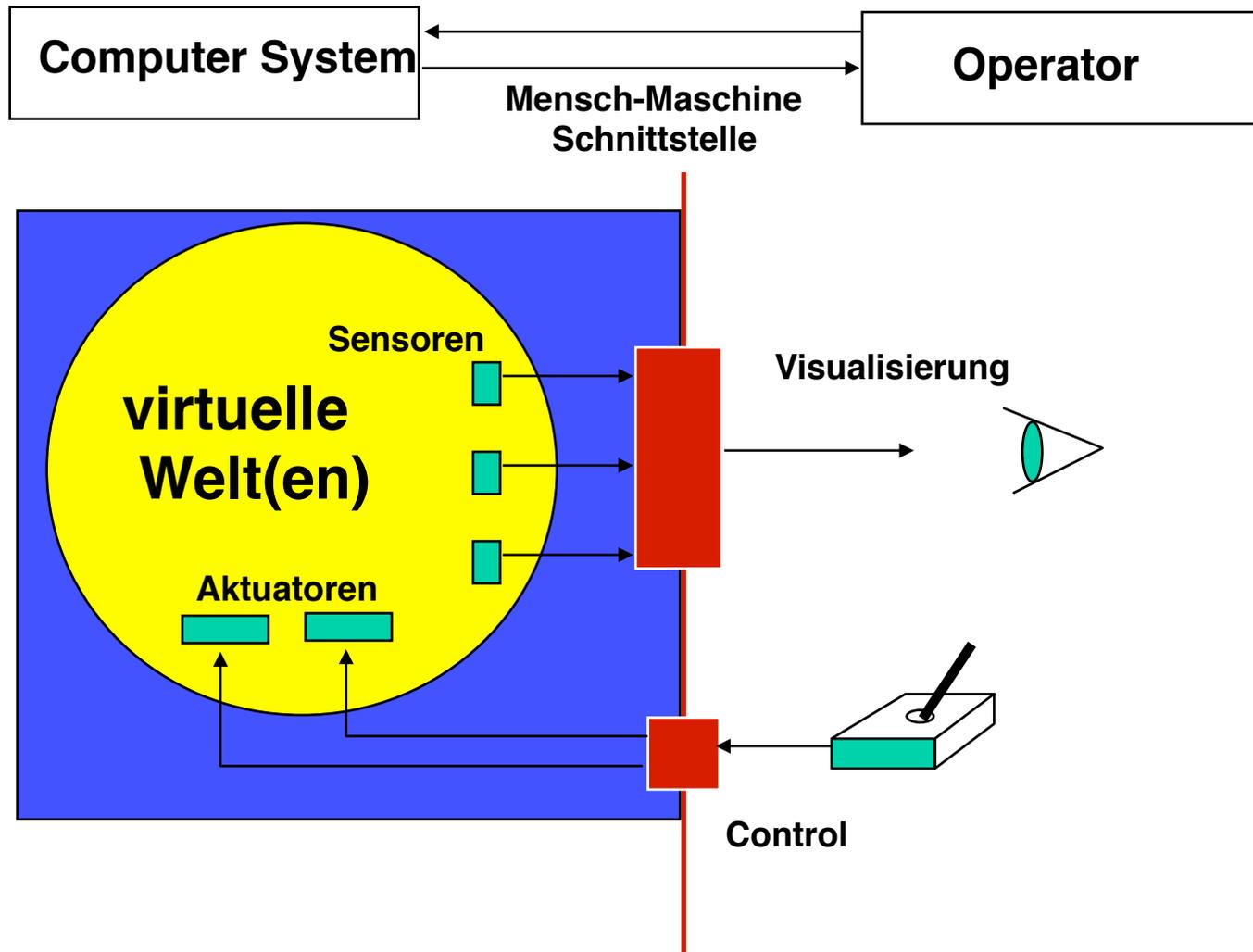


Simulated Worlds

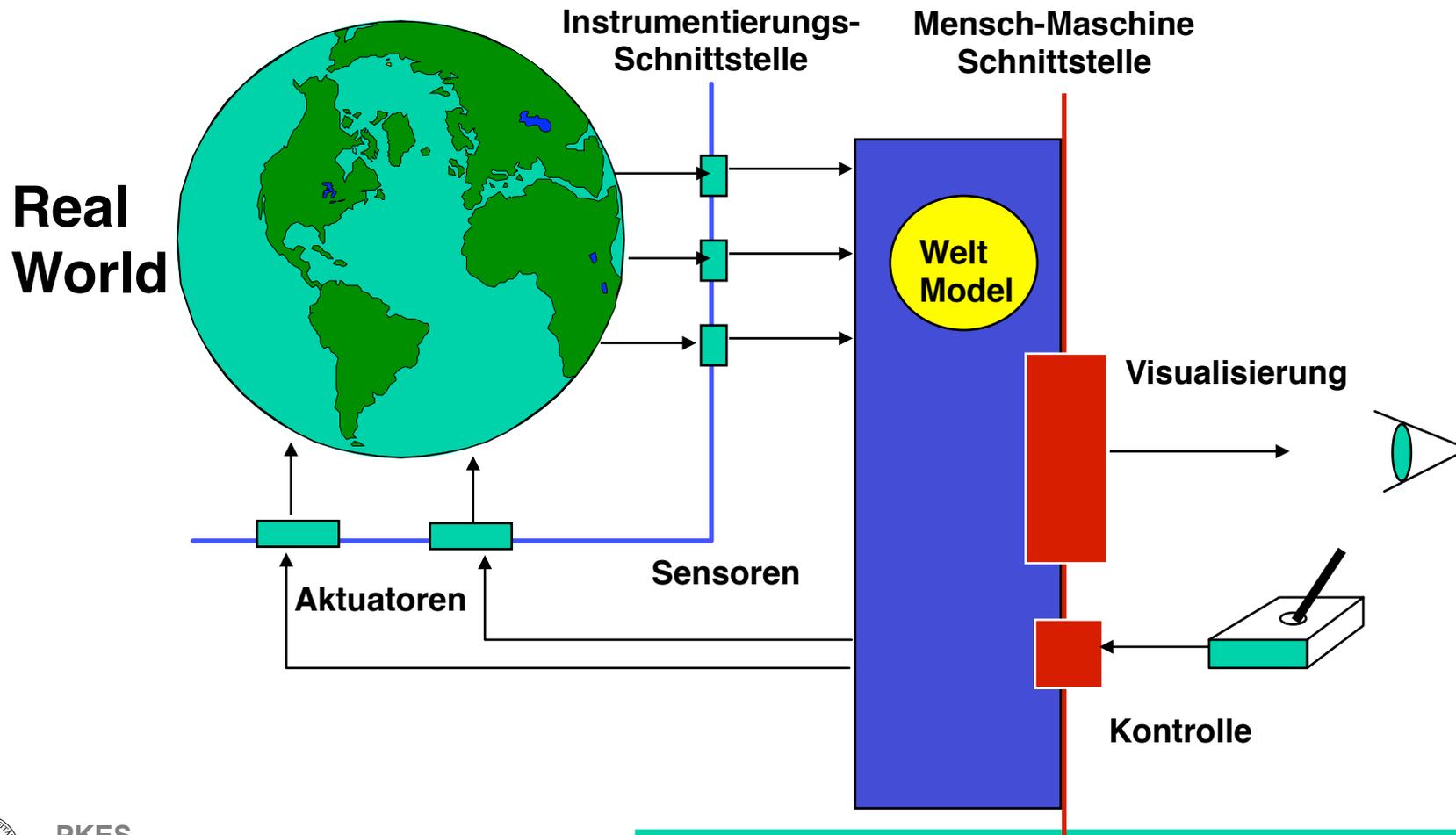
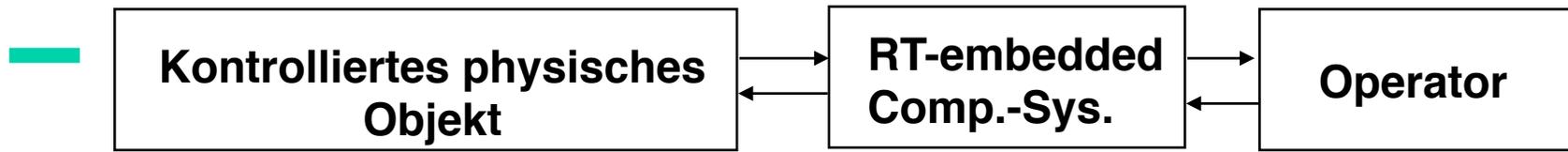
The Masters of the (Time) Universe



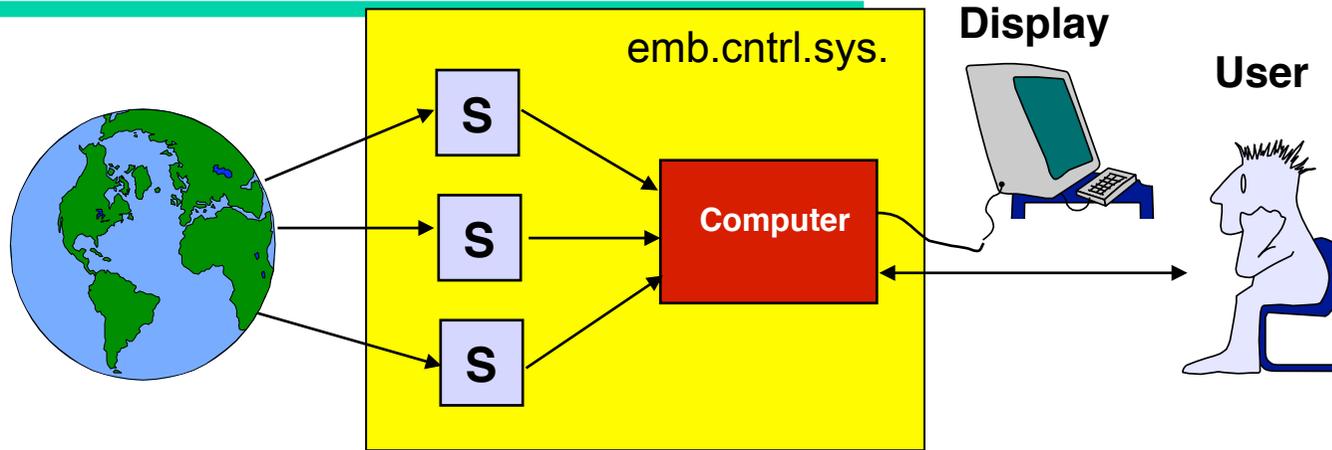
Ein Computer System



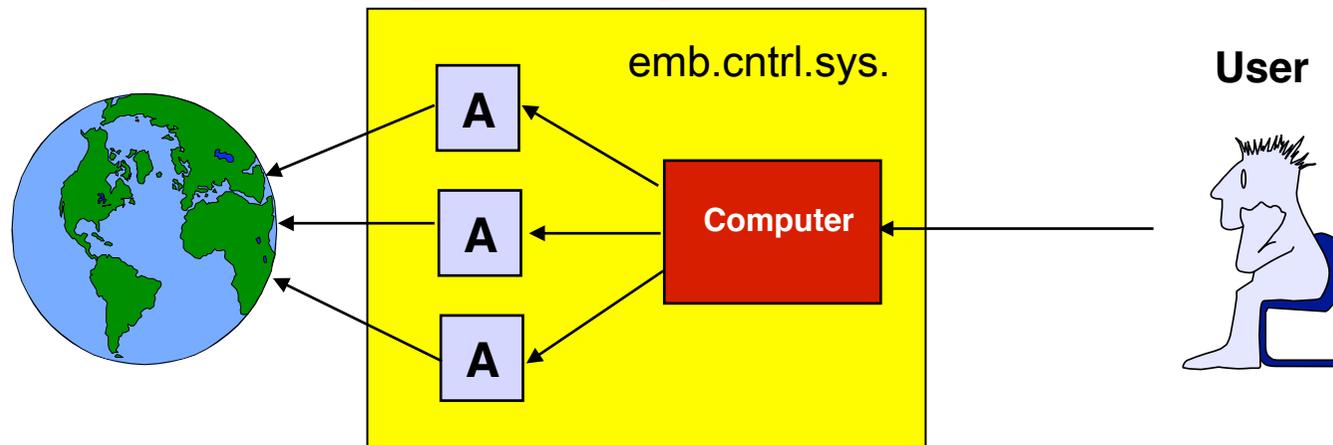
Ein Computer System zur Kontrolle physischer Prozessen



Monitoring System



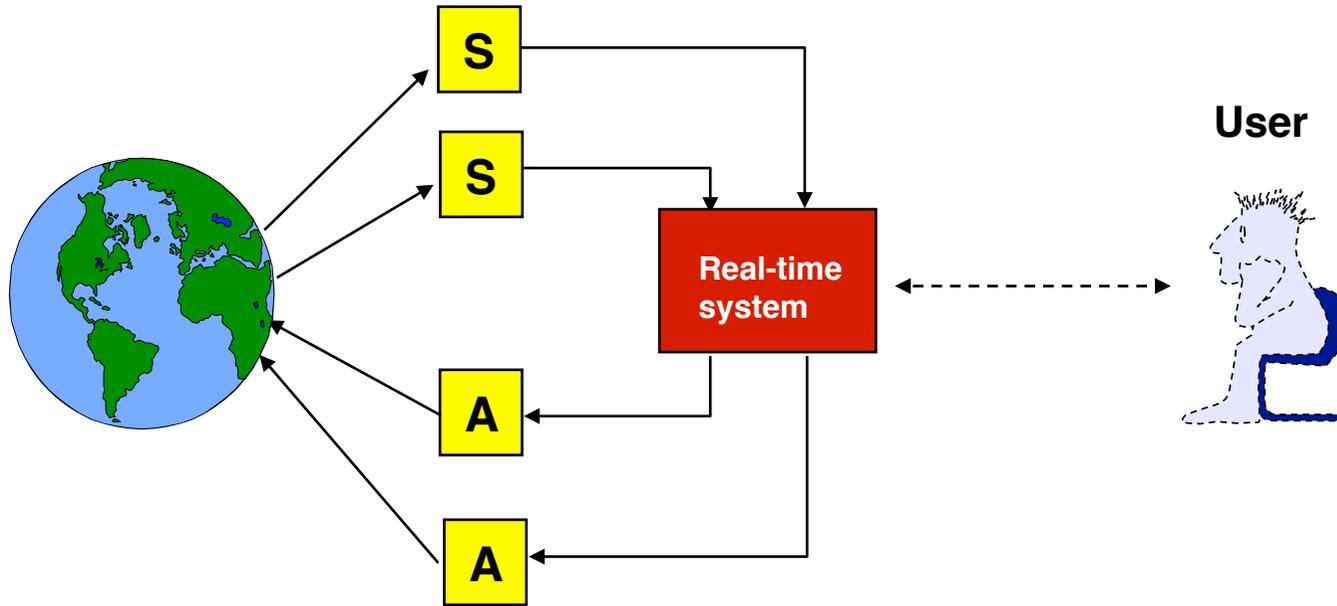
b.) "Open Loop" System



a + b = Human-in-the-loop



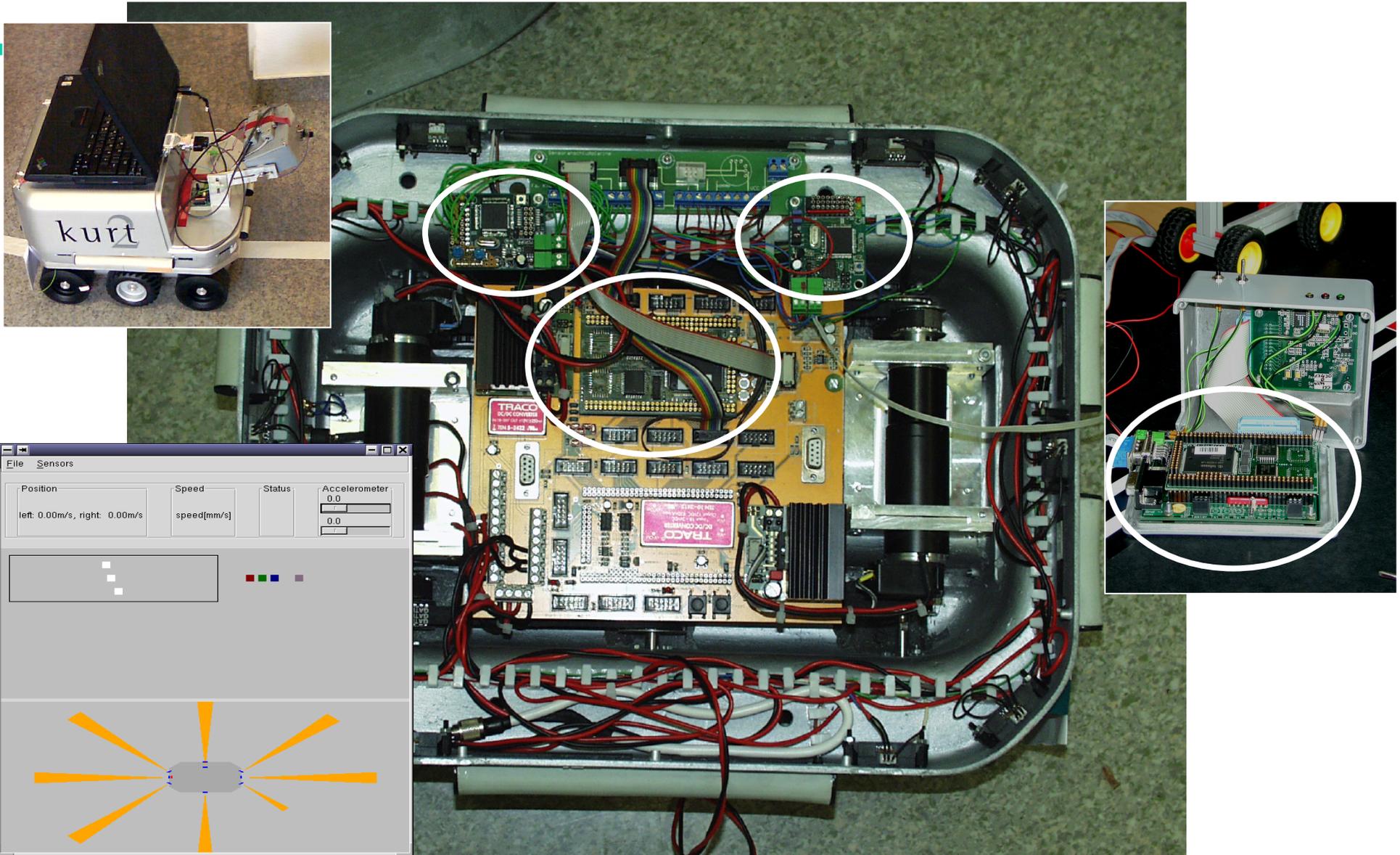
“Feedback Control” System



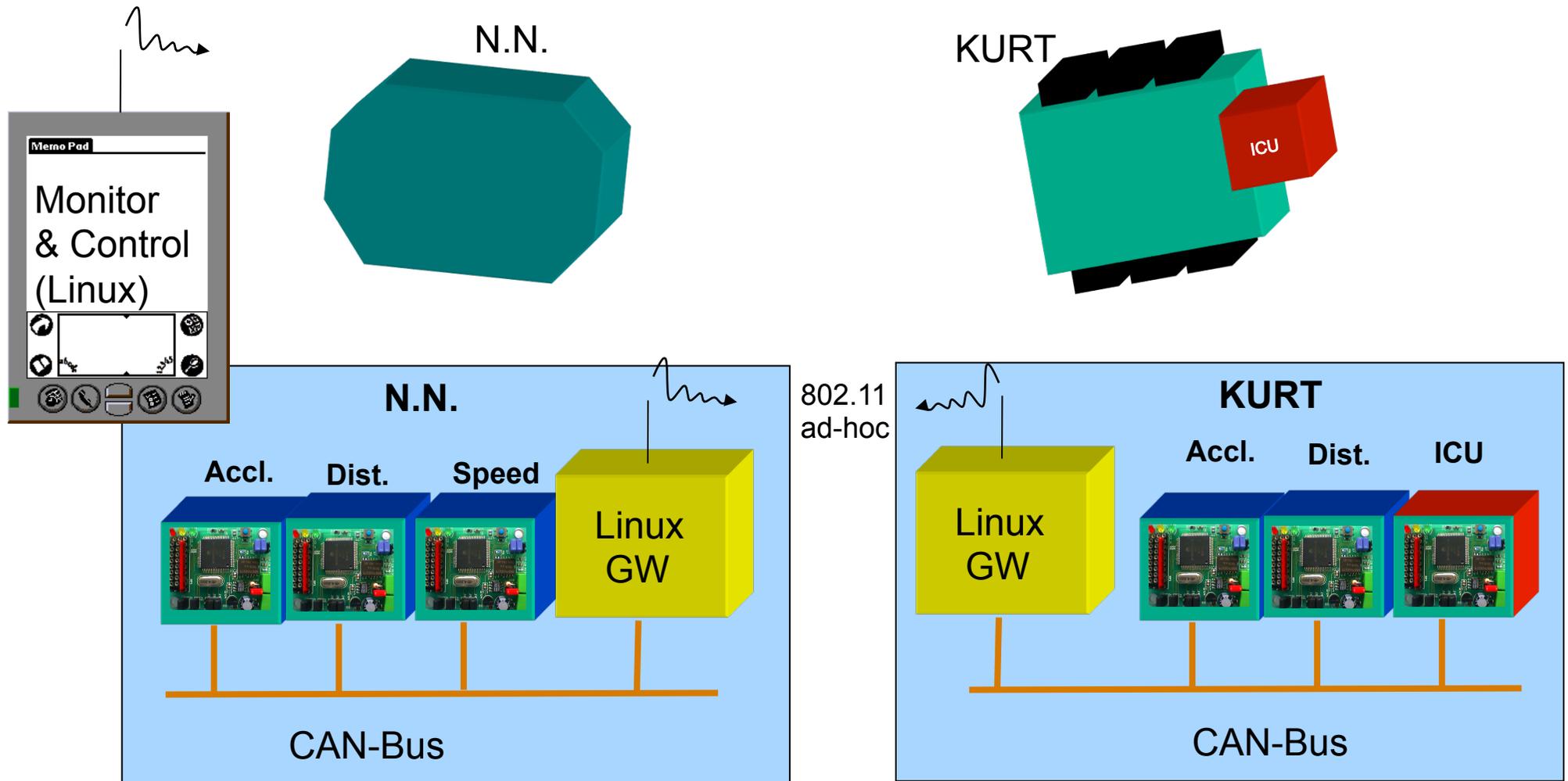
Aktuation ändert die Umgebung:
Die Umgebung ist ein Kommunikationskanal!



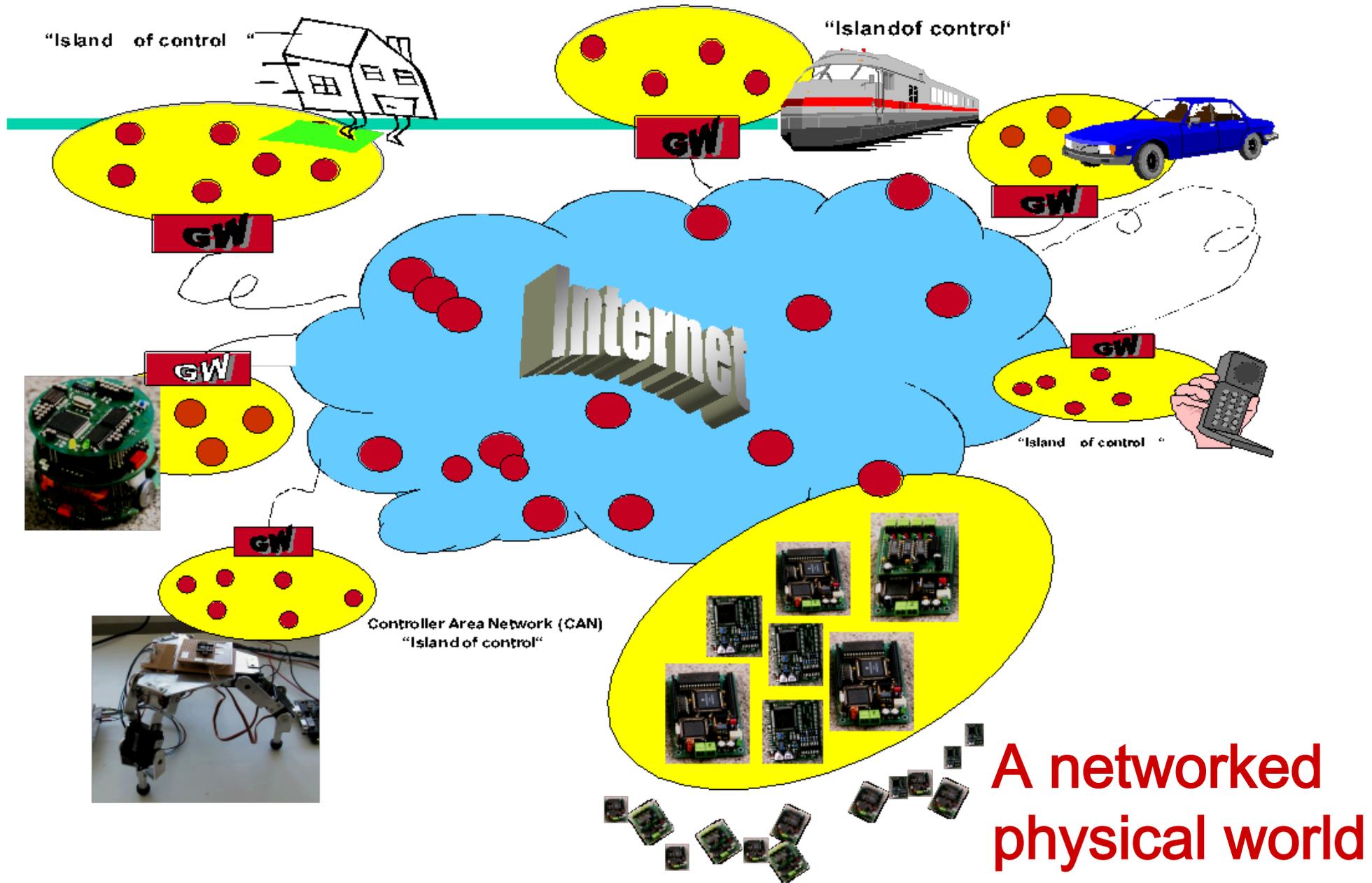
Verteilte Robotersteuerung



Demo Szenario







A networked physical world



Murphy's Gesetze über Steuersysteme

Murphy's general law:	If something can go wrong, it will go wrong.
Murphy's constant:	Damage to an object is proportional to its value.
Johnson's first law:	Sooner or later, the worst possible combination of circumstances will happen.
Corollary:	A system must always be designed to resist the worst possible combination of circumstances



- **Es gibt keine technische Lösung für ein 100 % sicheres System !**

Vorhersagbarkeit des Verhaltens ist immer auf implizite und explizite Annahmen gegründet über:

- **die Umgebung**
- **die Systemkomponenten**

Es gibt gute wissenschaftliche Ansätze und Ingenieursprinzipien, um solche Systeme zu bauen und ihre Funktion vorherzusagen.



Literatur:

Embedded Systems und Micro-Controller:

Wayne Wolf:
Computers as Components
Principles of Embedded Computing System Design
Academic Press, 2001

Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer:
Mikrocontroller und Mikroprozessoren
Springer Lehrbuch, 2002

Architektur von RT-Emb.-Systemen und Übersicht:

Paulo Verissimo, Luis Rodrigues:
„Distributed Systems for System Architects“
Kluwer Academic Publishers, 2001

Hermann Kopetz:
„Real-Time Systems, Design Principles for Distributed
Embedded Applications“
Kluwer Academic Publishers, 1997

RT-Scheduling

Giorgio C. Buttazzo:
Hard Real-Time Computing Systems
„Predictable Scheduling Algorithms and
Applications“
Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht,
London, 2000

weitere Literatur in der Vorlesung.



