

Zuverlässige Drahtlose Mesh-Netzwerke für Industrielle Anwendungen

Georg Lukas, Edgar Nett
glukas,nett@ovgu.de

Institut für Verteilte Systeme (IVS)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Forum Mobile Roboter
Hannover, 24.04.2009



Überblick

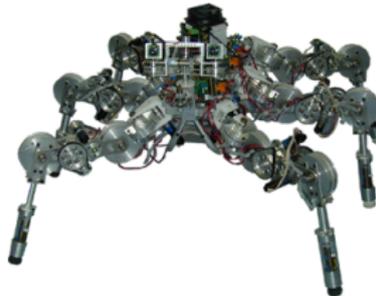
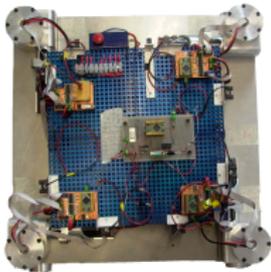
Einleitung
WLAN und Mesh-Netze
Zuverlässigkeit
Video-Demonstration
Zusammenfassung



Zuverlässige Drahtlose Mesh-Netzwerke?

Mobile Roboter integriert in industrieller Umgebung

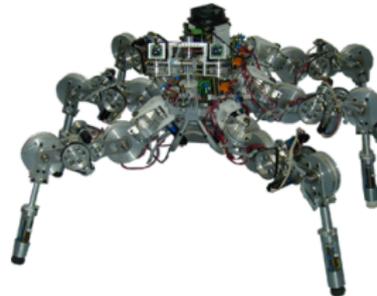
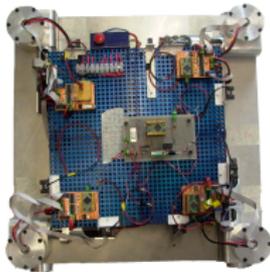
- mobiles System mit Sensoren und Aktoren
- Fernsteuerung / Überwachung
- drahtlose Kommunikation



Zuverlässige Drahtlose Mesh-Netzwerke?

Mobile Roboter integriert in industrieller Umgebung

- mobiles System mit Sensoren und Aktoren
- Fernsteuerung / Überwachung
- drahtlose Kommunikation
- *Hohe Zuverlässigkeitsansprüche*



Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: Wie deckt man ein Gebiet ab?
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: Welchen Aufwand hat der Admin?



Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: Wie deckt man ein Gebiet ab?
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: Welchen Aufwand hat der Admin?

⇒ Mehrschichtige Infrastruktur erforderlich

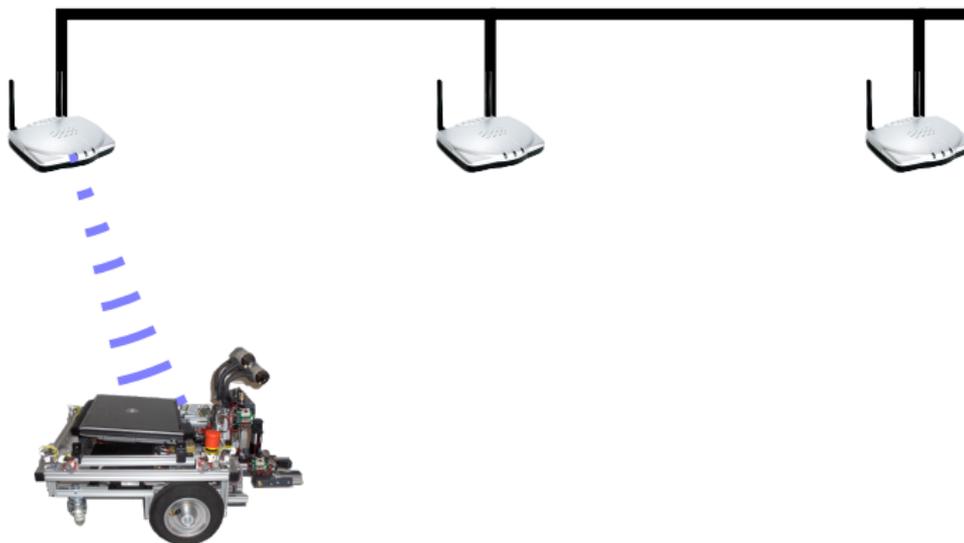


WLAN-Infrastruktur

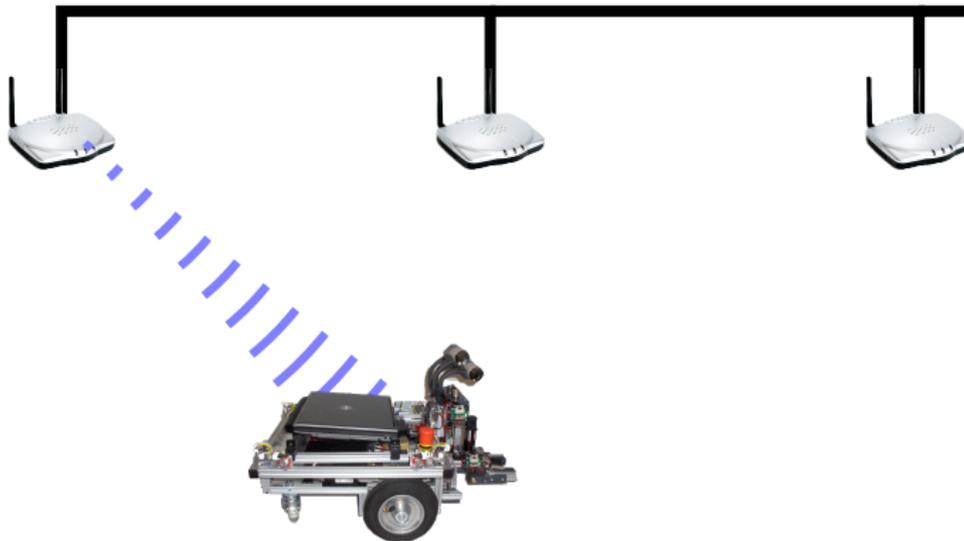


- Ersatz für „letztes Kabel“ : verbindet mobile Teilnehmer
- drahtgebundene Infrastruktur im Hintergrund
- ✓ *verfügbar, verlässlich*
- günstig, viele Anbieter, ...

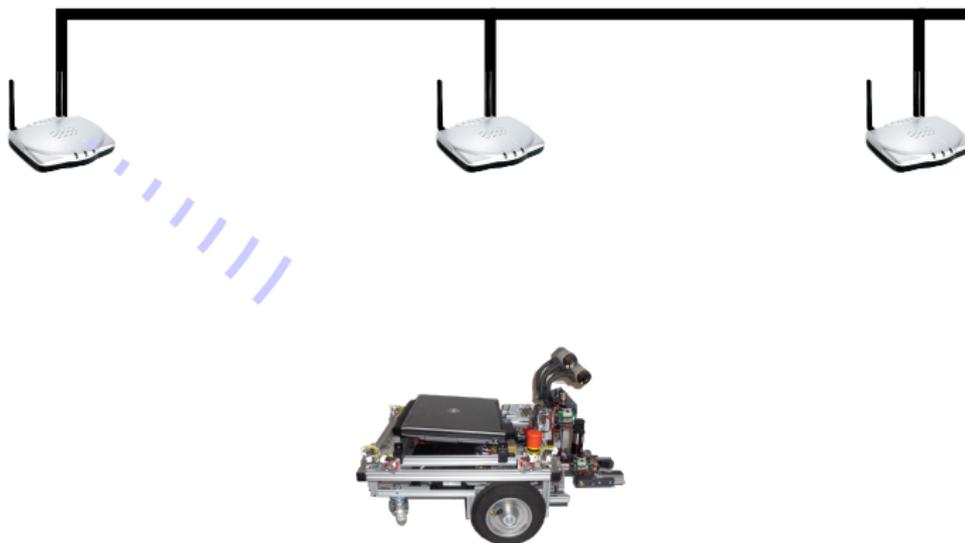
Warum ruckelt es im WLAN?



Warum ruckelt es im WLAN?

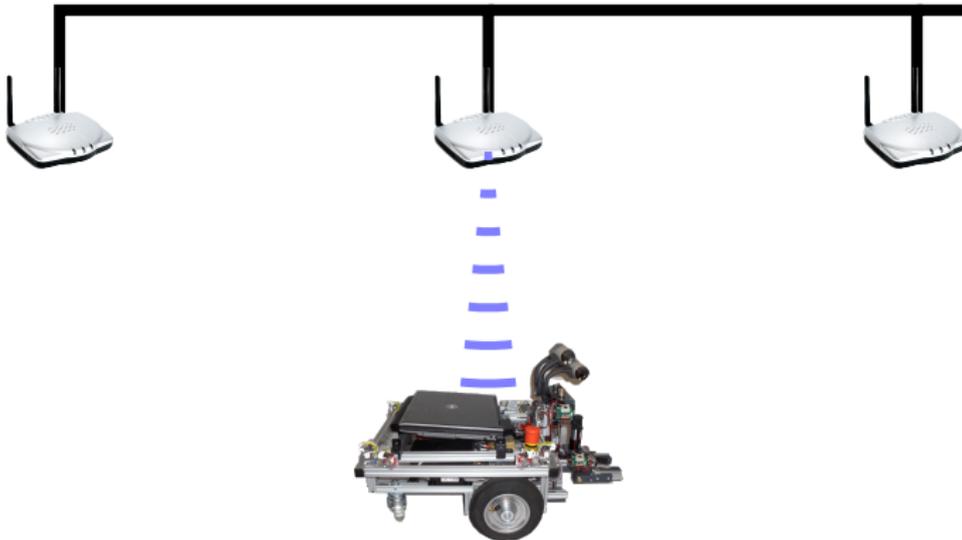


Warum ruckelt es im WLAN?



Muss neuen AP suchen

Warum ruckelt es im WLAN?



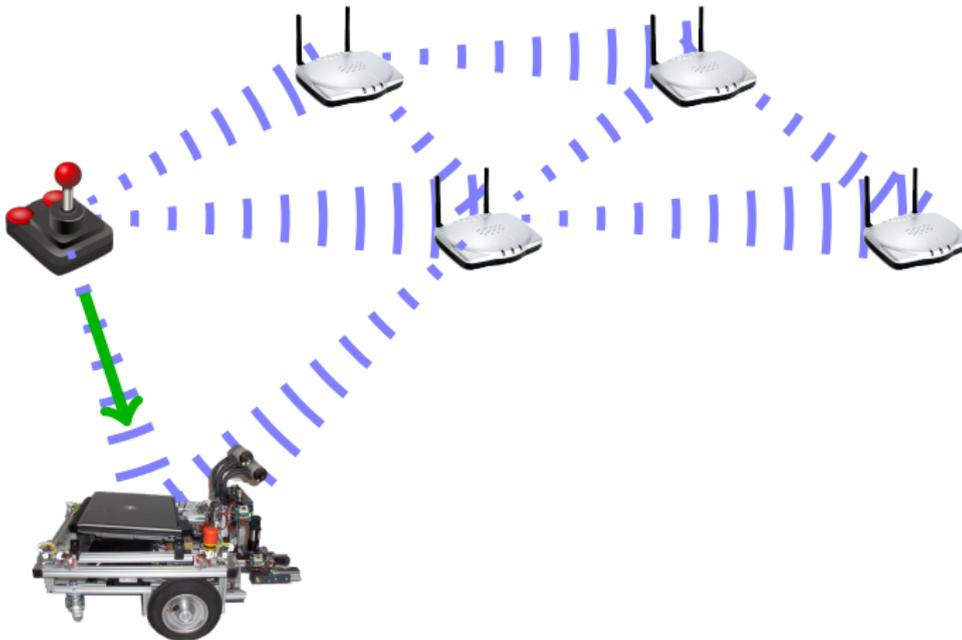
Sekunden später...

Drahtlose Mesh-Netze

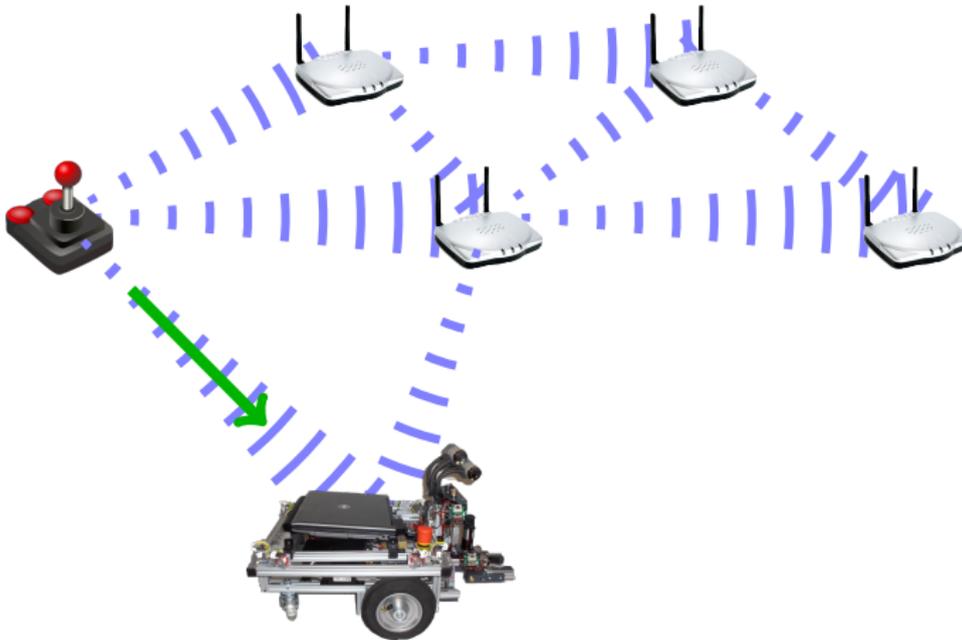


- echt drahtlos – keine Verkabelung nötig
- Mesh-Router („APs“) leiten per Funk Nachrichten weiter
- Simultane Verbindungen möglich

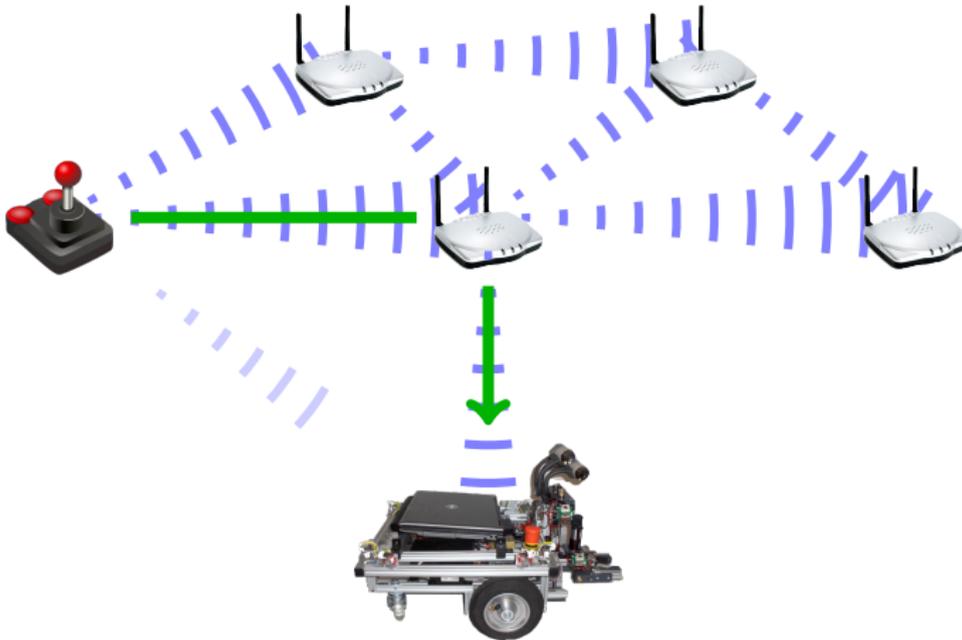
Rerouting im Mesh



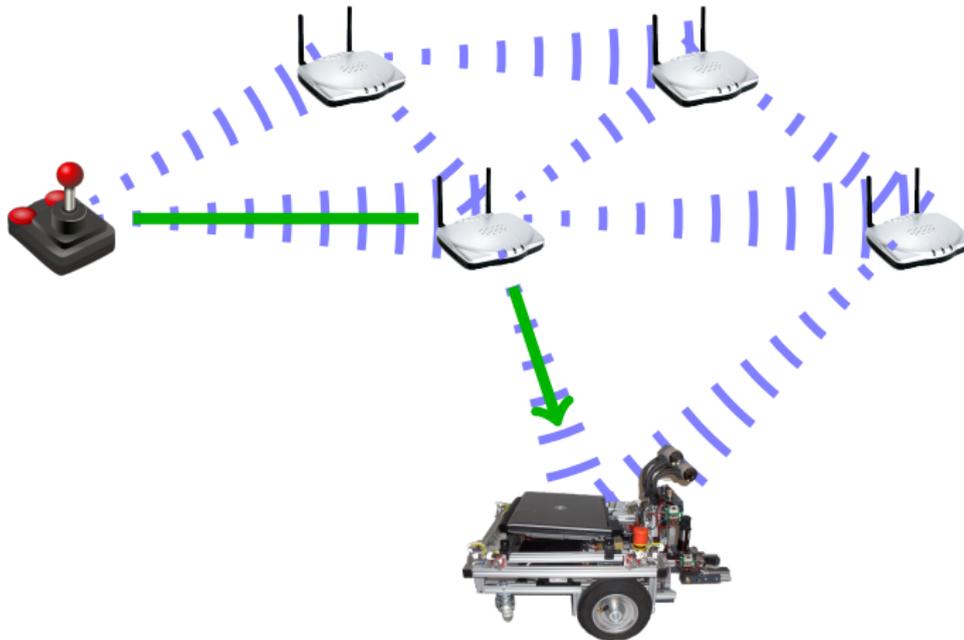
Rerouting im Mesh



Rerouting im Mesh



Rerouting im Mesh



Vorteile von Mesh-Netzen

- keine Verkabelung
- preiswerte Hardware
- simultane Verbindungen
- Selbst-Organisation
- automatische Integration zusätzlicher Knoten



Aspekte der Zuverlässigkeit

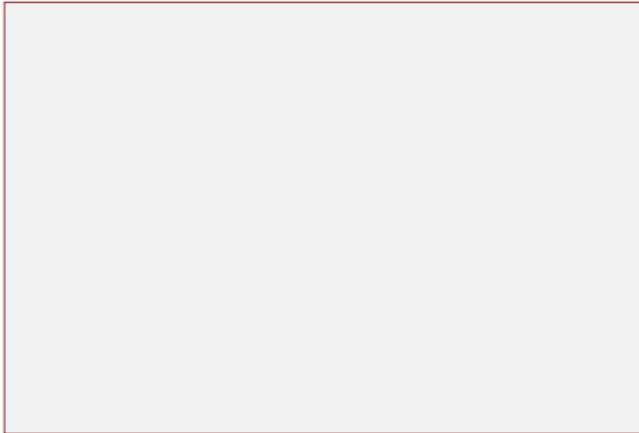
- *Verfügbarkeit*: Wie deckt man ein Gebiet ab?
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: Welchen Aufwand hat der Admin?

Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: Wie deckt man ein Gebiet ab?
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Abdeckung durch Funksignale

Fabrikhalle

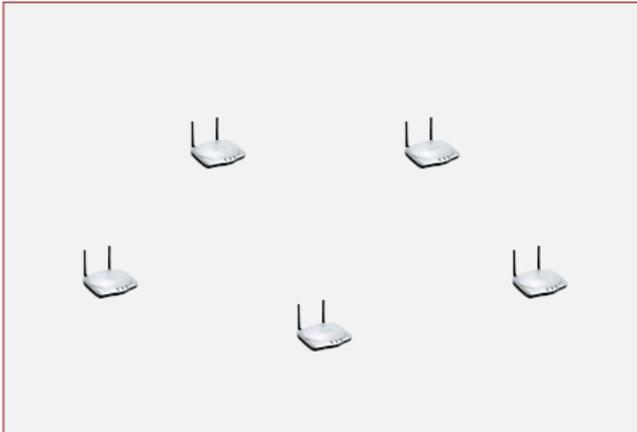


Netz-Verfügbarkeit?

- Gebäudeplan

Abdeckung durch Funksignale

Fabrikhalle

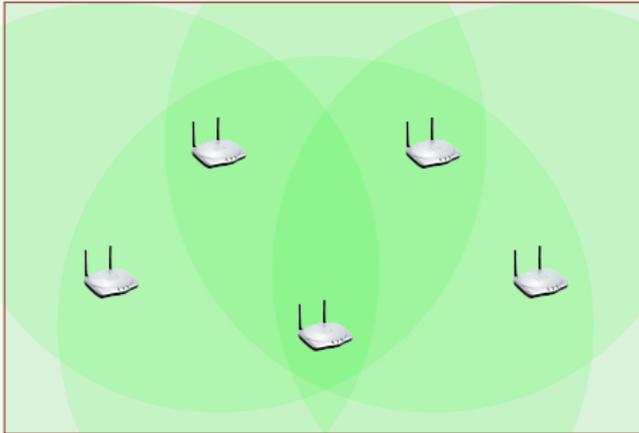


Netz-Verfügbarkeit?

- Gebäudeplan
- Mesh-Router-Aufstellung

Abdeckung durch Funksignale

Fabrikhalle

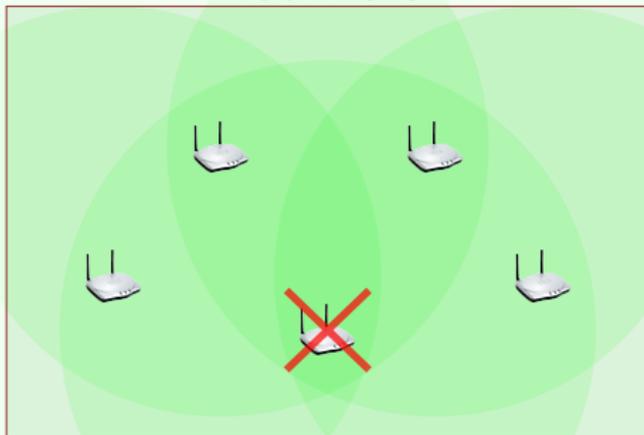


Netz-Verfügbarkeit?

- Gebäudeplan
- Mesh-Router-Aufstellung
- Ausleuchtungsplanung

Abdeckung durch Funksignale

Fabrikhalle

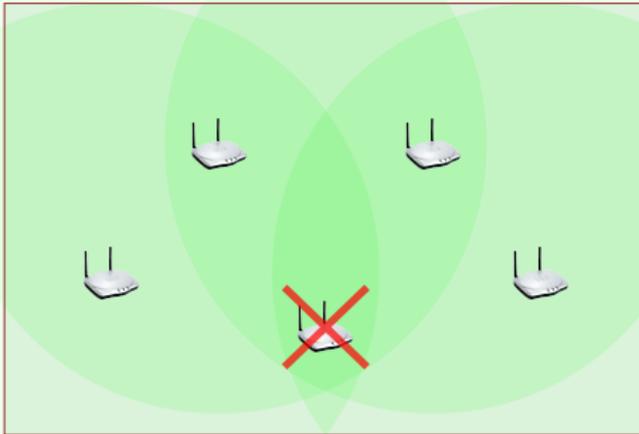


Netz-Verfügbarkeit?

- Gebäudeplan
- Mesh-Router-Aufstellung
- Ausleuchtungsplanung
- Redundante Abdeckung

Abdeckung durch Funksignale

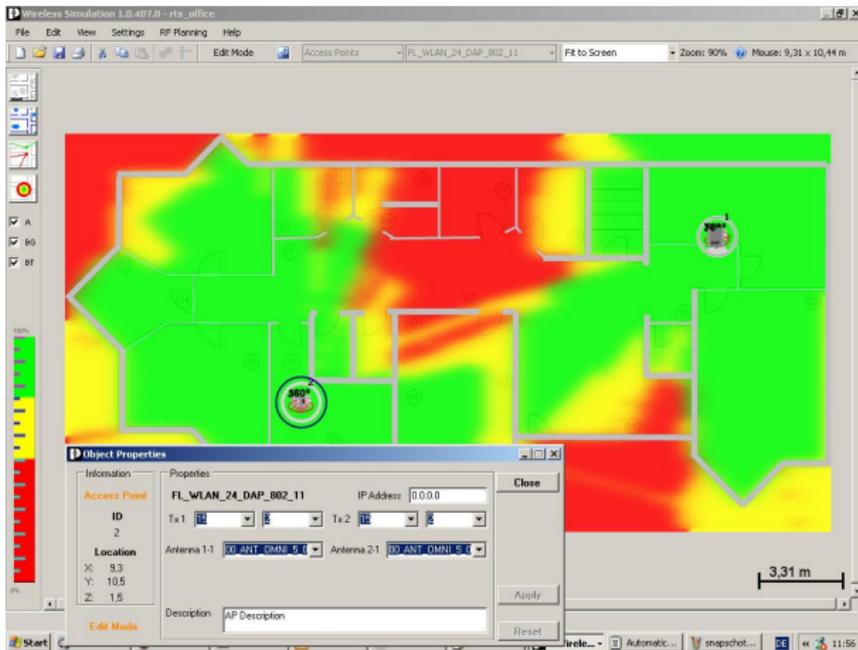
Fabrikhalle



Netz-Verfügbarkeit?

- Gebäudeplan
- Mesh-Router-Aufstellung
- Ausleuchtungsplanung
- **Redundante** Abdeckung

Abdeckung durch Funksignale



Coverage simulation & planning tool
(OvGU + rt-solutions.de GmbH)

Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: Wie deckt man ein Gebiet ab?
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: **Abdeckungsplanung für Funksignale!**
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Ende-Zu-Ende-Garantien

Applikationsanforderungen:

- Bandbreite, Latenz, Paketzustellung
- Roboter: Kontrollvideo, Steuerung, Sensordaten

Ende-Zu-Ende-Garantien

Applikationsanforderungen:

- Bandbreite, Latenz, Paketzustellung
- Roboter: Kontrollvideo, Steuerung, Sensordaten

Problemfall: Überlast

- Hohe Paketverluste & Latenzen



Ende-Zu-Ende-Garantien

Applikationsanforderungen:

- Bandbreite, Latenz, Paketzustellung
- Roboter: Kontrollvideo, Steuerung, Sensordaten

Problemfall: Überlast

- Hohe Paketverluste & Latenzen

Lösung:

- „Wichtige“ und „weniger wichtige“ Nachrichten
- Zentrale Kontrollinstanz
- Präzise Vermessung verfügbarer Bandbreite
- Garantien für Bandbreite, Latenz, Paketverluste



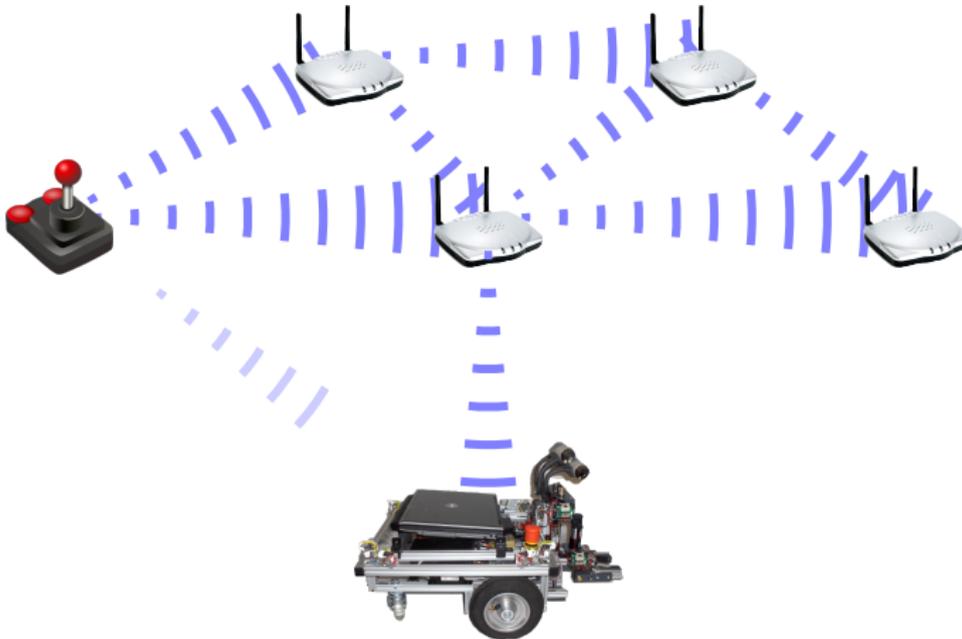
Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: **Abdeckungsplanung für Funksignale!**
- *Verlässlichkeit*: Welche Garantien sind möglich?
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Aspekte der Zuverlässigkeit

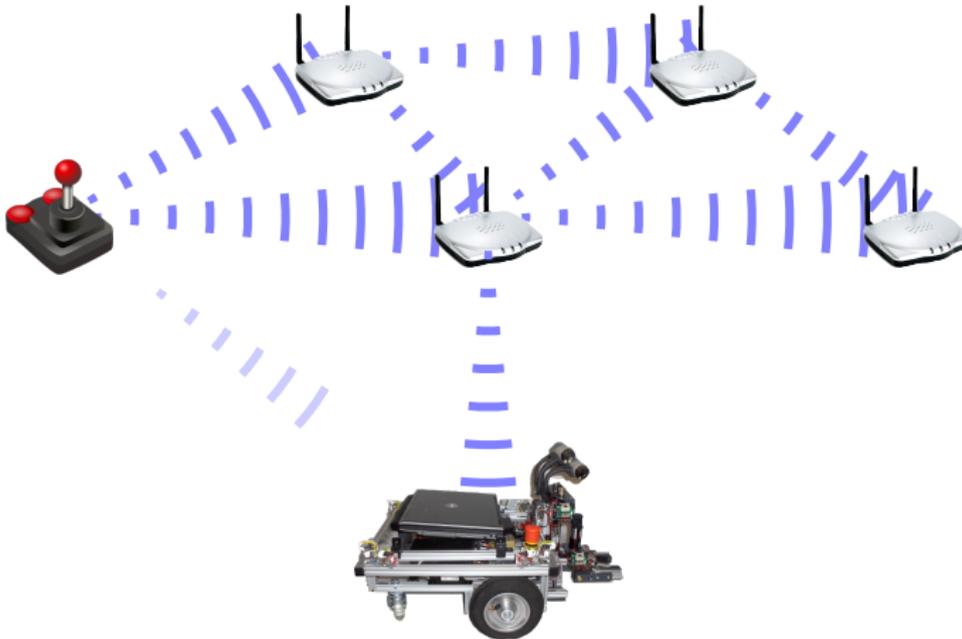
- *Verfügbarkeit*: **Abdeckungsplanung für Funksignale!**
- *Verlässlichkeit*: **Garantierte Bandbreite, Latenz, Paketverluste!**
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Erkennung von Mobilität



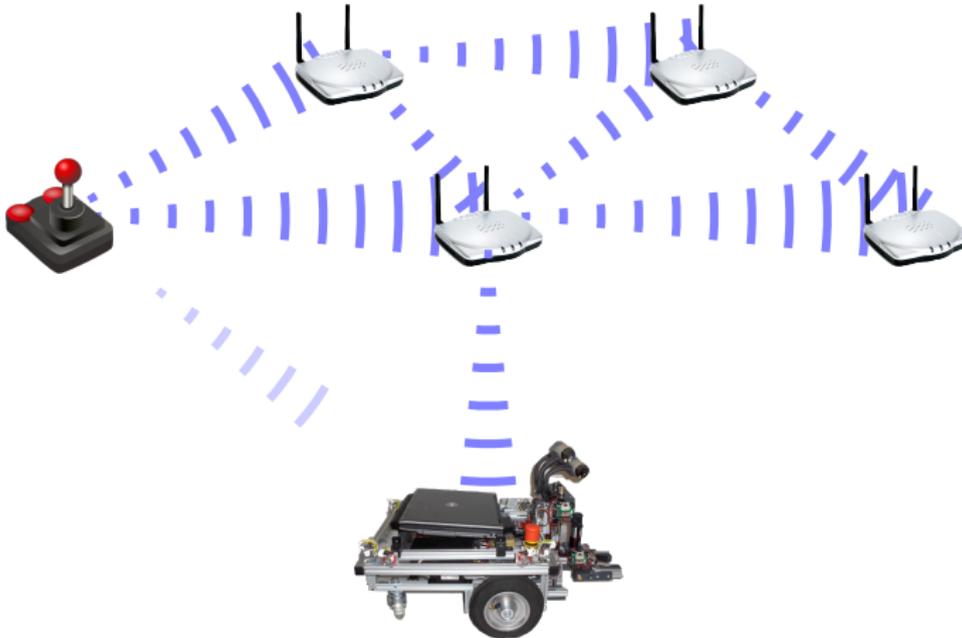
- Erkennungszeit?

Erkennung von Mobilität



- Erkennungszeit? **Mehrere Sekunden!**

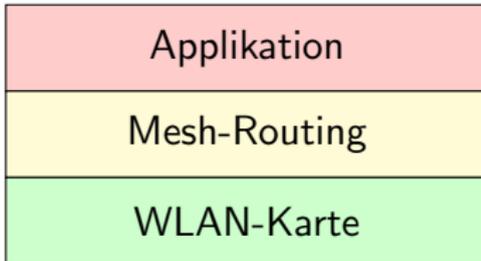
Erkennung von Mobilität



- Erkennungszeit? Mehrere Sekunden!
- Schnellerkennung erforderlich!

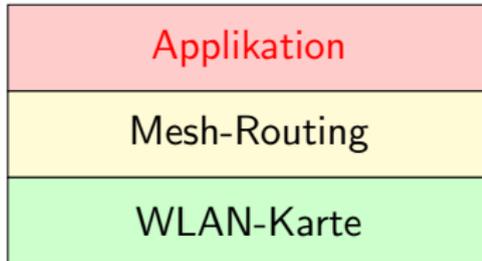
Schichtübergreifender Ansatz

Vereinfachtes Schichtenmodell:



Schichtübergreifender Ansatz

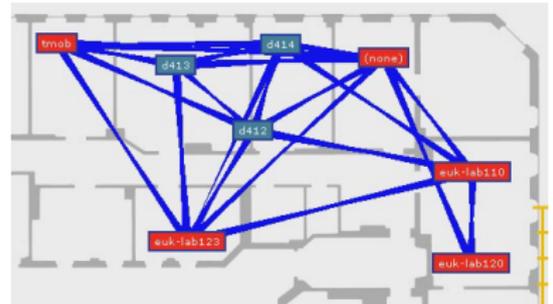
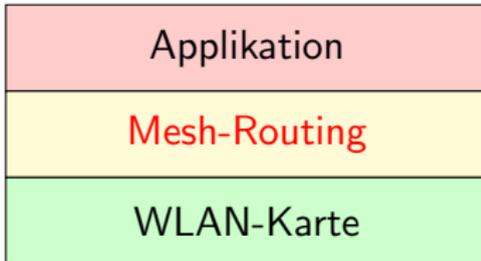
Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Hohe Abstraktion
- Keine Kenntnis der Topologie

Schichtübergreifender Ansatz

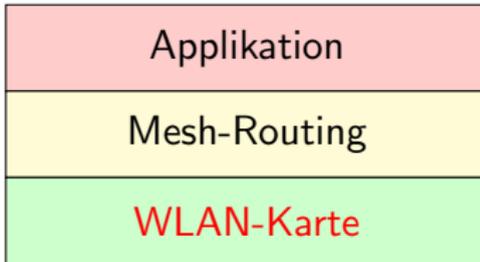
Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Mittlere Abstraktion
- Kenntnis der Topologie
- Überwachung der Nachbarschaft

Schichtübergreifender Ansatz

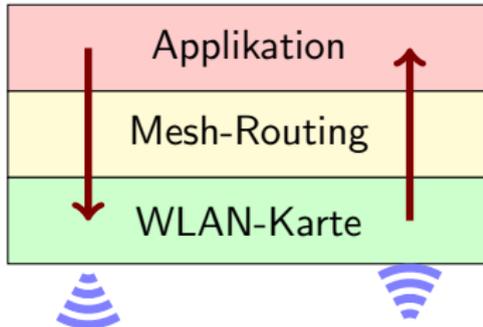
Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Geringe Abstraktion
- Keine Kenntnis der Topologie
- Paketversand zu Nachbarn
- Informationen über das Medium

Schichtübergreifender Ansatz

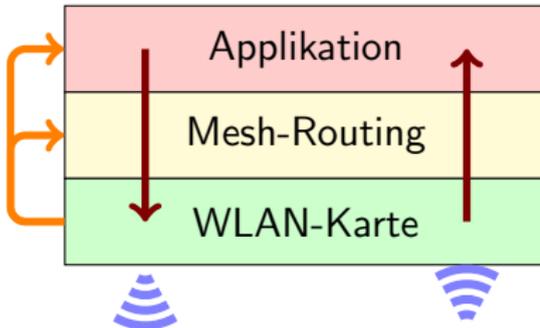
Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Standardisierte Schnittstelle für Paketversand und Empfang
- Keine Zusatzinformationen

Schichtübergreifender Ansatz

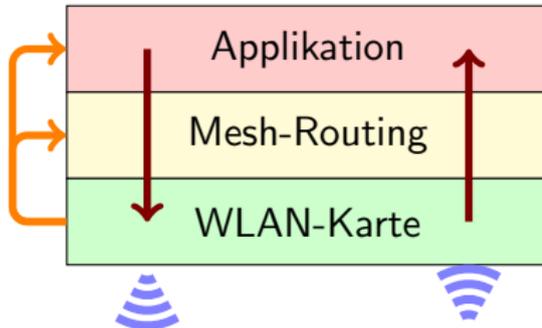
Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Zusätzliche „Cross-Layer“-Schnittstelle
 - Zustand des Mediums
 - Bestätigungen des Paketempfangs

Schichtübergreifender Ansatz

Vereinfachtes Schichtenmodell:



- Zusätzliche „Cross-Layer“-Schnittstelle
 - Zustand des Mediums
 - Bestätigungen des Paketempfangs

⇒ **Schnelle Erkennung von Link-Abbrüchen!**

Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: **Abdeckungsplanung für Funksignale!**
- *Verlässlichkeit*: **Garantierte Bandbreite, Latenz, Paketverluste!**
- *Mobilität*: Wie versorgt man mobile Teilnehmer?
- *Wartbarkeit*: **Selbst-Organisation!**

Aspekte der Zuverlässigkeit

- *Verfügbarkeit*: Abdeckungsplanung für Funksignale!
- *Verlässlichkeit*: Garantierte Bandbreite, Latenz, Paketverluste!
- *Mobilität*: Schnelle Erkennung von Link-Abbrüchen!
- *Wartbarkeit*: Selbst-Organisation!

Video-Demonstration



Zusammenfassung

- Drahtlose Mesh-Netzwerke
 - selbst-organisierend
 - flexibel
 - günstig
- Zuverlässige Infrastruktur
 - verfügbar, verlässlich, wartbar
 - geeignet für industrielle Anwendungen
 - geeignet für mobile Roboter

Zusammenfassung

- Drahtlose Mesh-Netzwerke
 - selbst-organisierend
 - flexibel
 - günstig
- Zuverlässige Infrastruktur
 - verfügbar, verlässlich, wartbar
 - geeignet für industrielle Anwendungen
 - geeignet für mobile Roboter



Gibt es Fragen?



- Halle 22, Stand A38
- Gemeinschaftsstand mit Fraunhofer IAIS und IFF
- Live-Demonstration!

<http://ivs.cs.ovgu.de/EuK/>

<http://awds.berlios.de/>