

# Eingebettete Systeme

---

## Prinzipien und Komponenten Eingebetteter Computer Systeme PKES

Wintersemester 2010/11

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:**

Michael Schulze  
Institut für Verteilte Systeme (IVS)  
Arbeitsgruppe Eingebettete Systeme und Betriebssysteme (EOS)  
mschulze@ivs.cs.uni-magdeburg.de



# Organisatorisches

---

	<b>Zeit:</b>	<b>Raum:</b>
<b>VL:</b>	<b>Mi 11:00 - 13:00</b>	<b>G22A-119</b>
<b>Üb:</b>	<b>Mo 13:00 – 15:00</b> <b>Di 15:00 - 17:00</b>	<b>G29-334</b> <b>G29-334</b>

**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/WS1011/vl\\_pkes/](http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/eos/lehre/WS1011/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 weniger als 15 zu Prüfenden 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:

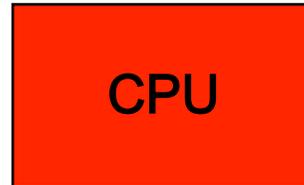
- erfüllt eine spezielle Aufgabe.
- hat spezielle, problemangepasste Hardware und Software.
- hat spezielle, problemangepasste Benutzerschnittstelle.



# Systemsicht eines Computerarchitekten:

---

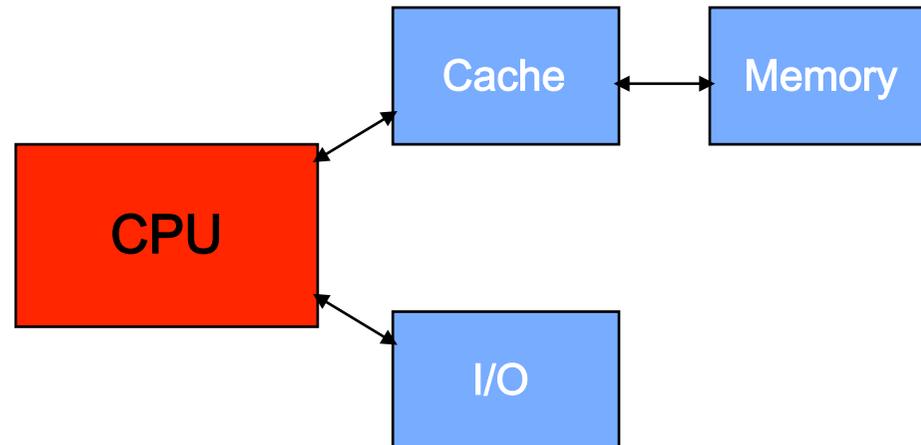
Leistungs-Eigenschaften gemessen in: **Performance**



# Systemsicht eines weitdenkenden Computerarchitekten:

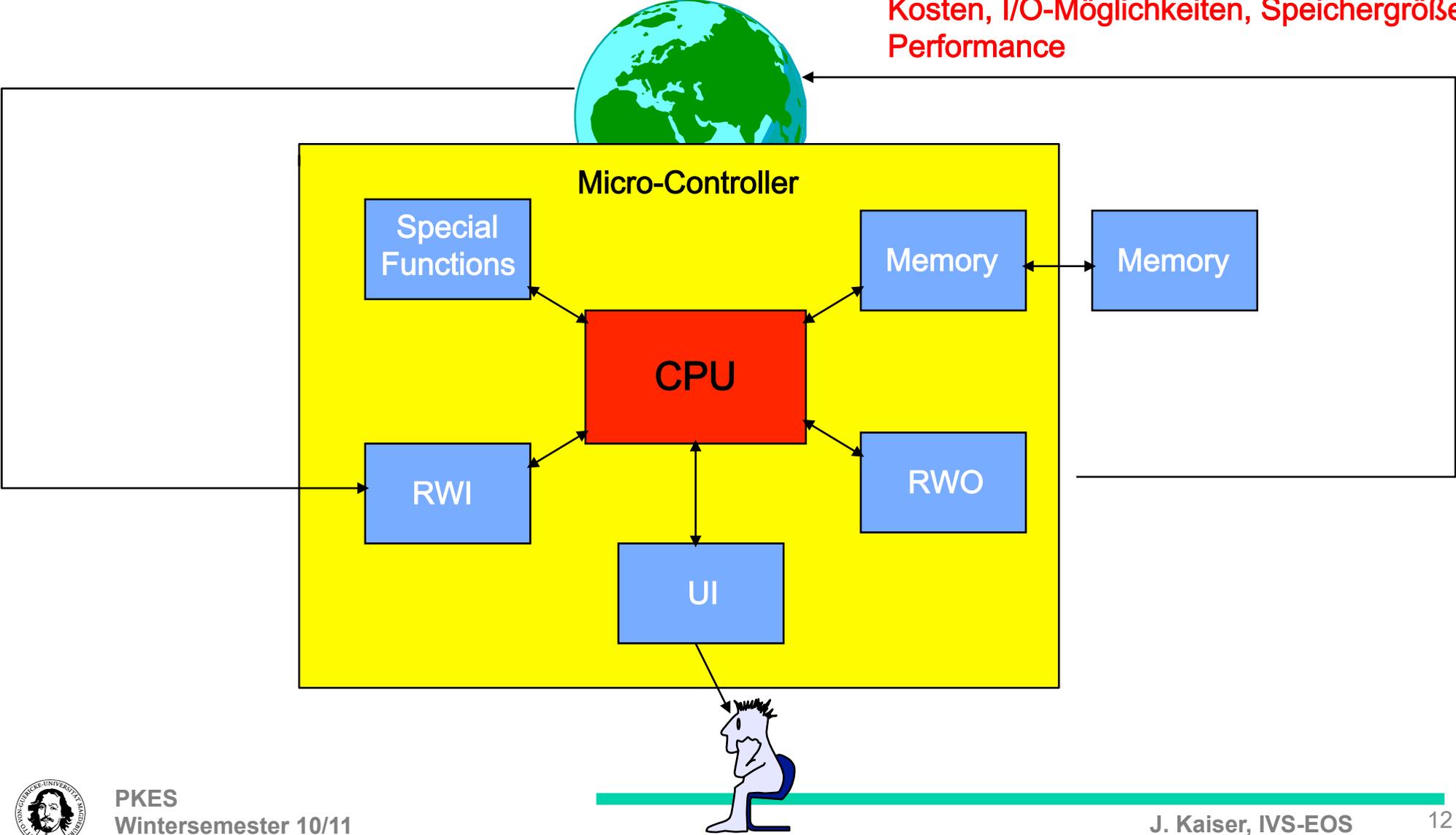
---

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



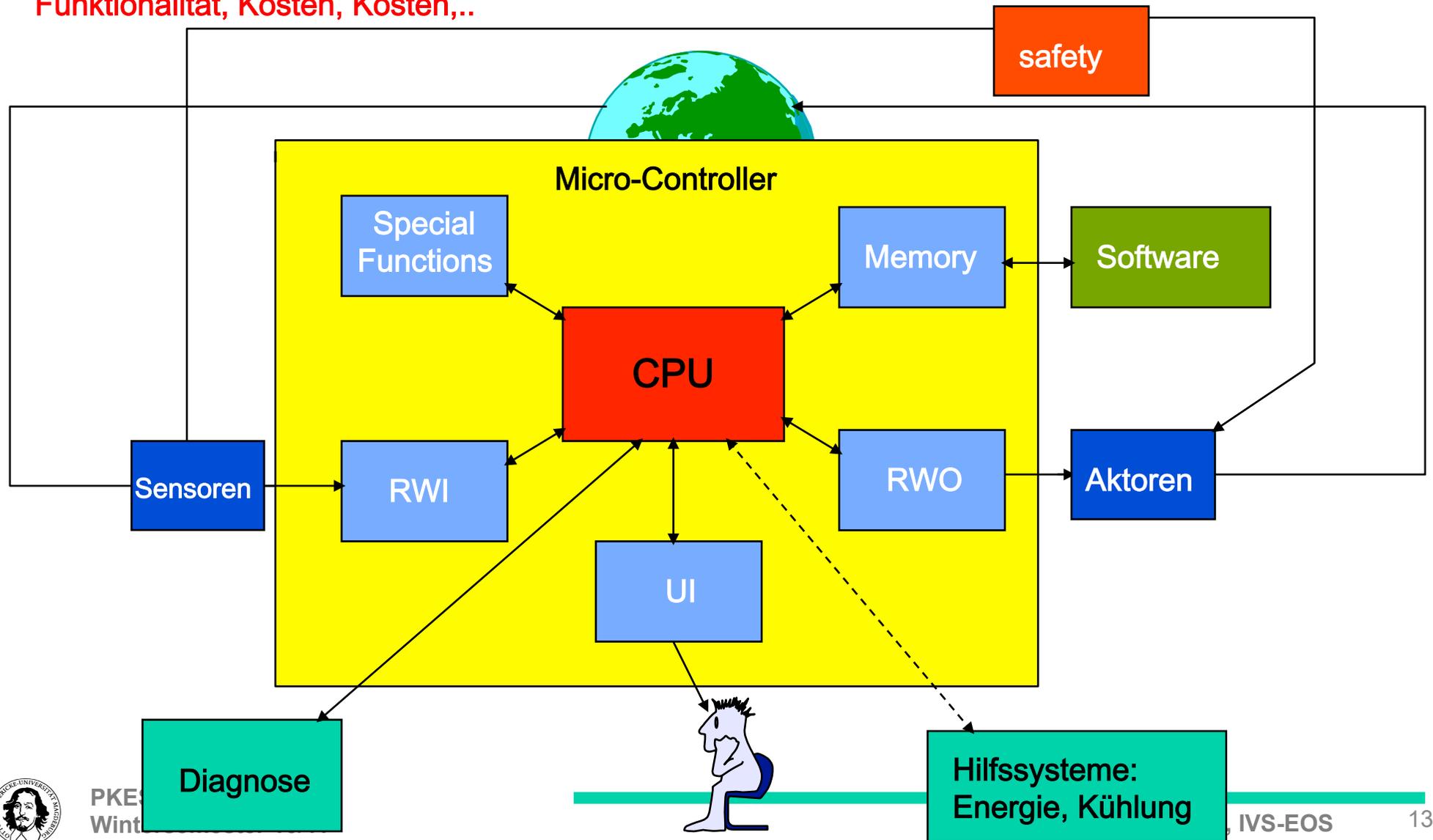
# Systemsicht eines Architekten für eingebettete Systeme:

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



# Systemsicht eines Architekten für Kontrollsysteme:

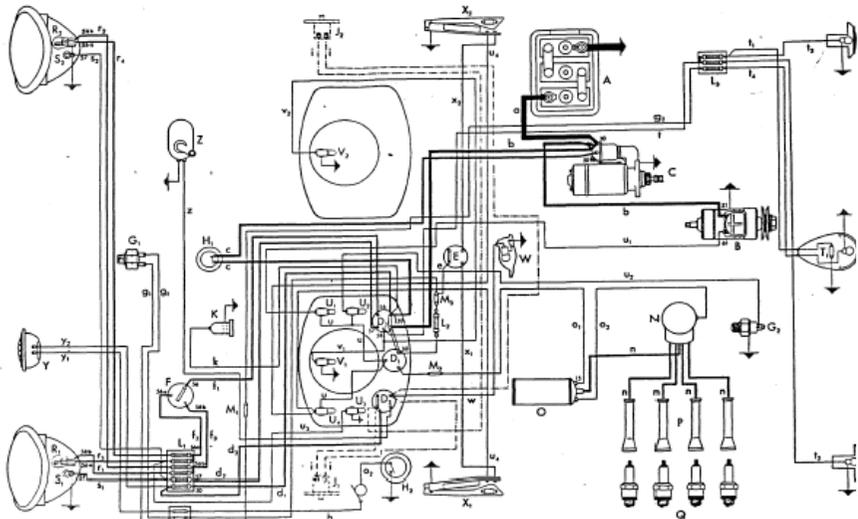
- Leistungs-Eigenschaften gemessen in: **Kosten, Time-to-Market, Kosten, Funktionalität, Kosten, Kosten,...**



# vom notwendigen Randbereich:

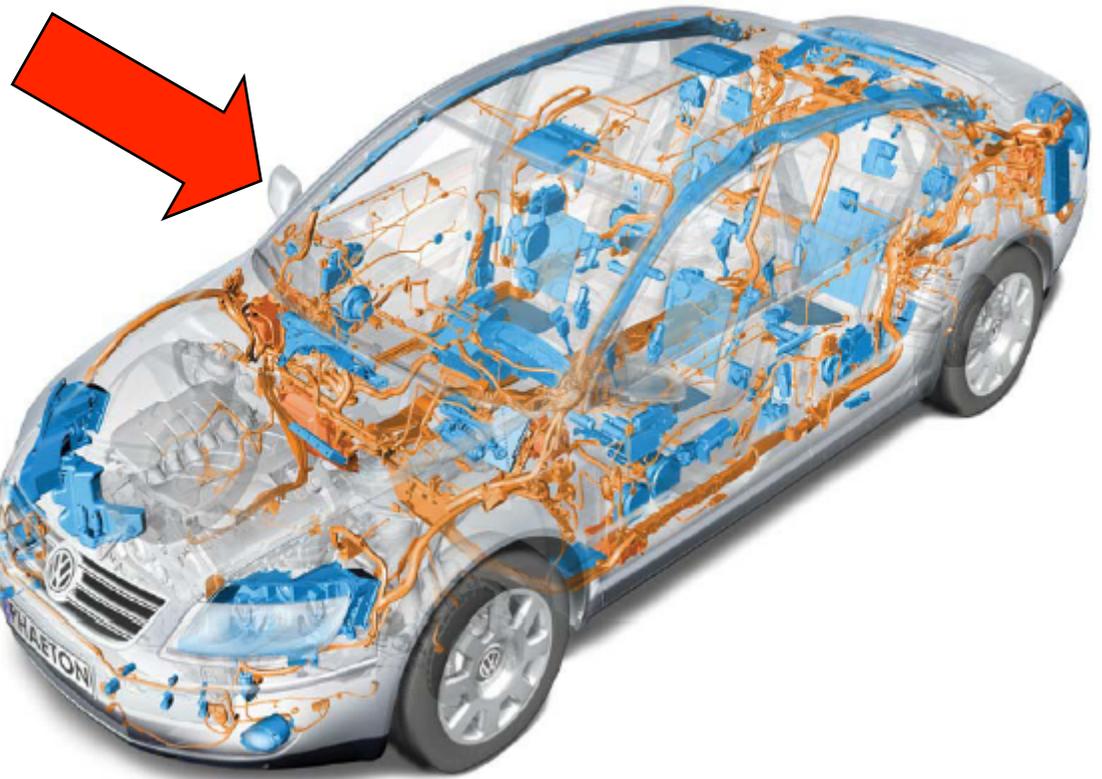


Elektrischer Schaltplan (Volkswagen)



KABELSCHÜSSEL											
1 schwarz-weiß-grün 1,0 mm <sup>2</sup>	h braun 0,75 mm <sup>2</sup>	11 gelb-schwarz 1,0 mm <sup>2</sup>	1 grau 1,0 mm <sup>2</sup>	11 blau 0,5 mm <sup>2</sup>	11 grau-grün 0,5						
1 weiß-schwarz 2,5 mm <sup>2</sup>	1 grau-grün 0,75 mm <sup>2</sup>	12 gelb 1,5 mm <sup>2</sup>	12 grau-schwarz 0,5 mm <sup>2</sup>	12 blau-grün 0,5 mm <sup>2</sup>	12 schwarz-weiß 1,0						
1 weiß 2,5 mm <sup>2</sup>	1 rot 0,5 mm <sup>2</sup>	13 weiß-schwarz 1,5 mm <sup>2</sup>	13 grau-schwarz 0,5 mm <sup>2</sup>	13 blau-rot 0,5 mm <sup>2</sup>	13 schwarz-grün 1,0						
1 gelb 2,5 mm <sup>2</sup>	1 schwarz 0,85 mm <sup>2</sup>	14 weiß 1,0 mm <sup>2</sup>	14 grau 0,5 mm <sup>2</sup>	14 blau-rot 0,5 mm <sup>2</sup>	14 braun 1,0						
1 schwarz-rot 0,75 mm <sup>2</sup>	1 schwarz 0,75 mm <sup>2</sup>	15 grau-schwarz 0,5 mm <sup>2</sup>	15 schwarz-rot 0,75 mm <sup>2</sup>	15 schwarz 0,5 mm <sup>2</sup>	15 schwarz-gelb 1,0						

zur zentralen Problemstellung.

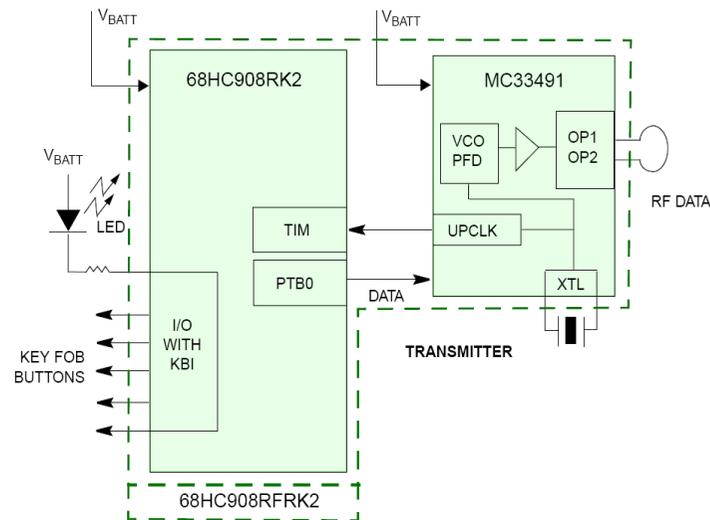


- 11.136 electrical parts
- 61 ECUs
- Optical bus for information and entertainment
- Sub networks based on proprietary serial bus
- 35 ECUs connected to 3 CAN-Busses
- 2500 signals in 250 CAN messages



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

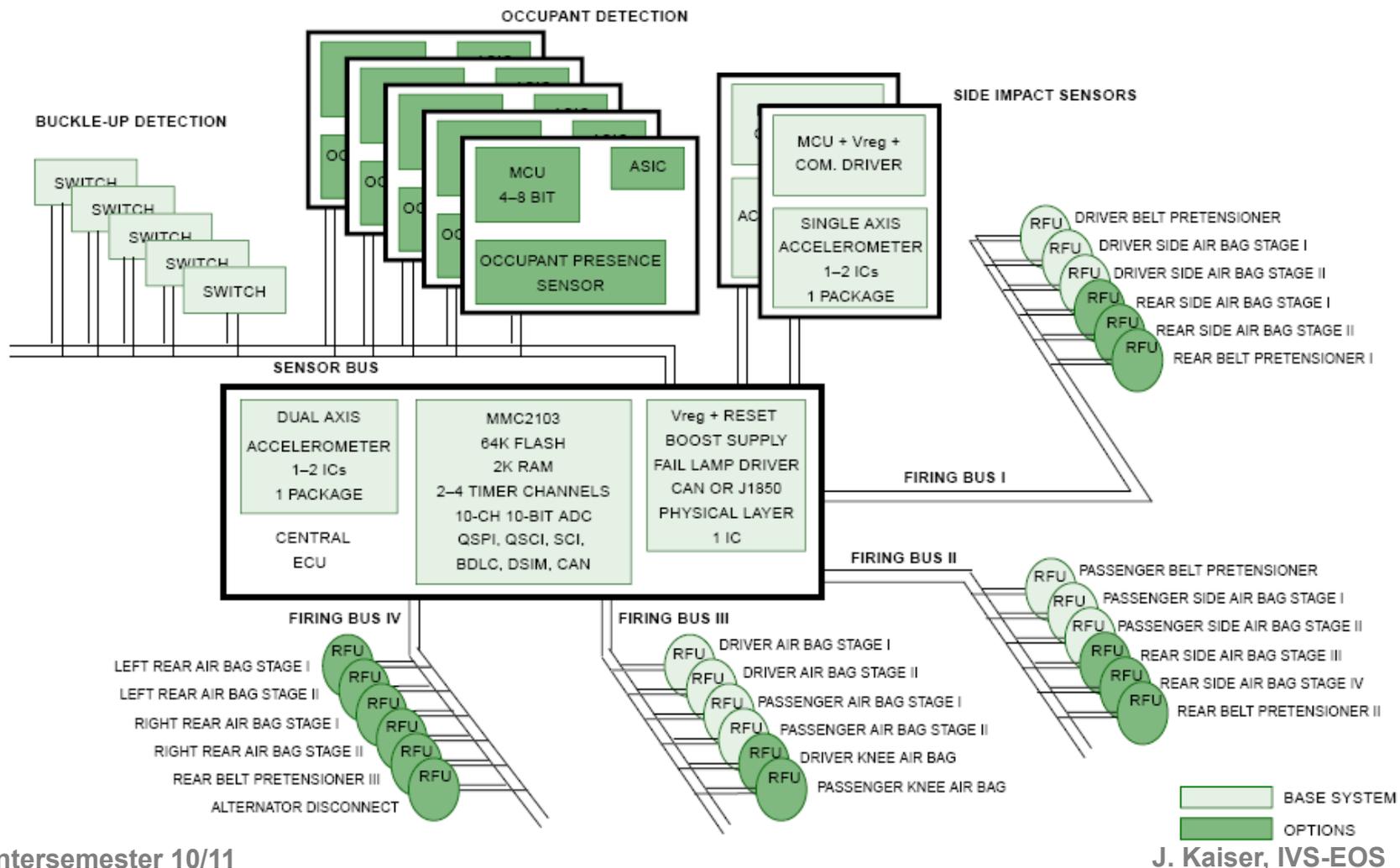
# Beispiele eingebetteter Systeme: drahtloser Türöffner



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.

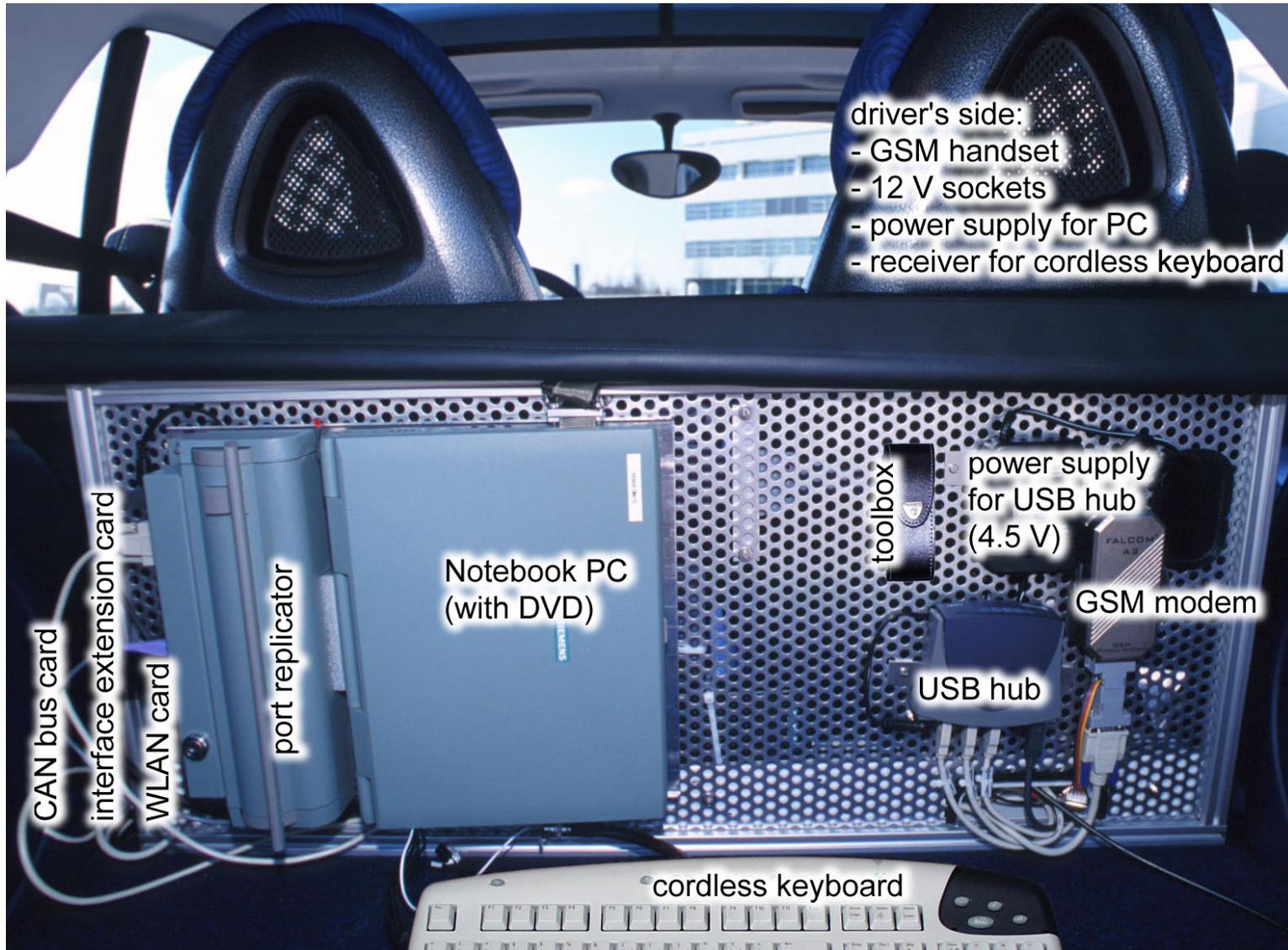
### Beispiel: verteilte Airbag Auslösung



# A multimode Interface



# Smart Equipment



# Services in a Car?

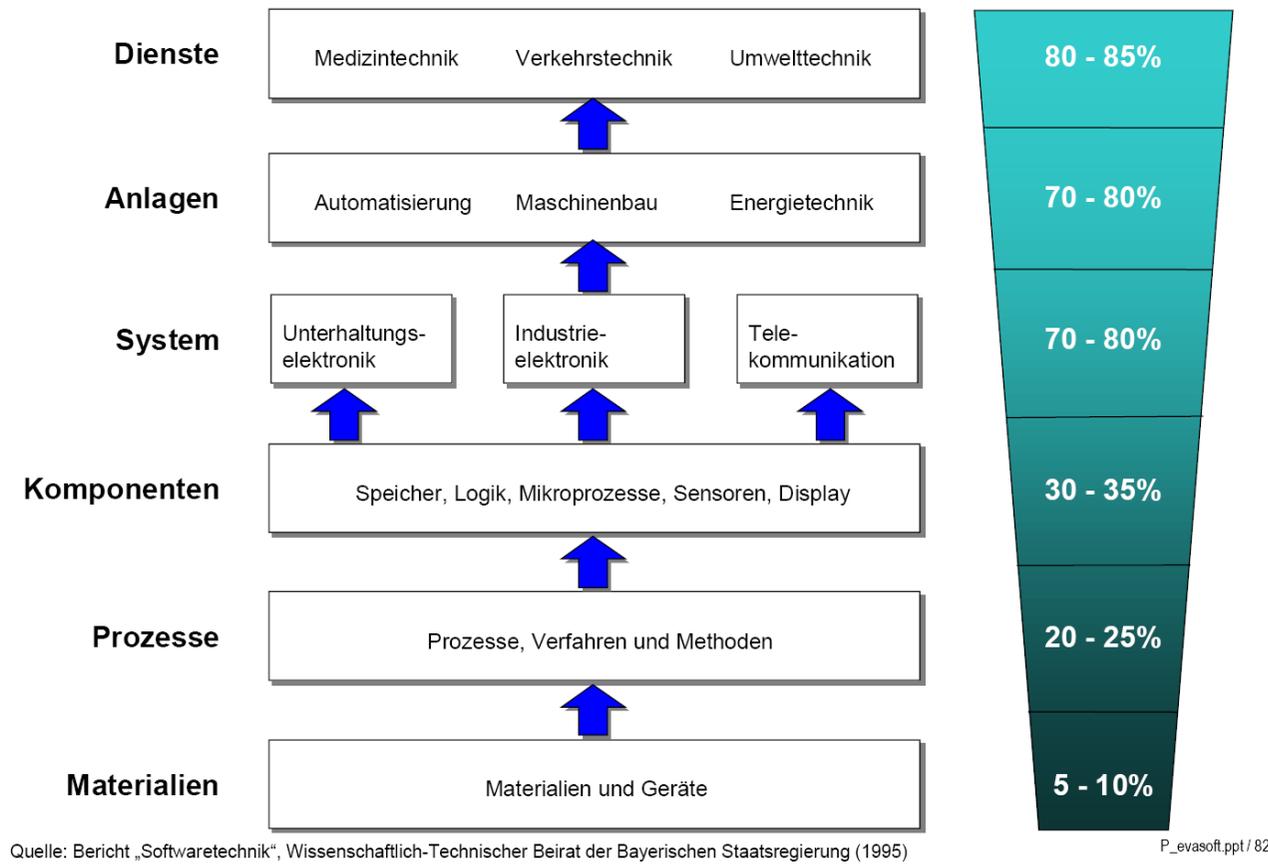
- Restricted interaction with the driver.
- Used by a broad community without specific IT knowledge.
- Services must be designed to work without direct driver interaction!
- User preferences and on-board equipment have to be considered when selecting and using services !
- Context information is necessary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



# 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.

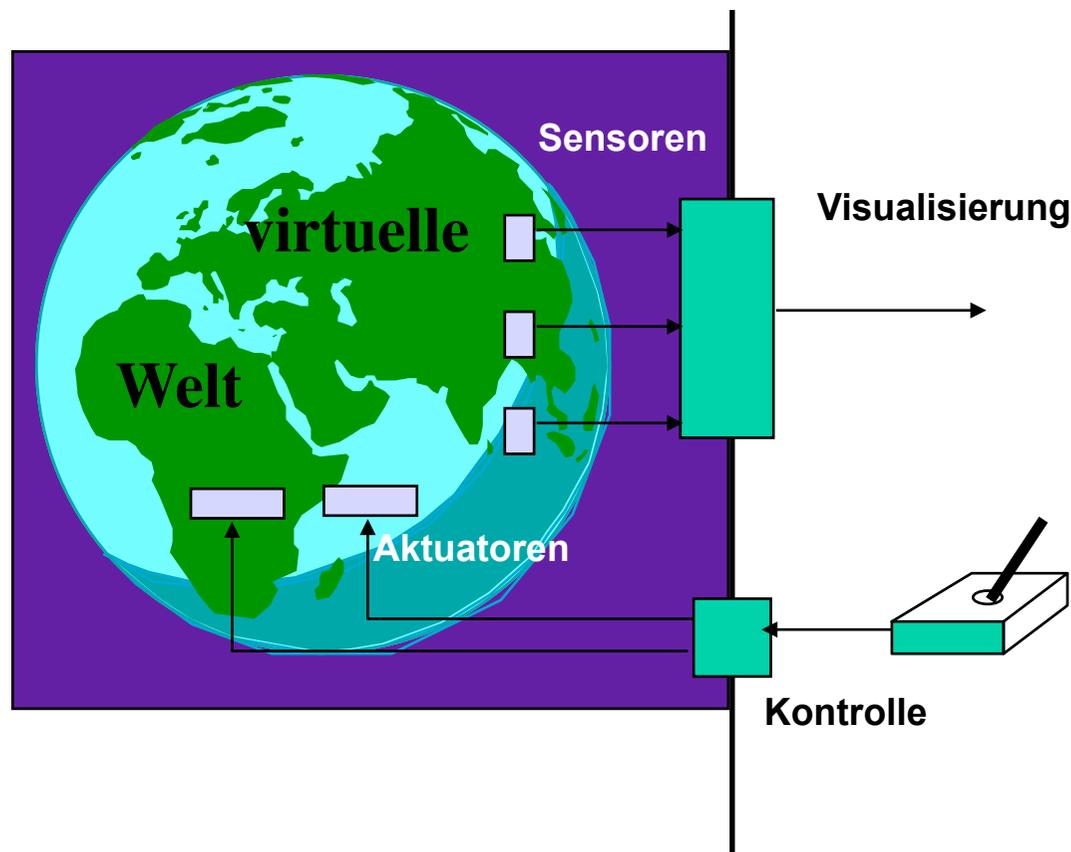
**Proaktiv:** Aktionen werden ohne Benutzerintervention vorbereitet und durchgeführt.

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

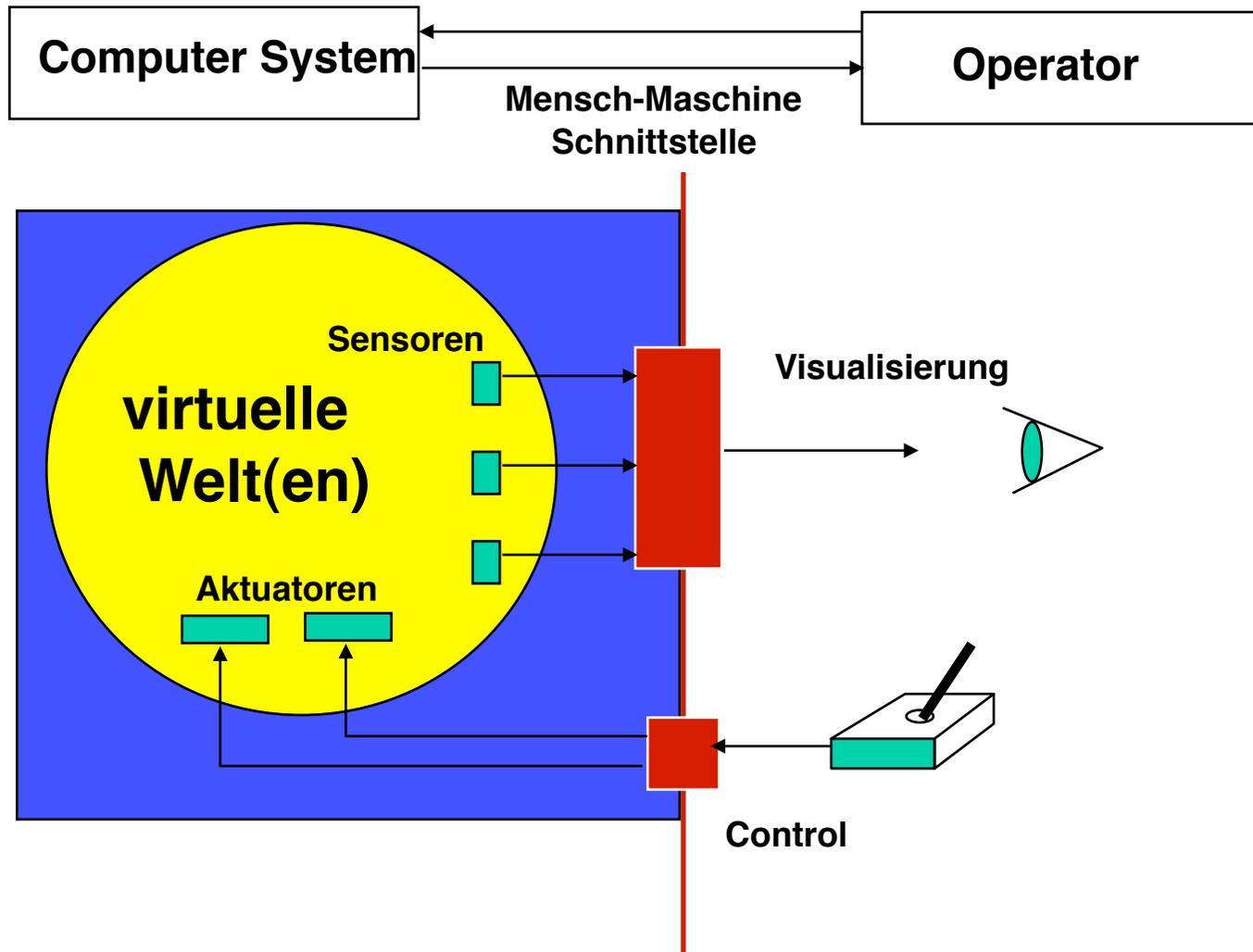


## Simulated Worlds

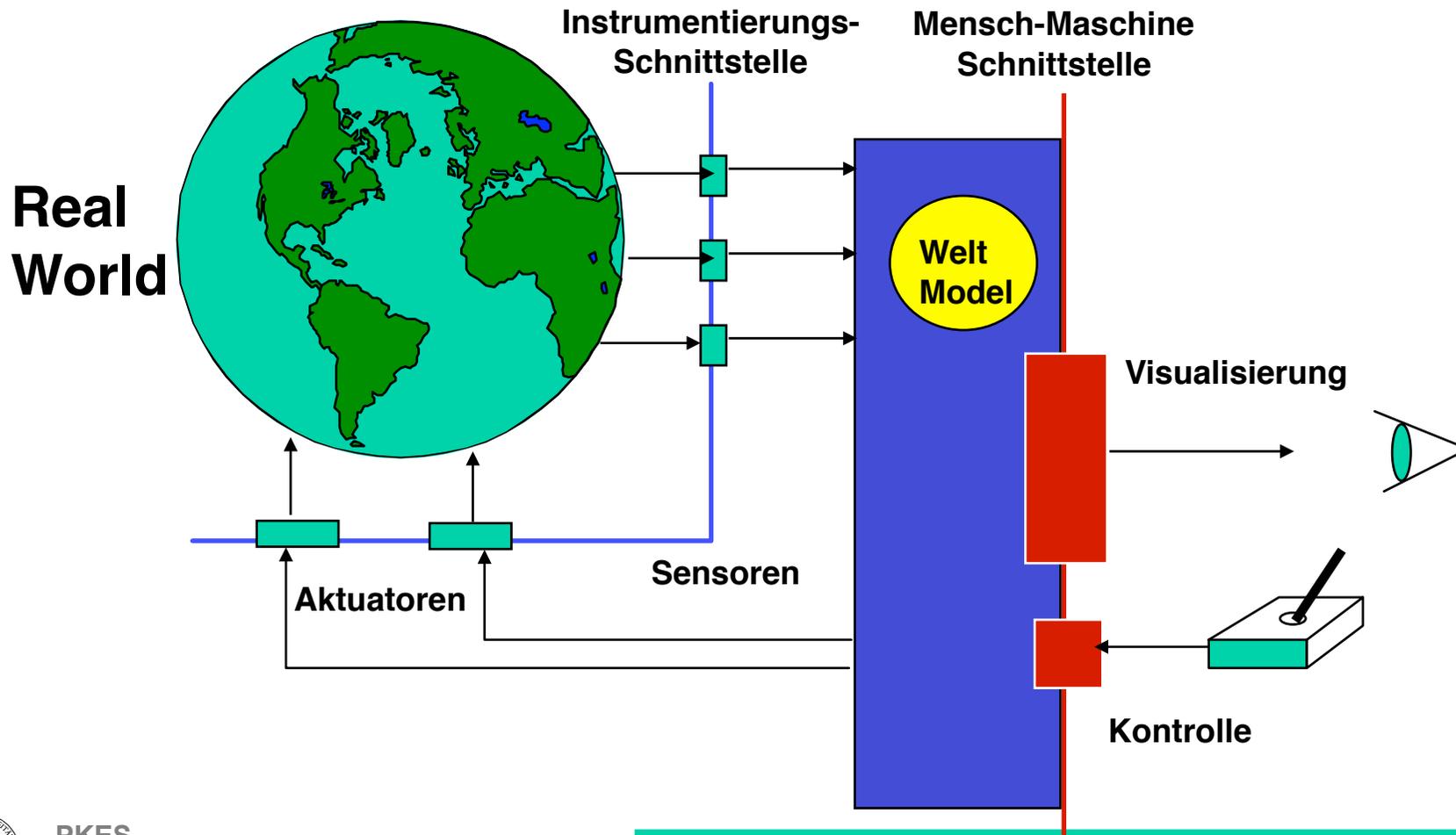
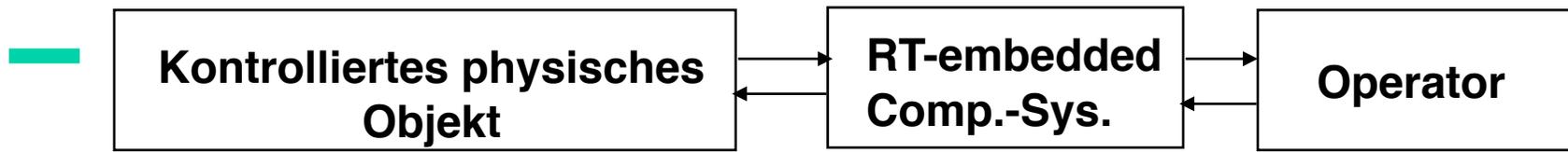
# The Masters of the (Time) Universe



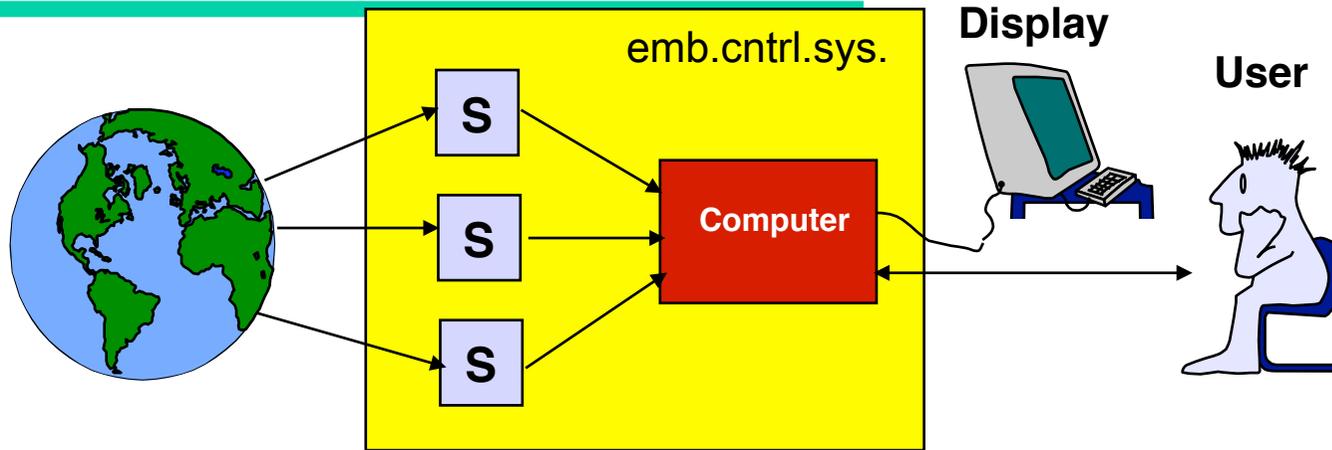
# Ein Computer System



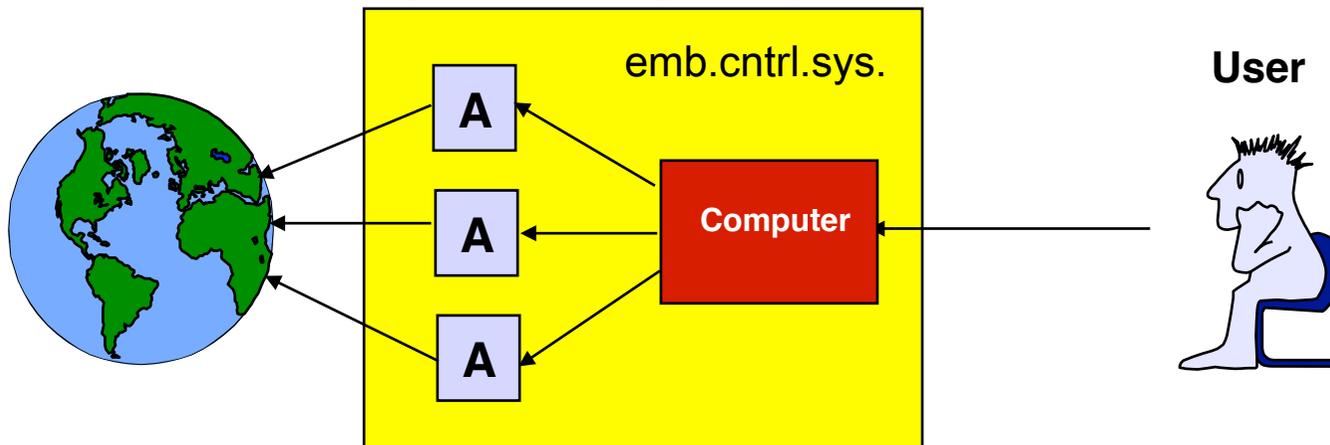
# Ein Computer System zur Kontrolle physischer Prozessen



# Monitoring System



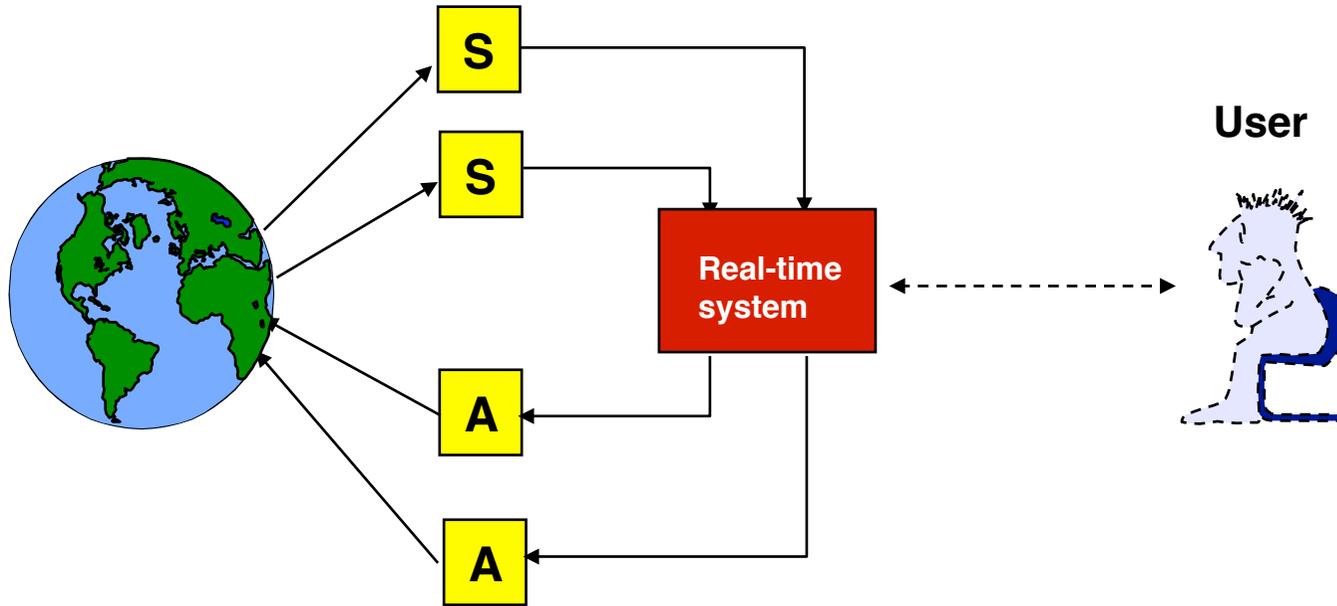
## b.) "Open Loop" System



**a + b = Human-in-the-loop**



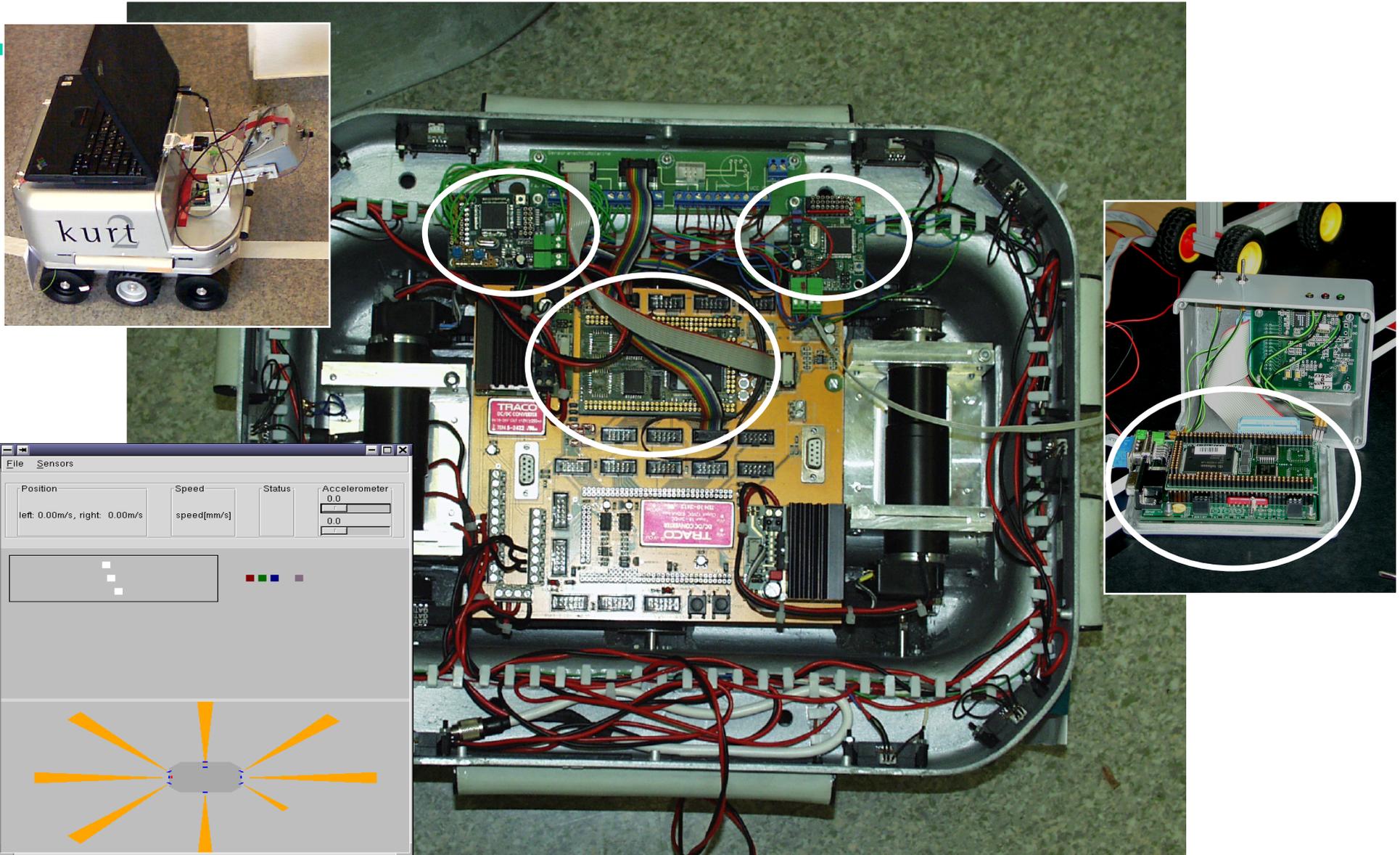
# “Feedback Control” System



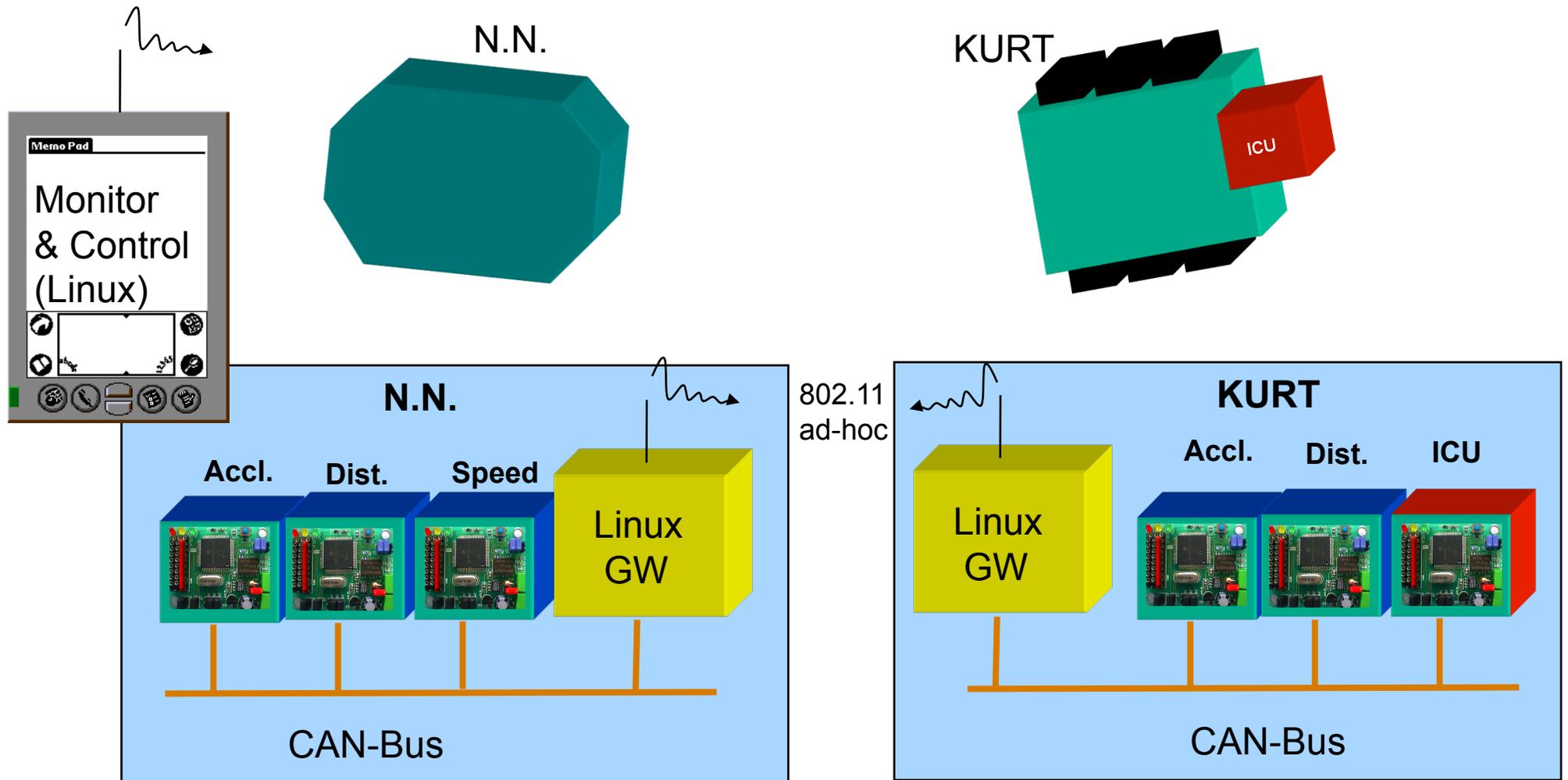
Aktuation ändert die Umgebung:  
Die Umgebung ist ein Kommunikationskanal!



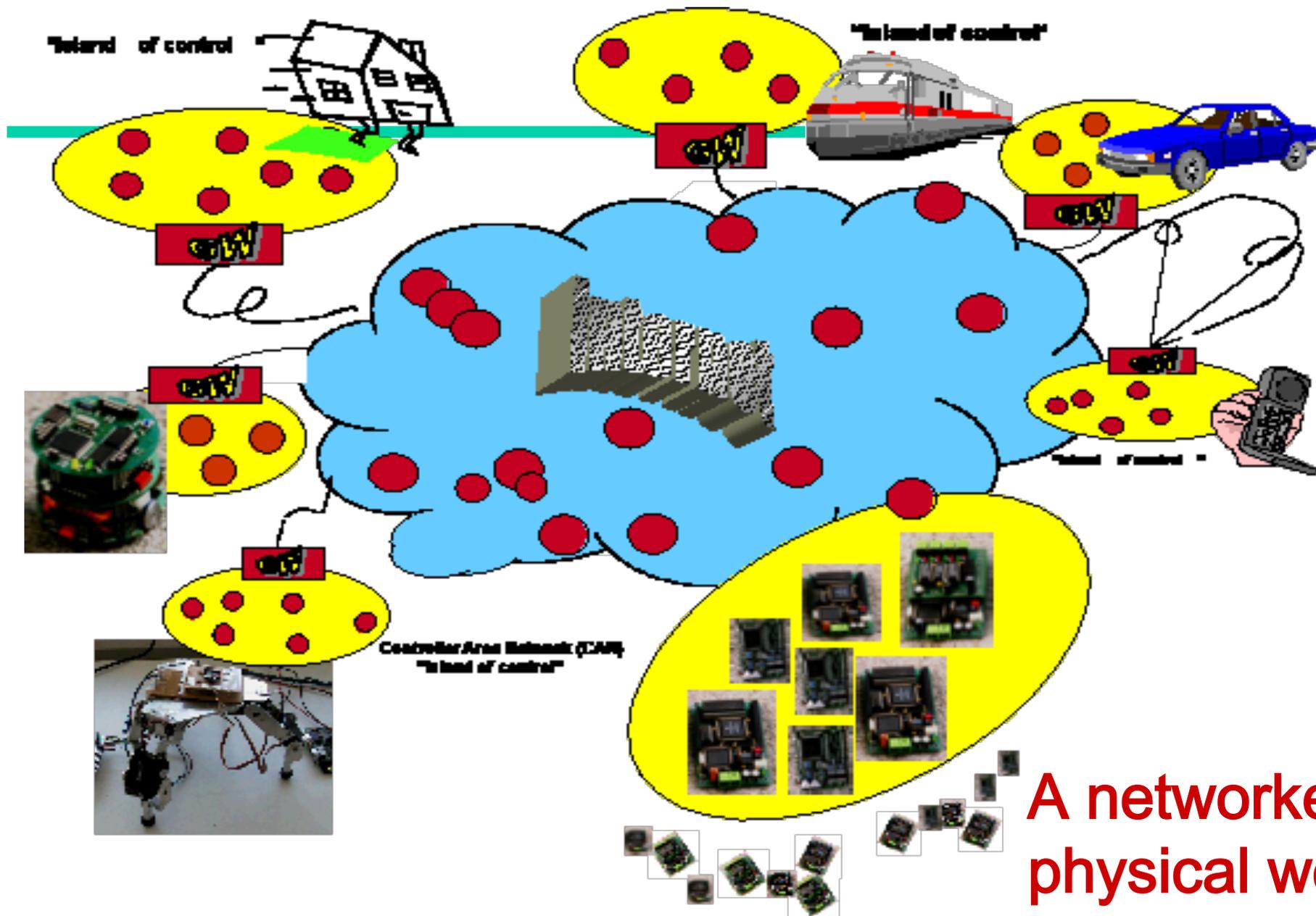
# Verteilte Robotersteuerung



# 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

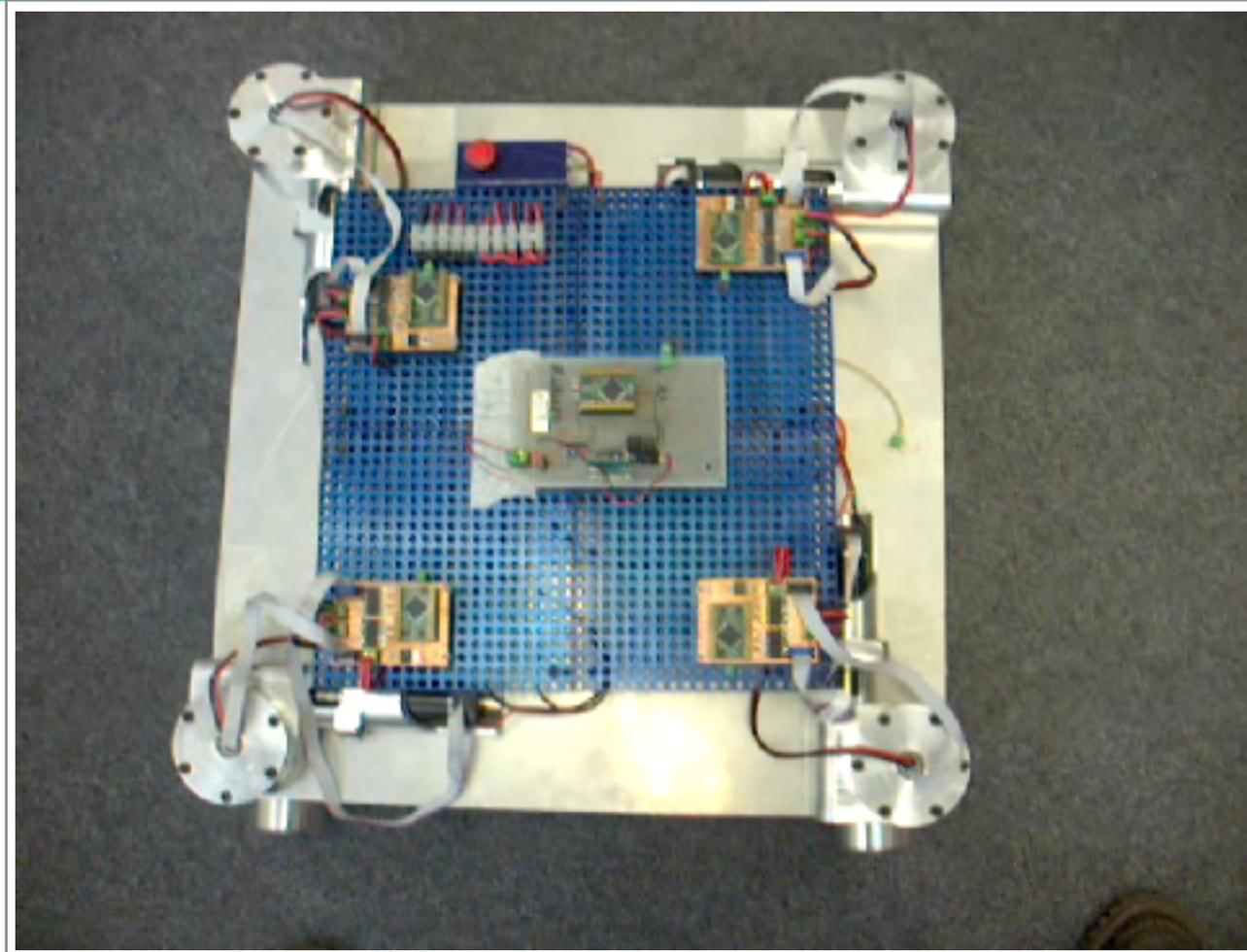
Hermann Kopetz:  
„Real-Time Systems, Design Principles for Distributed  
Embedded Applications“  
Kluwer Academic Publishers, 1997

## 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.





"Q"

