

# Einsatz einer Echtzeit-Publish/Subscribe-Kommunikation für die Teleoperation mobiler Roboter

Timo Lindhorst, André Herms und Michael Schulze  
*lindhors@st.ovgu.de, {aherms,mschulze}@ovgu.de*

Fakultät für Informatik  
Institut für Verteilte Systeme  
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

27. November 2008

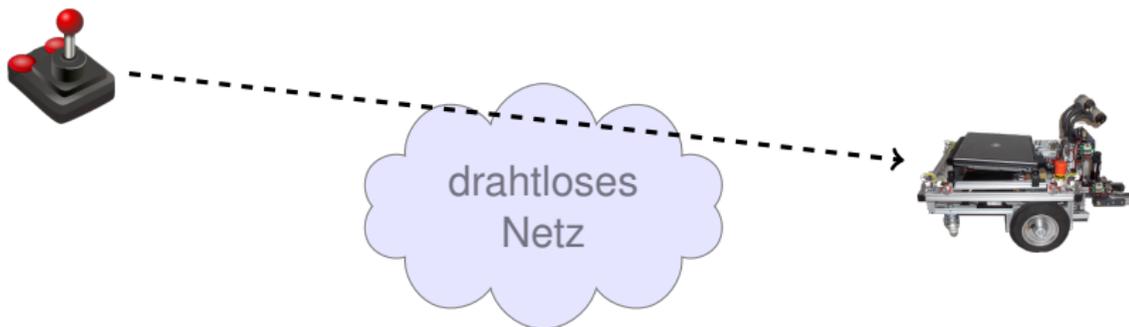
# Gliederung

- 1 Problemexposition
- 2 Drahtloses Mesh-Netz
- 3 Publish/Subscribe Kommunikation
- 4 Applikationen
- 5 Zusammenfassung

# Szenario

## Teleoperation mobiler Roboter

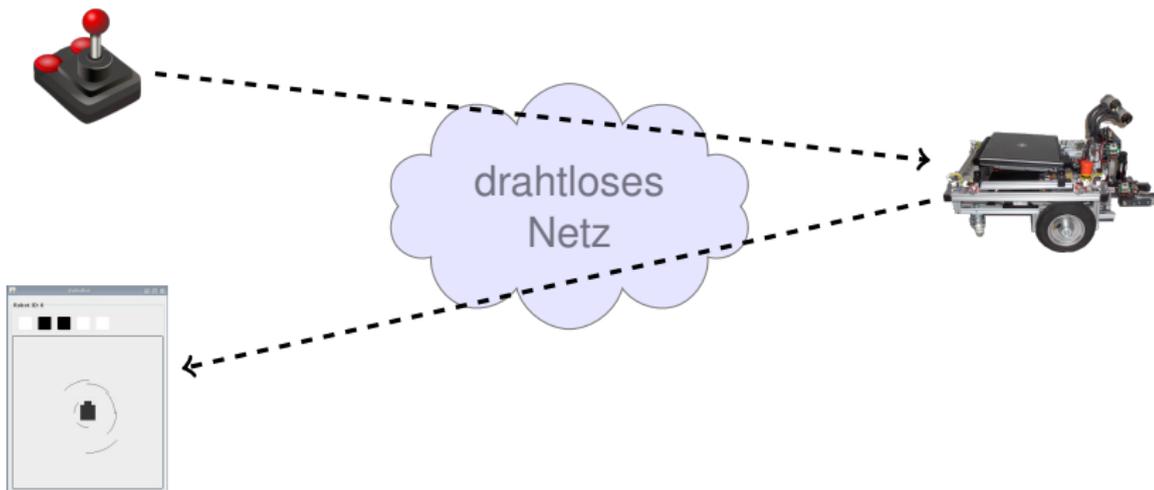
### ■ Steuerbefehle



# Szenario

## Teleoperation mobiler Roboter

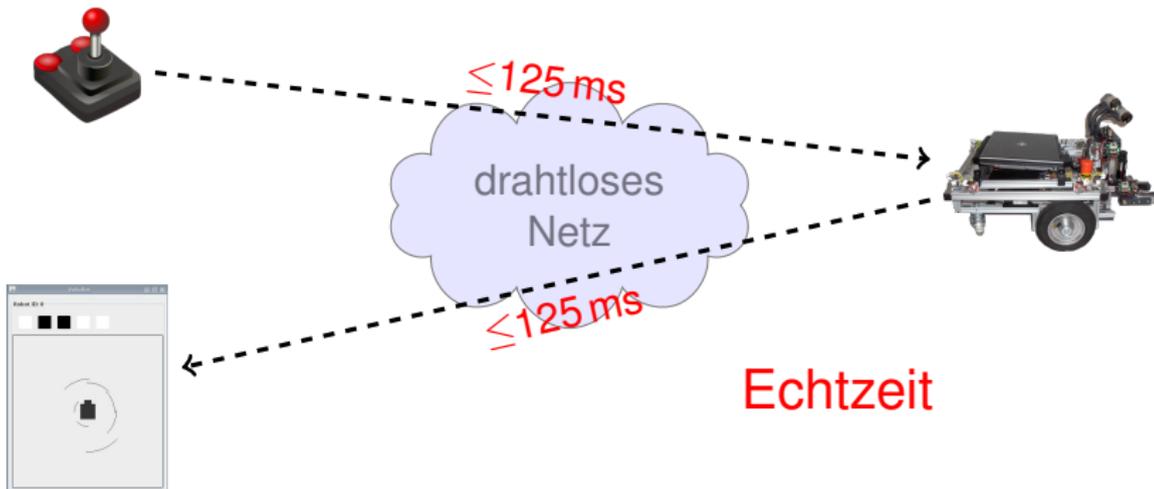
- Steuerbefehle
- Sensordaten, Videostreaming



# Szenario

## Teleoperation mobiler Roboter

- Steuerbefehle
- Sensordaten, Videostreaming



# Verteilte Robotersteuerung

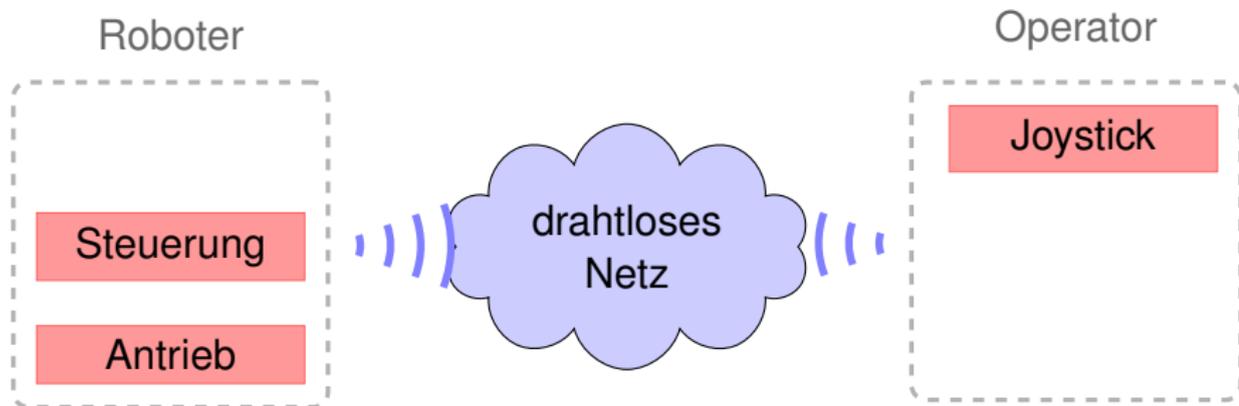
Roboter

Joystick

Steuerung

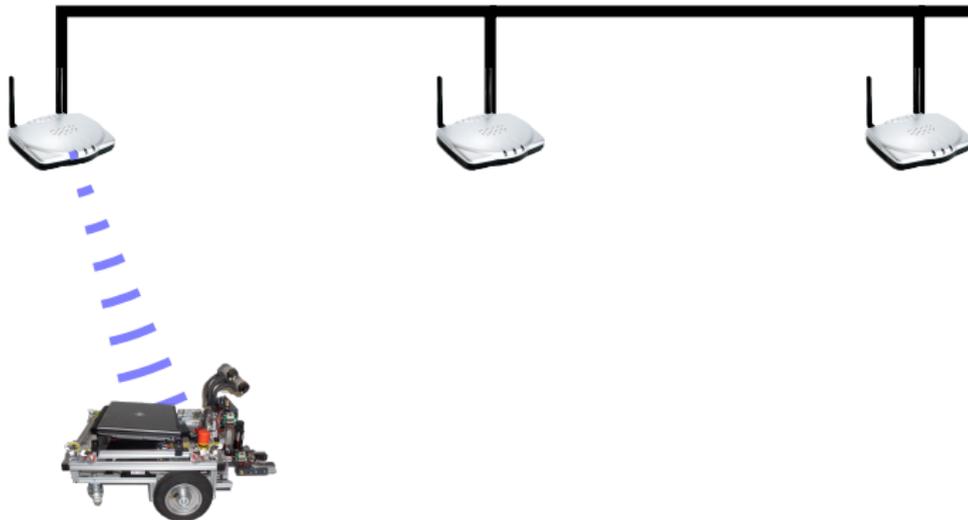
Antrieb

# Verteilte Robotersteuerung



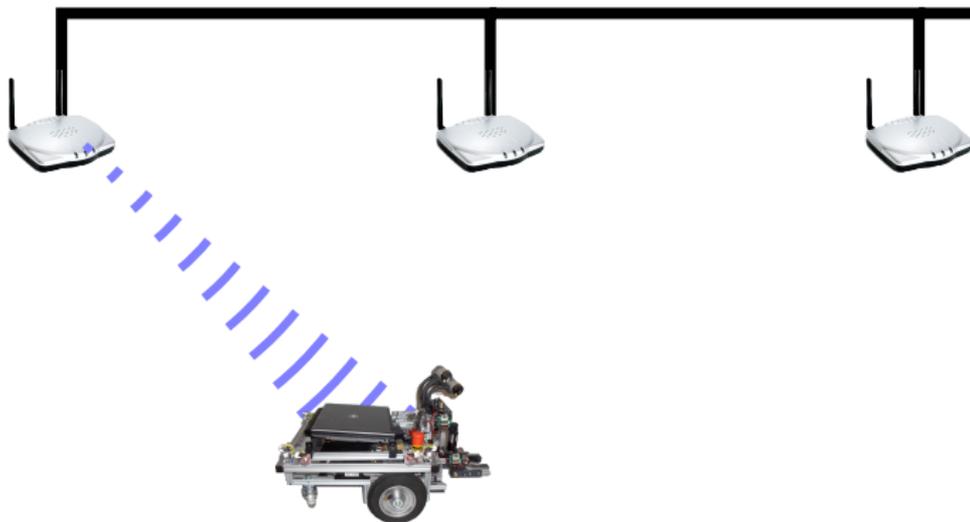
# Roaming im WLAN

## IEEE 802.11 Infrastruktur-Netzwerk (WLAN)



# Roaming im WLAN

## IEEE 802.11 Infrastruktur-Netzwerk (WLAN)



# Roaming im WLAN

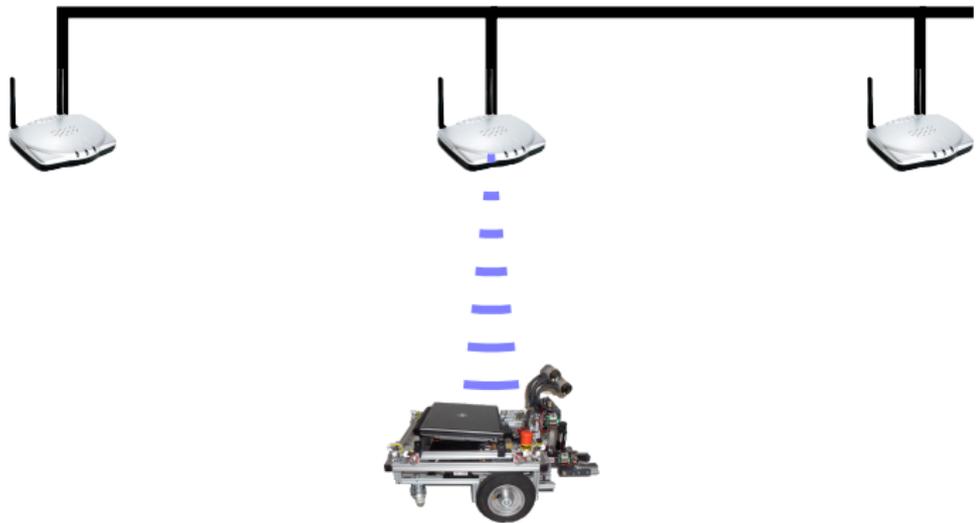
## IEEE 802.11 Infrastruktur-Netzwerk (WLAN)



Scanning...

# Roaming im WLAN

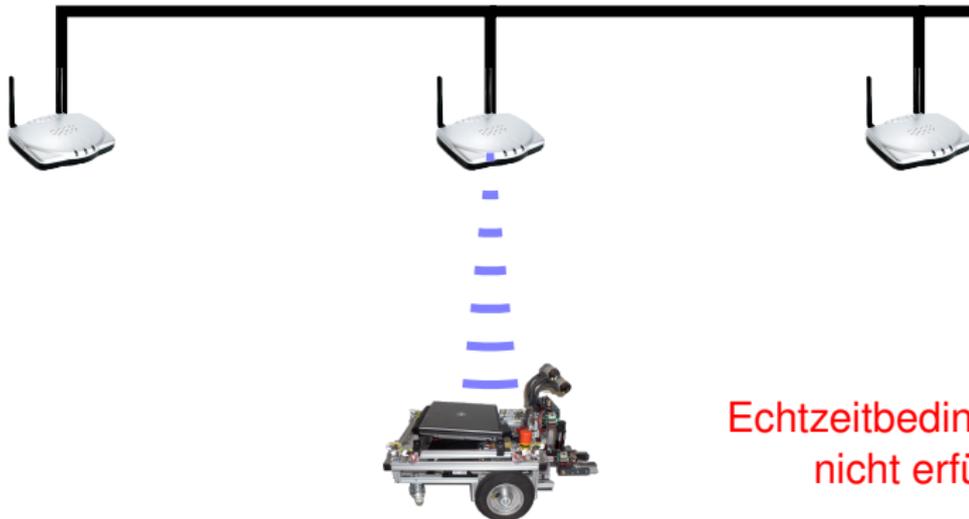
## IEEE 802.11 Infrastruktur-Netzwerk (WLAN)



Sekunden später!

# Roaming im WLAN

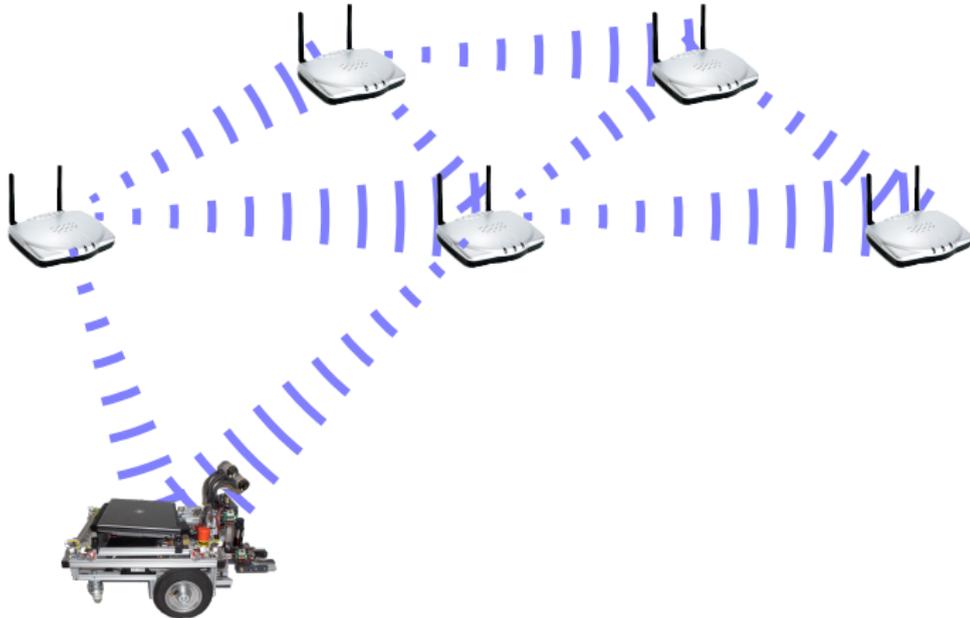
## IEEE 802.11 Infrastruktur-Netzwerk (WLAN)



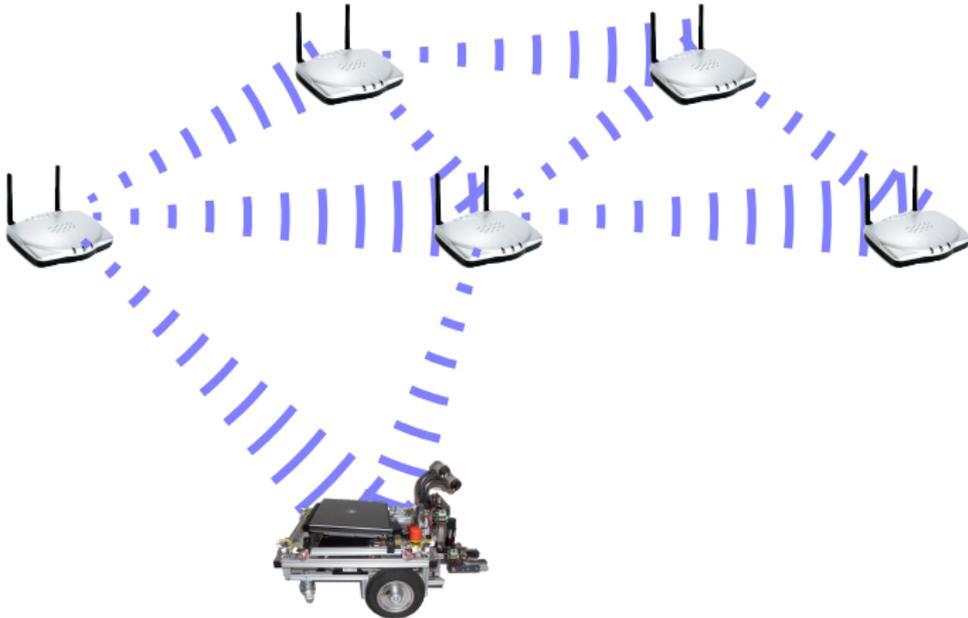
Echtzeitbedingungen  
nicht erfüllt!

Sekunden später!

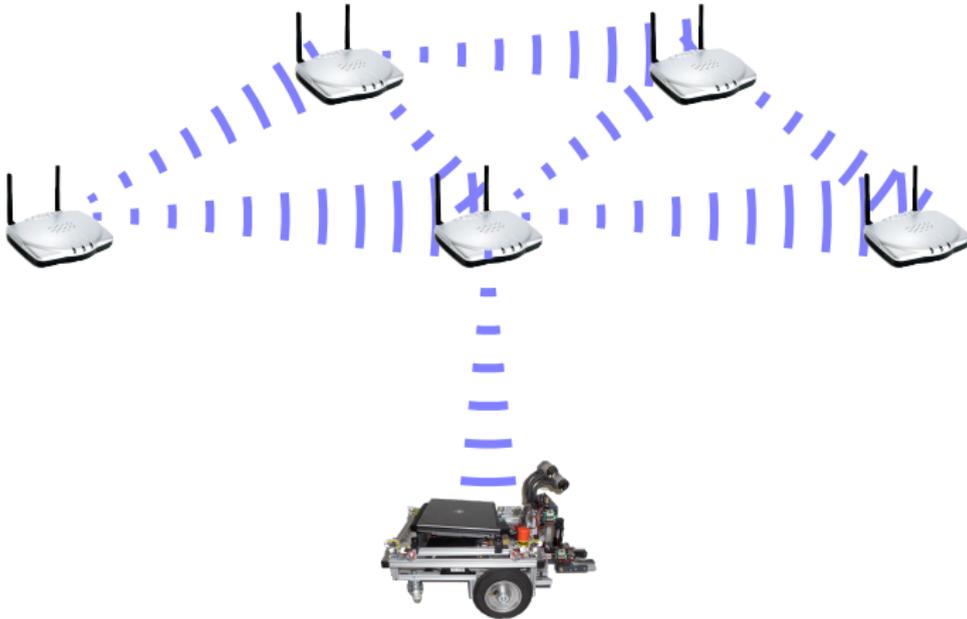
# Routing im drahtloses Mesh-Netz



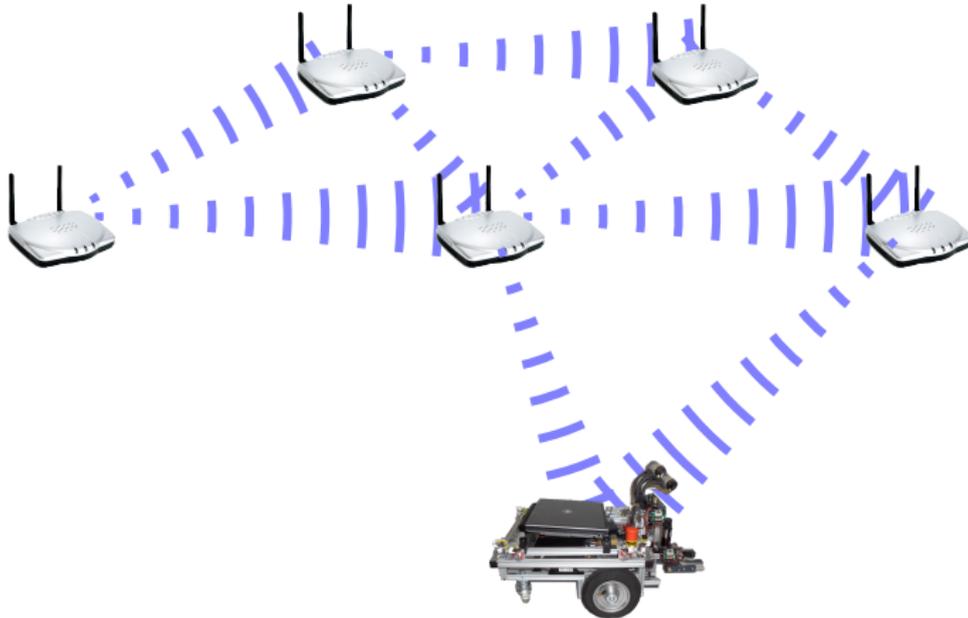
# Routing im drahtloses Mesh-Netz



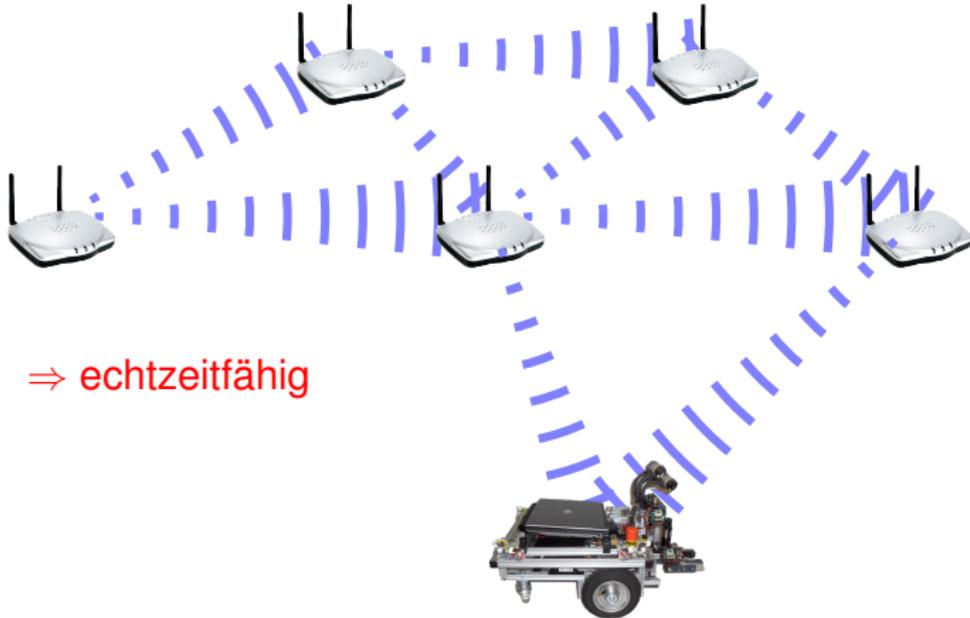
# Routing im drahtloses Mesh-Netz



# Routing im drahtloses Mesh-Netz

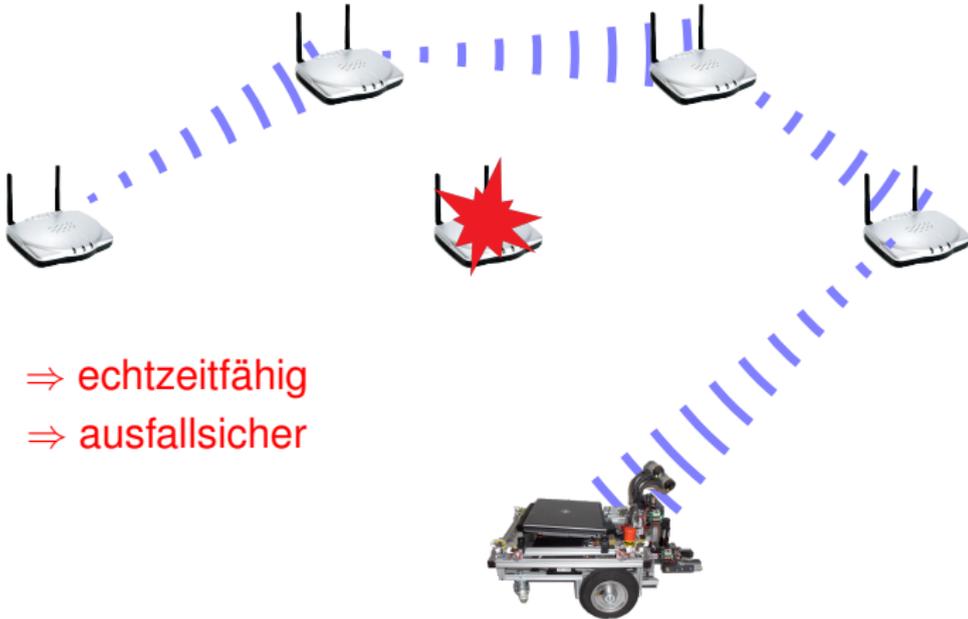


# Routing im drahtloses Mesh-Netz



⇒ echtzeitfähig

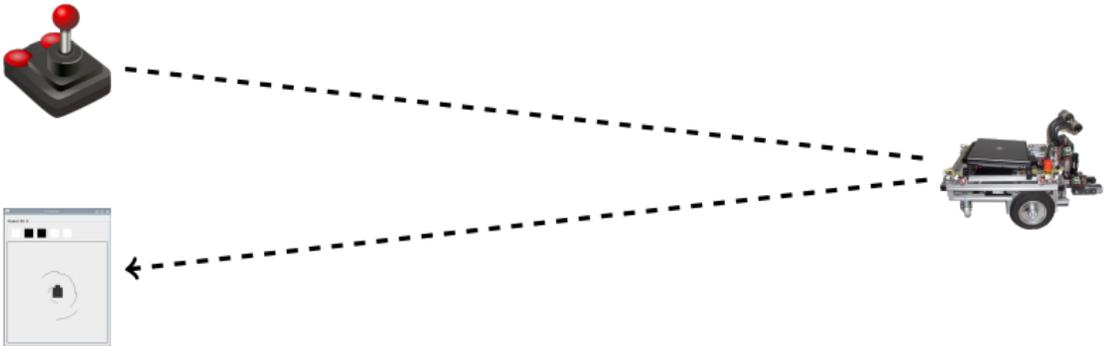
# Routing im drahtloses Mesh-Netz



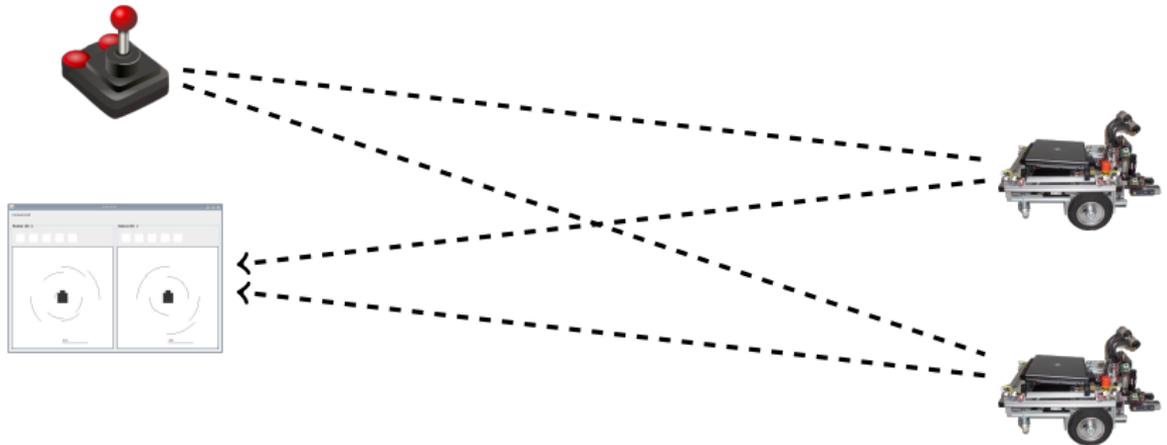
⇒ echtzeitfähig

⇒ ausfallsicher

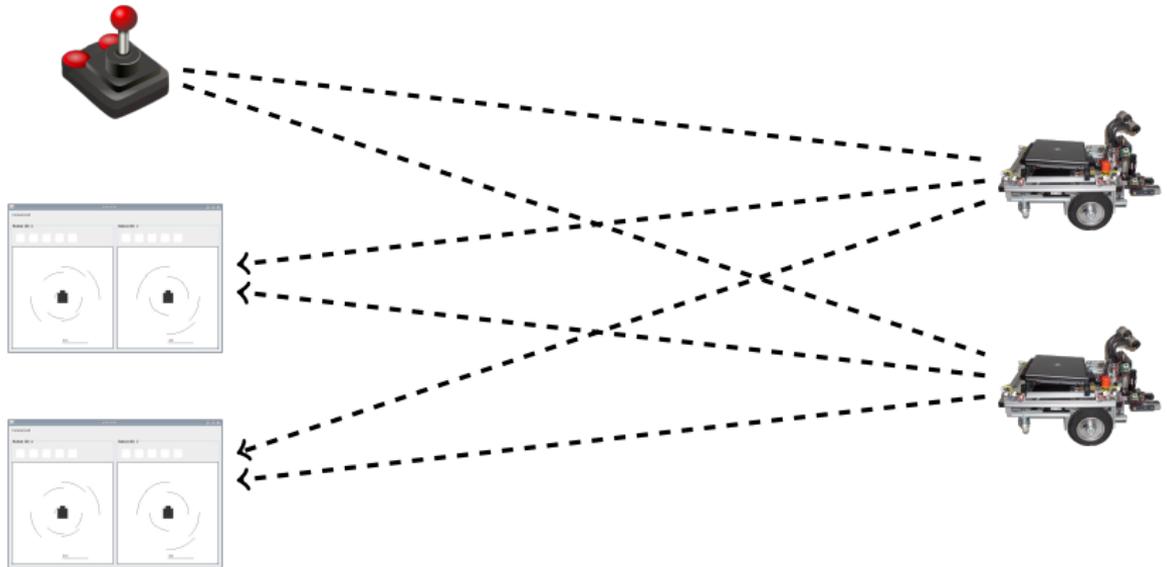
# Dynamische Teilnehmer



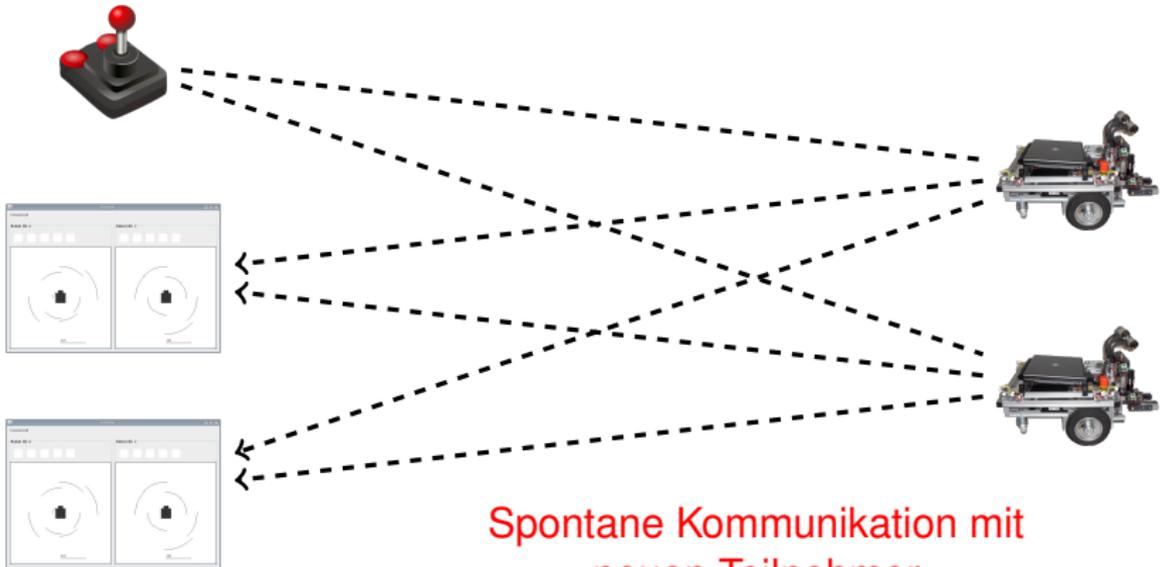
# Dynamische Teilnehmer



# Dynamische Teilnehmer



# Dynamische Teilnehmer



Spontane Kommunikation mit neuen Teilnehmer

# Publish/Subscribe-Kommunikation

- inhaltsbasierte Kommunikation

# Publish/Subscribe-Kommunikation

- inhaltsbasierte Kommunikation
- eindeutiges *Subject* identifiziert Inhalt (Distanzwert, Steuerbefehl)

# Publish/Subscribe-Kommunikation

- inhaltsbasierte Kommunikation
- eindeutiges *Subject* identifiziert Inhalt (Distanzwert, Steuerbefehl)
- Publisher produziert Daten

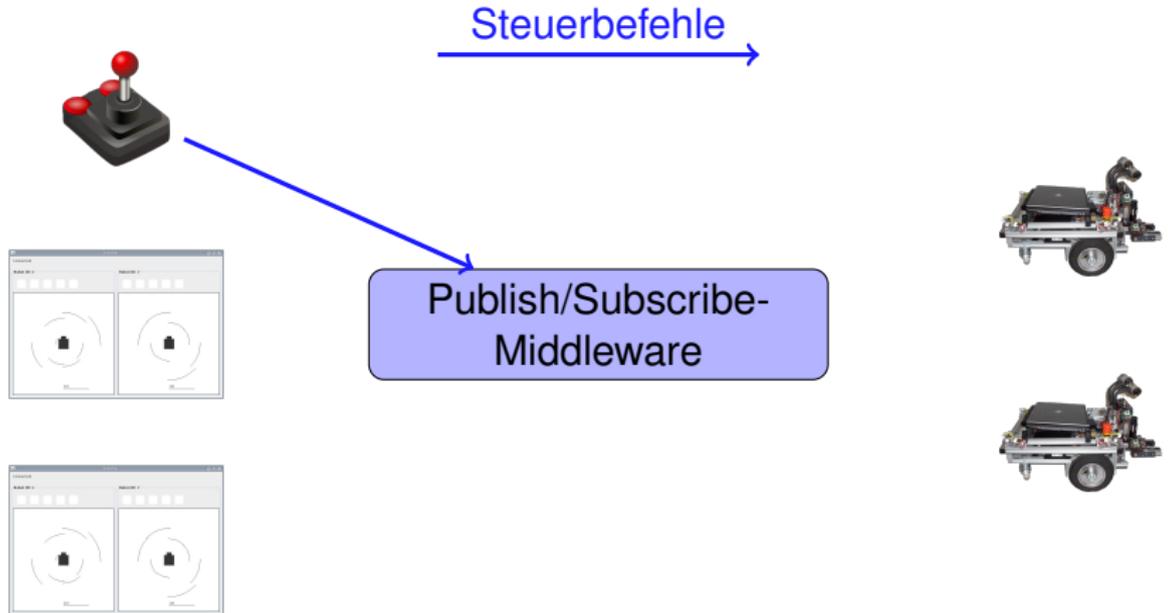
# Publish/Subscribe-Kommunikation

- inhaltsbasierte Kommunikation
- eindeutiges *Subject* identifiziert Inhalt (Distanzwert, Steuerbefehl)
- Publisher produziert Daten
- Subscriber konsumiert Daten

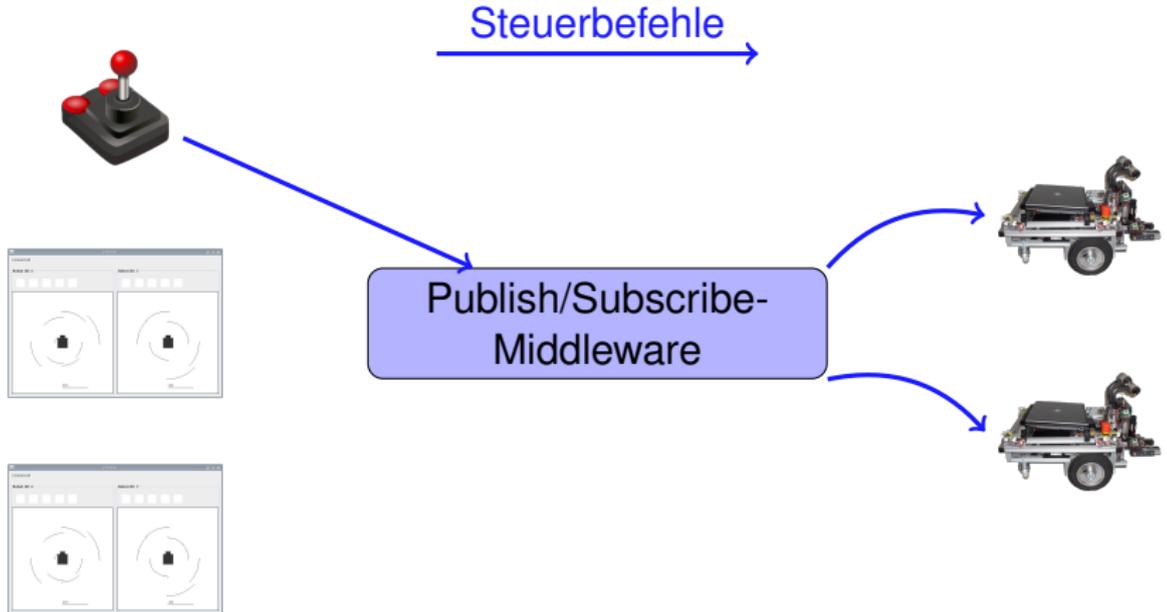
# Publish/Subscribe-Kommunikation

- inhaltsbasierte Kommunikation
- eindeutiges *Subject* identifiziert Inhalt (Distanzwert, Steuerbefehl)
- Publisher produziert Daten
- Subscriber konsumiert Daten
- Middleware leitet Daten von Publisher zu Subscriber

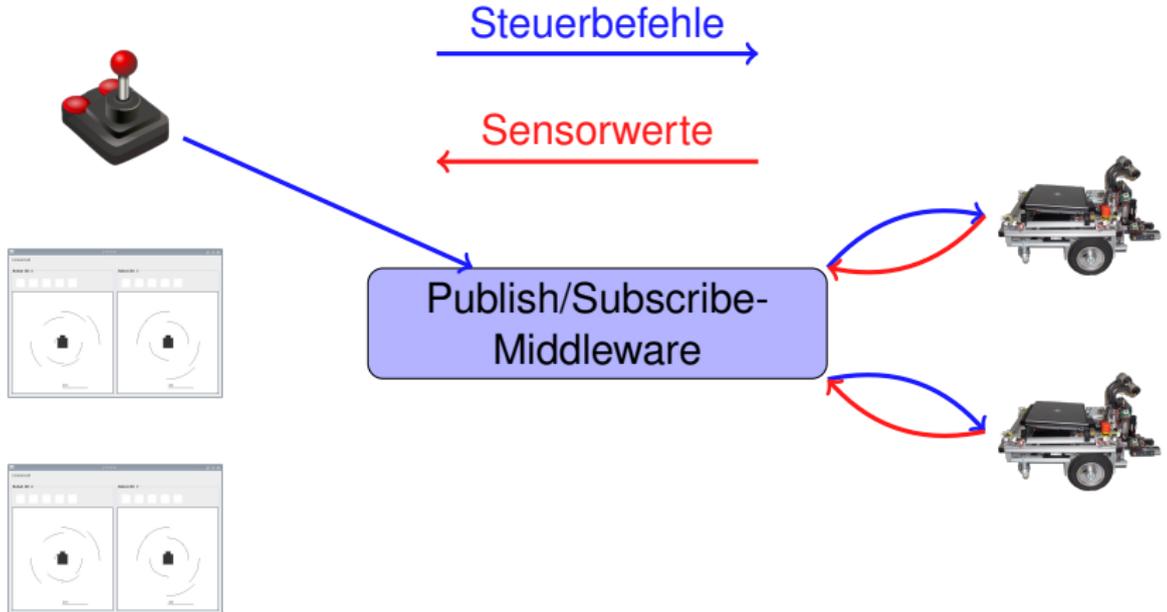
# Publish/Subscribe-Middleware



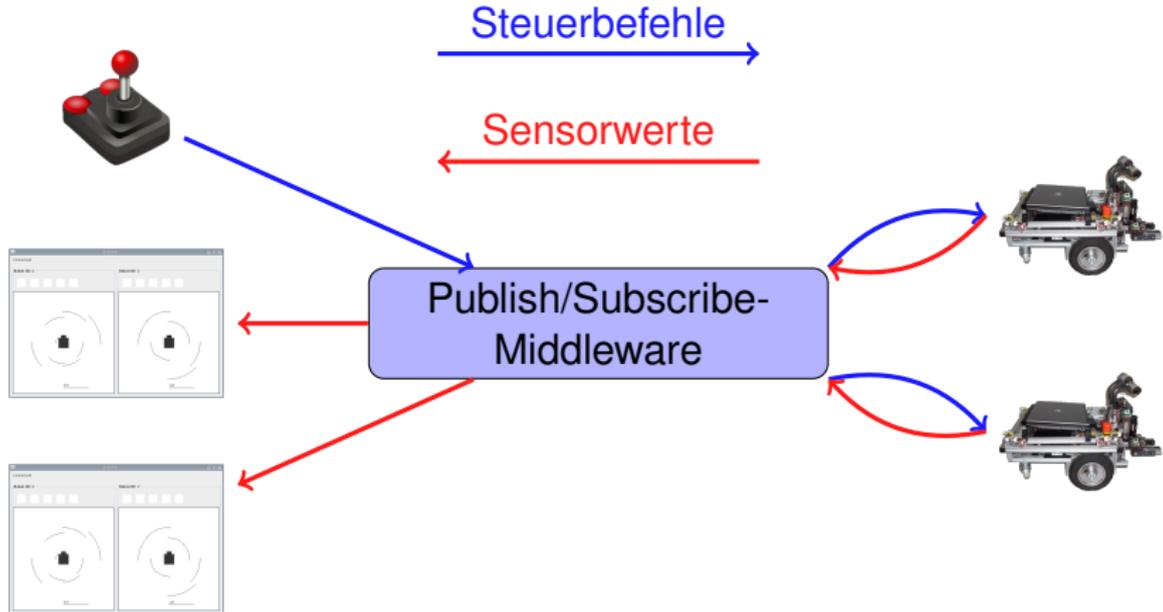
# Publish/Subscribe-Middleware



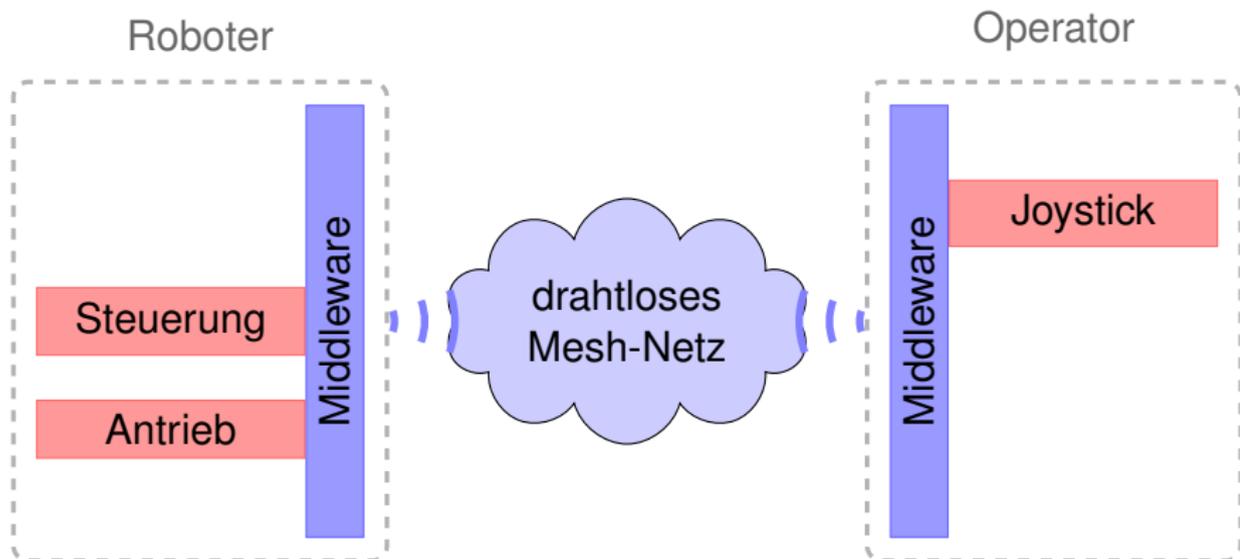
# Publish/Subscribe-Middleware



# Publish/Subscribe-Middleware

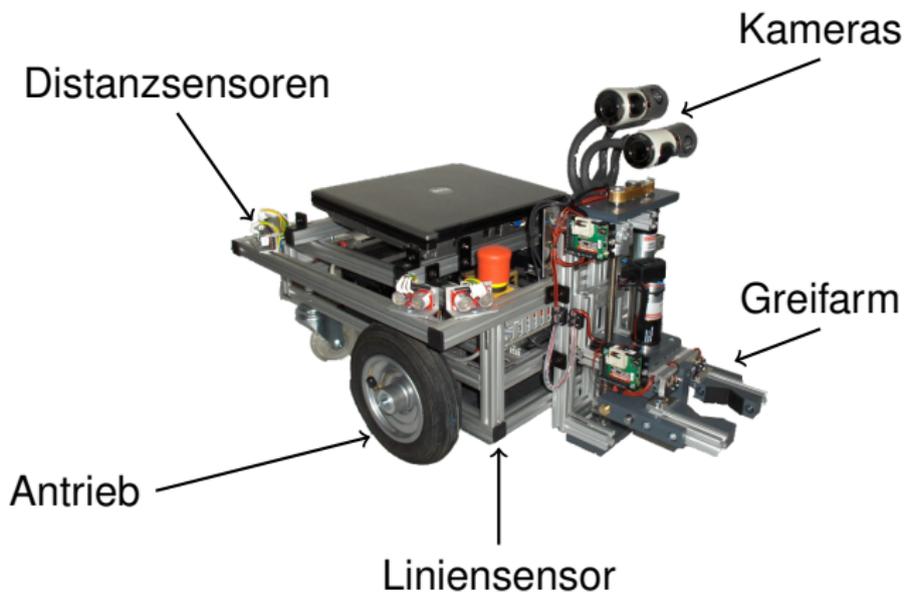


# Publish/Subscribe Middleware



netzwerktransparente Kommunikation  
über Publish/Subscribe Middleware

# Modularer Roboter



# Modulare Software

- modularer Aufbau des Roboters

# Modulare Software

- modularer Aufbau des Roboters
- ⇒ modularer Aufbau der Software
  - Aktoren
  - Sensoren
  - Regelungen

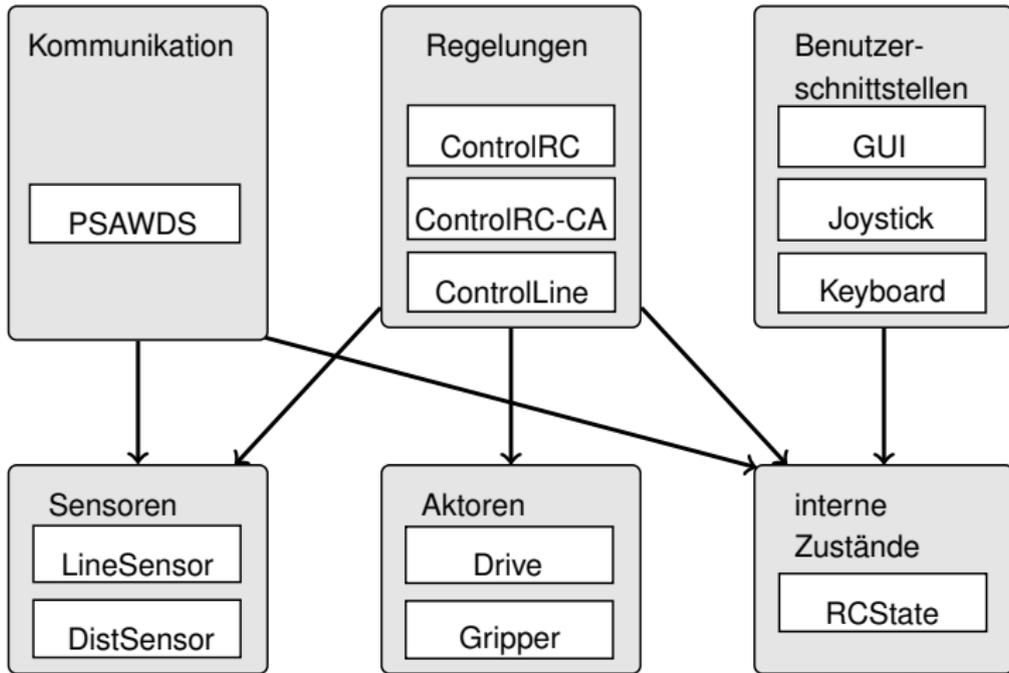
# Modulare Software

- modularer Aufbau des Roboters
- ⇒ modularer Aufbau der Software
  - Aktoren
  - Sensoren
  - Regelungen
- netzwerktransparente Kommunikation über Middleware

# Modulare Software

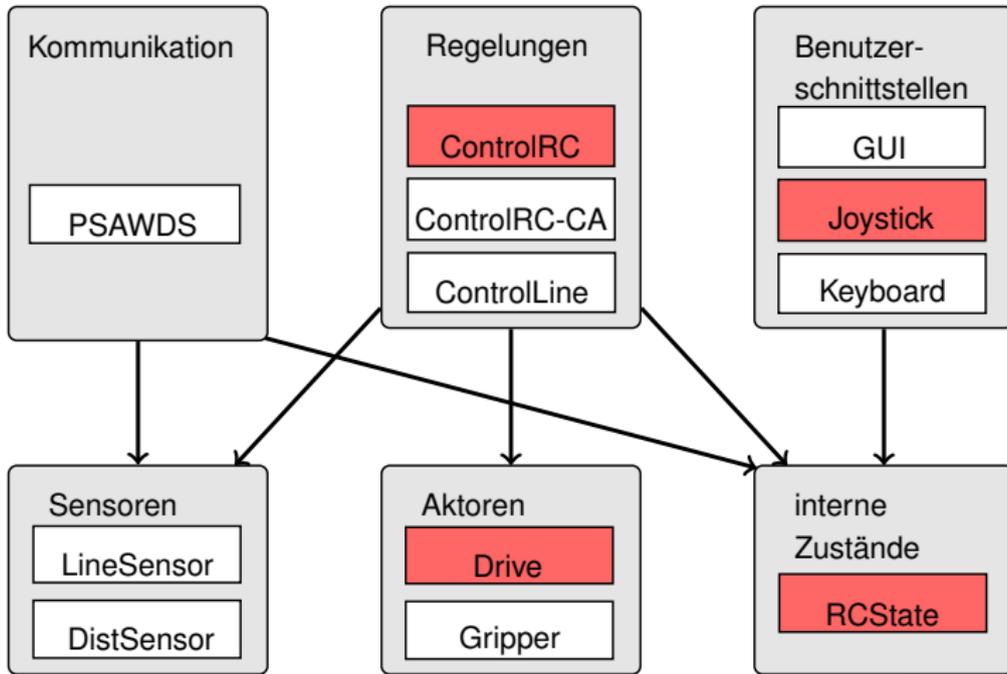
- modularer Aufbau des Roboters
- ⇒ modularer Aufbau der Software
  - Aktoren
  - Sensoren
  - Regelungen
- netzwerktransparente Kommunikation über Middleware
- Kompositionen verschiedener Module erzeugen unterschiedliche Anwendungen

# Modulare Software



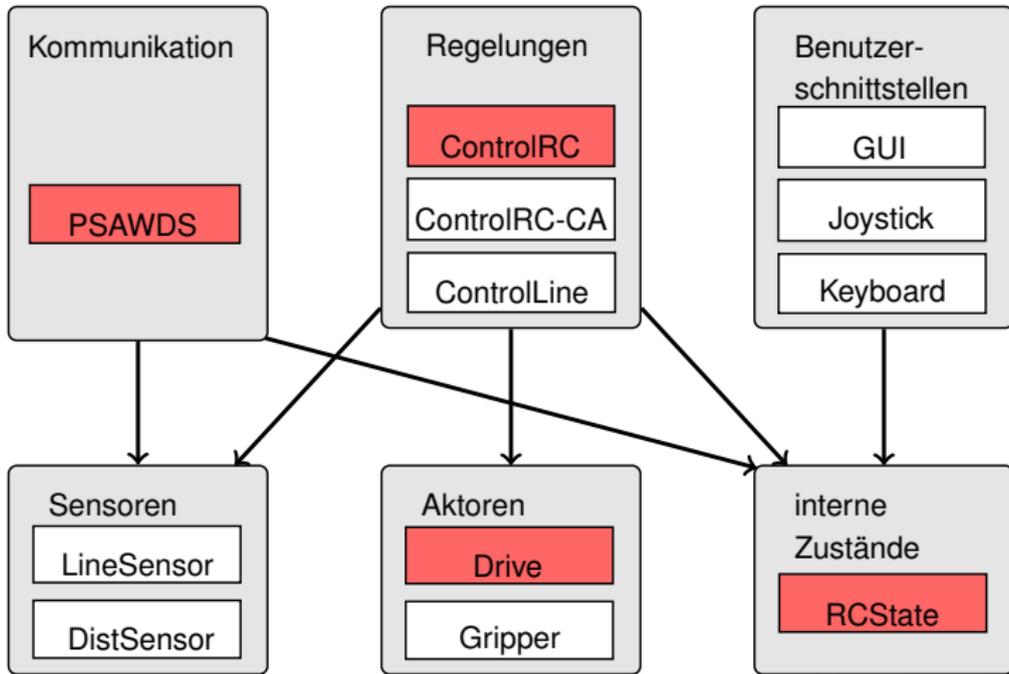
# Modulare Software

## direkte Steuerung



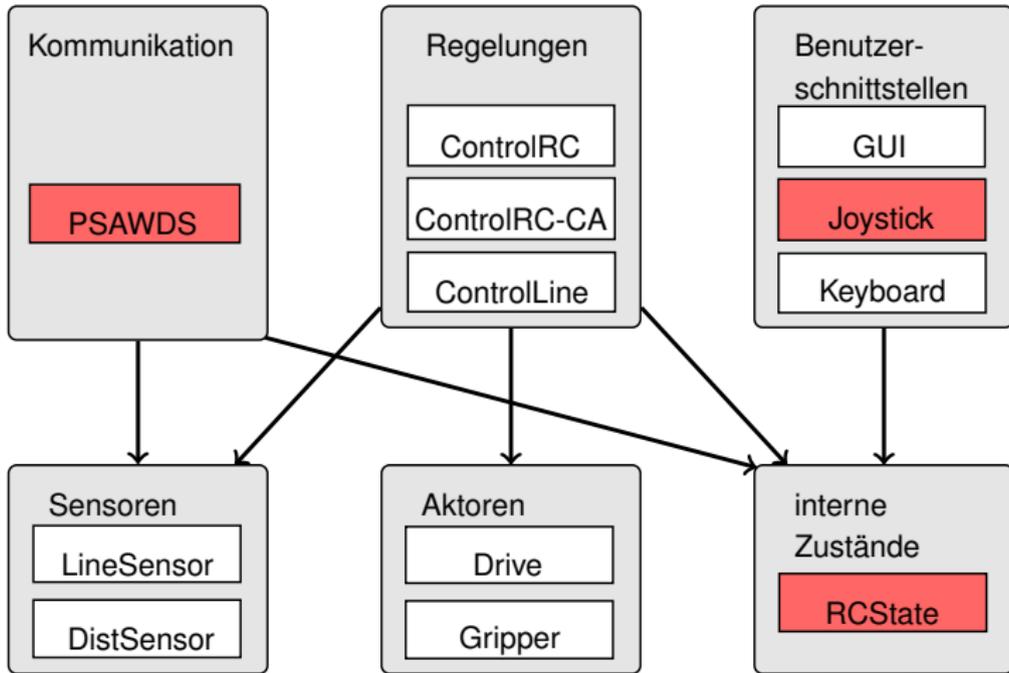
# Modulare Software

## Roboter ferngesteuert

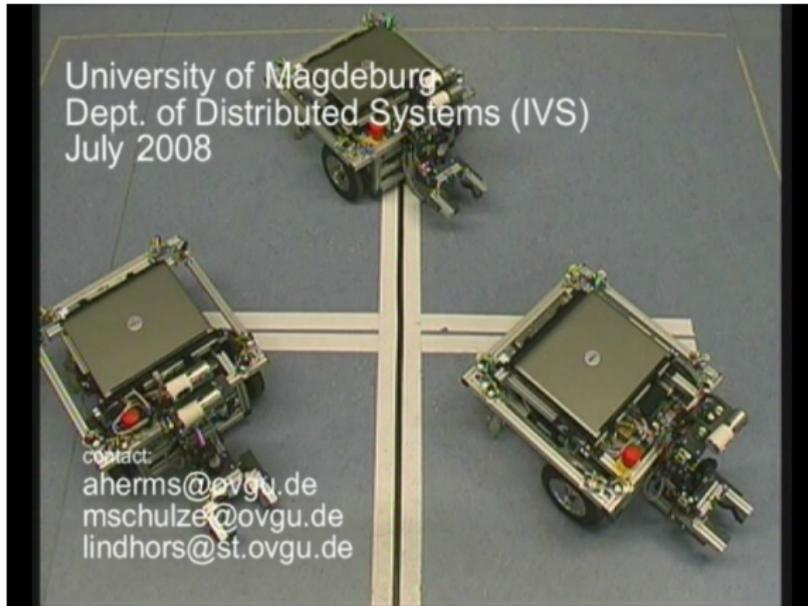


# Modulare Software

## Operator



# Video



# Zusammenfassung

## Teleoperation mobiler Roboter

- Echtzeit-Steuerung über drahtloses Mesh-Netz
- ausfallsicher und flexibel
- Unterstützung dynamischer Teilnehmer
- verteilte Applikationen durch modulare Software
- netzwerktransparente Kommunikation durch Publish/Subscribe-Middleware

# Fragen?



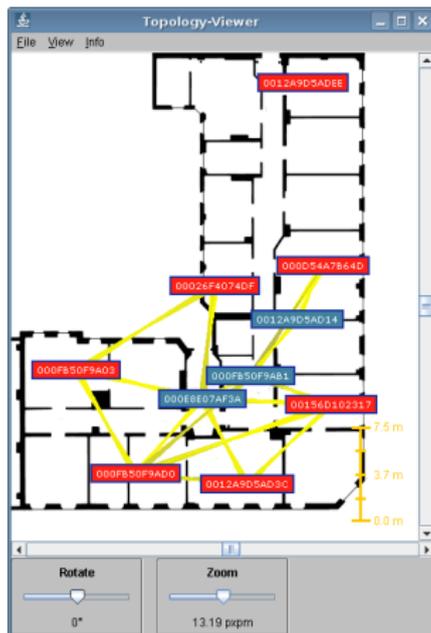
# Anhang

- AWDS
- COSMIC
- Module
- Middleware

# AWDS

## Ad-hoc Wireless Distribution Service

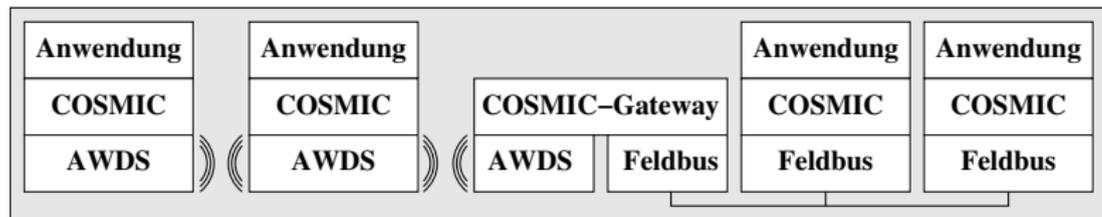
- Layer 2 Link-State-Routing
- Open Source -  
<http://awds.berlios.de>
- QoS-Erweiterungen
  - zuverlässige Verbindungen [HLI06]
  - Bandbreitenreservierung [HNS08, HSL07]



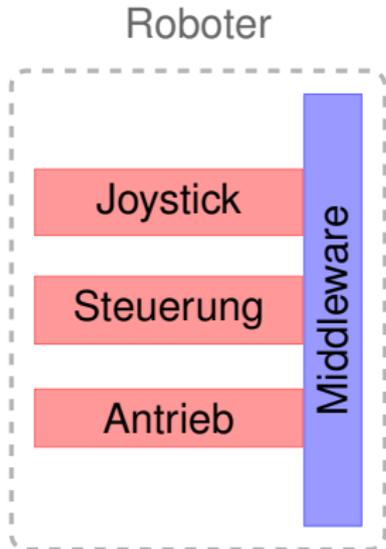
# COSMIC

## COoperating SMart devICes [KB02, SZ07]

- unterstützt diverse Kommunikationsnetze (CAN, TCP/IP)
- Erweiterung um AWDS als zusätzliches Subnetz [HS08, HSKN08]

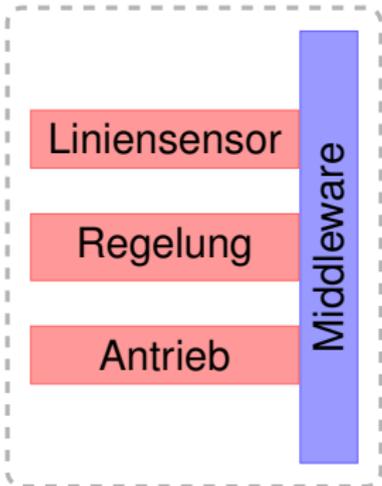


# Modulare, verteilte Applikationen

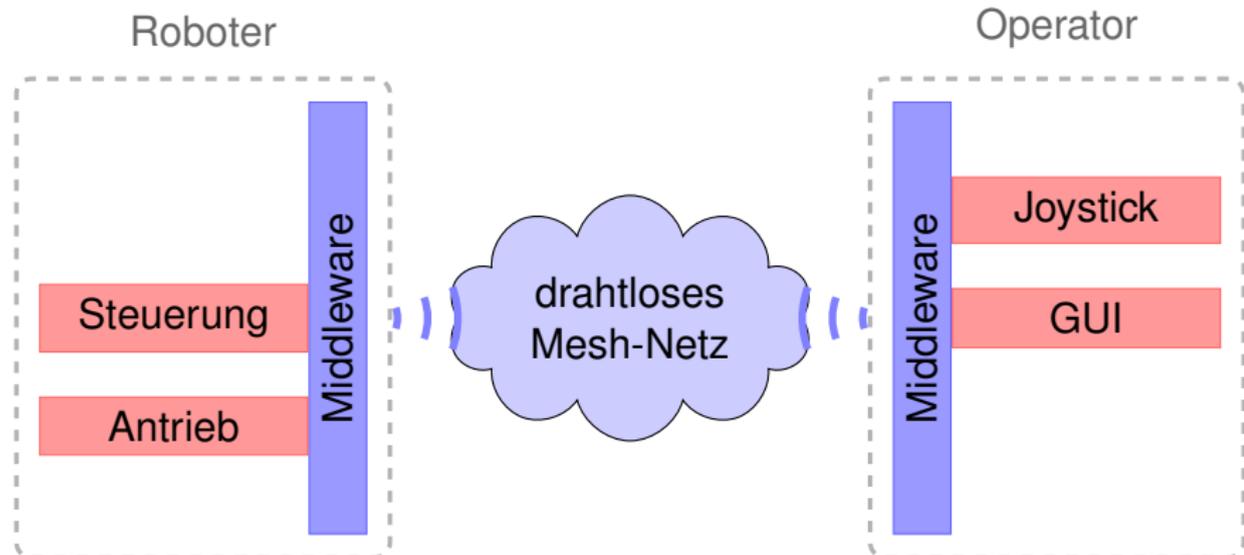


# Modulare, verteilte Applikationen

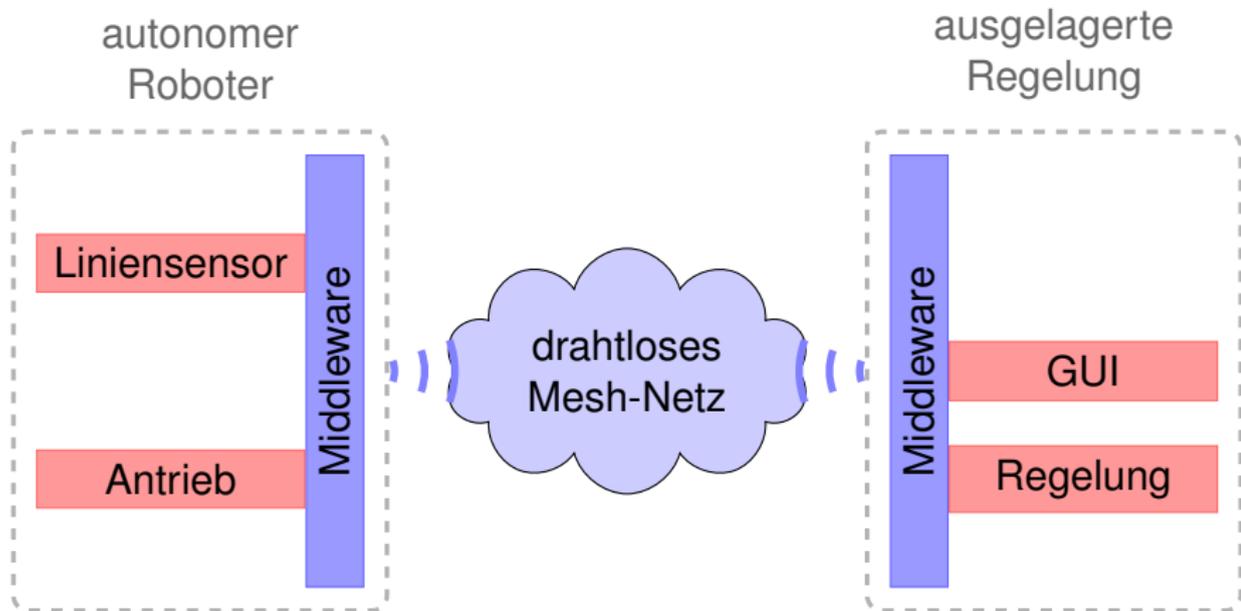
autonomer  
Roboter



# Modulare, verteilte Applikationen



# Modulare, verteilte Applikationen



# References



André Herms, Georg Lukas, and Svilen Ivanov.

Realism in design and evaluation of wireless routing protocols.

In *Proceedings of First international Workshop on Mobile Services and Personalized Environments (MSPE'06)*, volume P-102, pages 57–70, Aachen, Germany, November 2006. Lecture Notes in Informatics (LNI).



André Herms, Edgar Nett, and Stefan Schemmer.

Real-time mesh networks for industrial applications.

In *Proceedings of IFAC'08, 2008*.

to appear.



André Herms and Michael Schulze.

Publish/subscribe middleware für selbstorganisierende drahtlose multi-hop-netzwerke.

In *Proceedings of SAKS'08, 2008*.

to appear.



André Herms, Michael Schulze, Jörg Kaiser, and Edgar Nett.

Exploiting publish/subscribe communication in wireless mesh networks for industrial scenarios.

In *Emerging Technologies in Factory Automation (ETFA '08), Proceedings of*, pages 648–655, Hamburg, Germany, September 2008.



André Herms, Stefan Schemmer, and Georg Lukas.

Real-time mesh networks for industrial automation.

In *Proceedings of SPS/IPC/DRIVES, Elektrische Automatisierung, Systeme und Komponenten '07*, Nuremberg, Germany, November 2007.



J. Kaiser and C. Brudna.

A Publisher/Subscriber Architecture Supporting Interoperability of the CAN-Bus and the Internet