



**Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil**

**Fabian Kempf**

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

# Evaluation von Backbonesystemen im Automobil

Fabian Kempf

HAW Hamburg

15. Dezember 2011



# Agenda

## Evaluation von intelligenten Backbonesystemen im Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

## Einführung

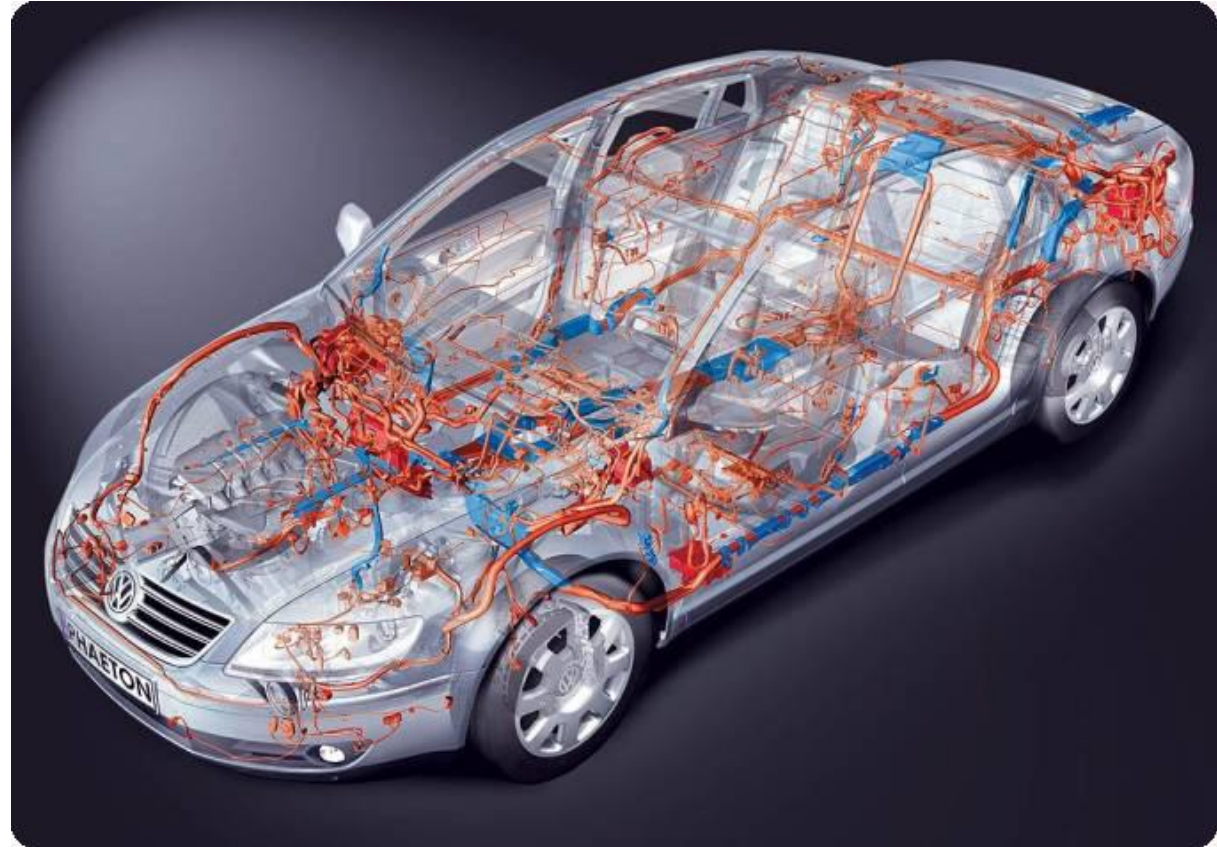
- Motivation
- Problematik
- Ziele
- Hintergrund
  - Backbonetechnologien
  - Netzwerktopologien
- Risiken & Ausblick
- Literatur

## Warum ein neues Kommunikationssystem im Auto?

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

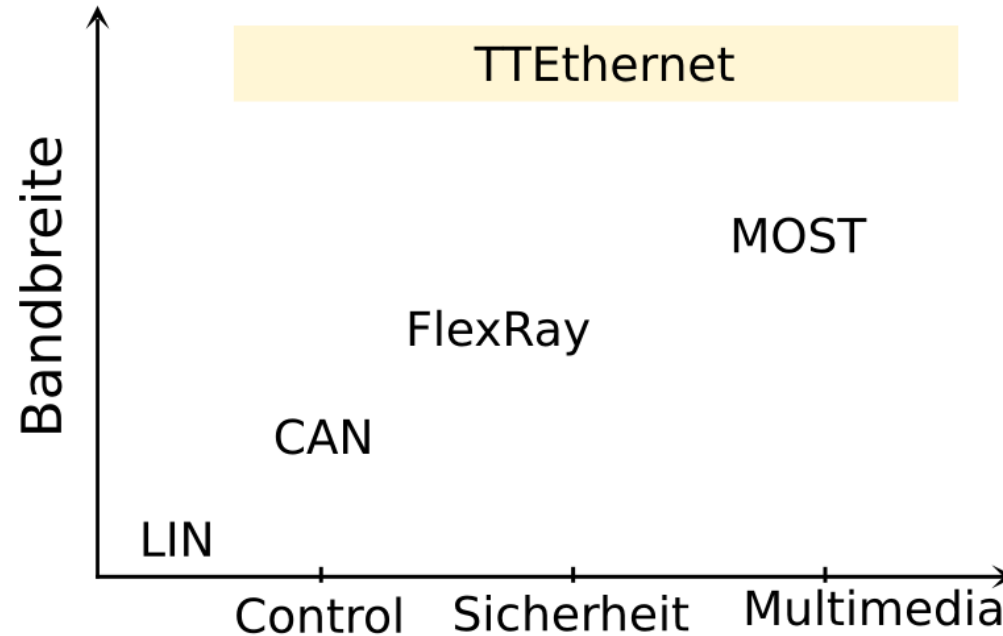
- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur



1.

Warum ein neues Kommunikationssystem im Auto?

- Verschiedene Arten von Systemen



Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

Fabian Kempf

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur



# Motivation

## Ethernet als neues Backbone?

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- **Einführung**
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

- Etablierter Standard für lokale Netze
- Hohe Datenrate
- Ergänzung alter Feldbussysteme
- Entkopplung des Protokolls vom Übertragungsmedium
- Determinismus für sicherheitsrelevante Funktionen  
→ Zeitgesteuert
- Echtzeitkonzepte existieren → TTEthernet



# Motivation

## Gründe für eine Netzwerksimulation?

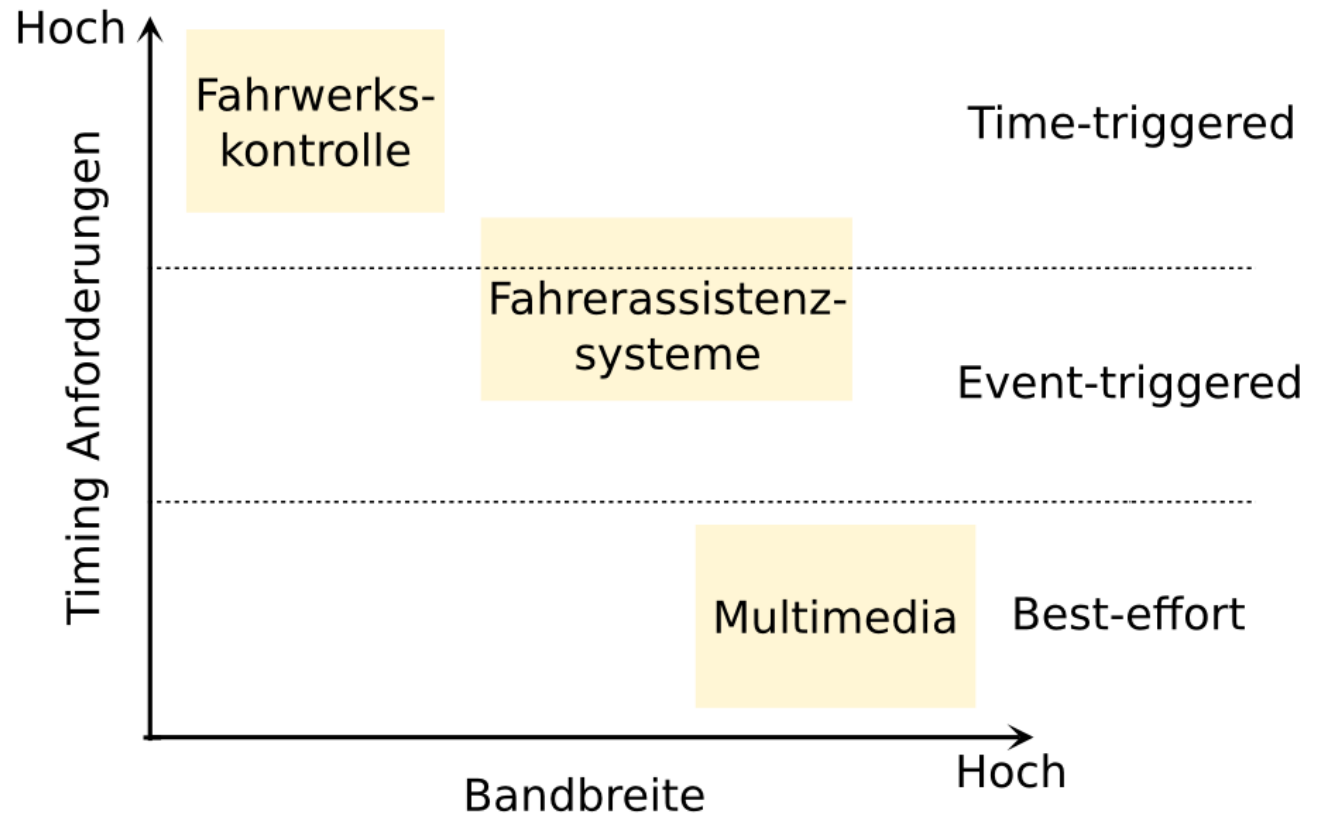
Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- **Einführung**
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

- Analyse ohne Hardware
- Große Netzwerke günstig realisierbar
- Anschauliches Verhalten der Komponenten
- Schnellere Überprüfung der Konfiguration möglich
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
- Schnelle Evaluation von Designalternativen
- Grenzfallbetrachtung
- **Aber:**
  - Fehlender Nachweis der Korrektheit
  - Hoher Speicherplatz/Rechenzeit

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur





# Ziele

## Evaluation von Backbonesystemen

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- **Einführung**
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

- Migration von bisherigen Bussystemen auf TTEthernet simulieren
  - Realistisches Design mit CAN und FlexRay
  - Designalternativen mit TTEthernet
- Parallele Simulation von CAN, FlexRay, TTEthernet
- Netzübergänge zwischen den Protokollen
- Anforderungen an ein realistisches Design
- Erstellung von Lastgeneratoren



### Evaluation von intelligenten Backbonesystemen im Automobil

#### Fabian Kempf

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur

#### LIN:

- Single-Wire Bus
- 20 kBit/s
- Lokale Komponenten und Sensoren

#### CAN:

- Entwickelt von Bosch 1981
- 3. Arten von CAN-Bussystemen
  - Highspeed - CAN: 500KBit/s
  - Lowspeed - CAN: 125KBit/s
  - Single Wire - CAN: 16,3 KBit/s
- Prioritäten durch Arbitrierung
- Bereich Antrieb, Komfort und Diagnose

#### FlexRay:

- Eignung für Echtzeitsysteme
- Backbone für andere Bussysteme
- 10 Mbit/s je Kanal

#### MOST:

- Optisches Bussystem
- 22.5 Mbit/s
- Entertainment



# Time-Triggered Ethernet

Verschiedene Trafficarten – Ein Kanal

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur

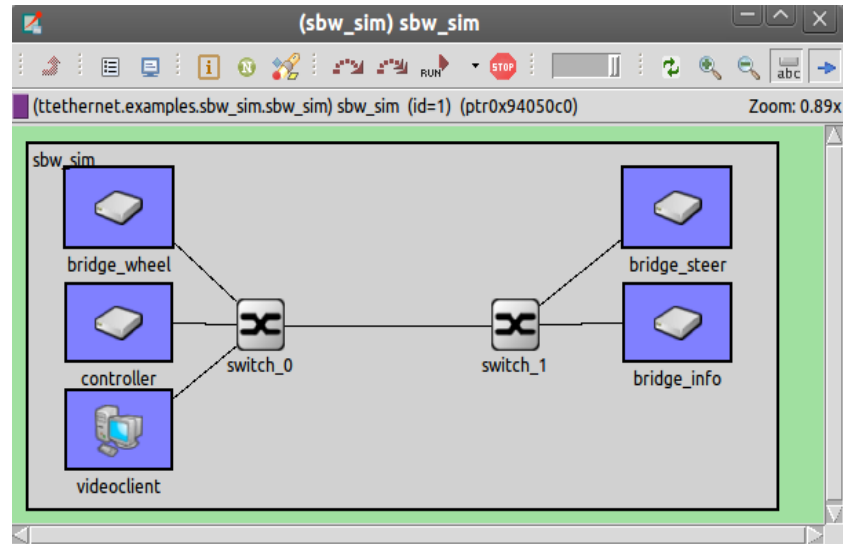
- Echtzeit-Erweiterung von Ethernet
- Entwickelt von TTTech Computertechnik AG, ursprünglich TU Wien
- Drei Nachrichtenklassen
  - **Time-triggered:** Höchste Priorität, Synchronisierung (PCF), offline Konfigurierung
  - **Rate-constrained:** Bandbreitenbasiert, Event-gesteuert, AFDX
  - **Best-effort:** Standard Ethernet, Restbandbreite

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur

- Open Source
- Ereignisbasiertes Simulationswerkzeug
- Eclipse basierte IDE
- INET-Framework → Zusammenstellung der Standard-Netzwerkprotokolle
- Modellierung von Netzwerken, verteilten Systemen





# Backbone-Architektur

## Die Vernetzung von Netzen

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur

## 2 Ansätze für netzübergreifenden Datenaustausch

- Supergateway:

Einzelnes, zentrales Gateway → komplex, teuer

- Backbone-Architektur

Dezentraler Ansatz

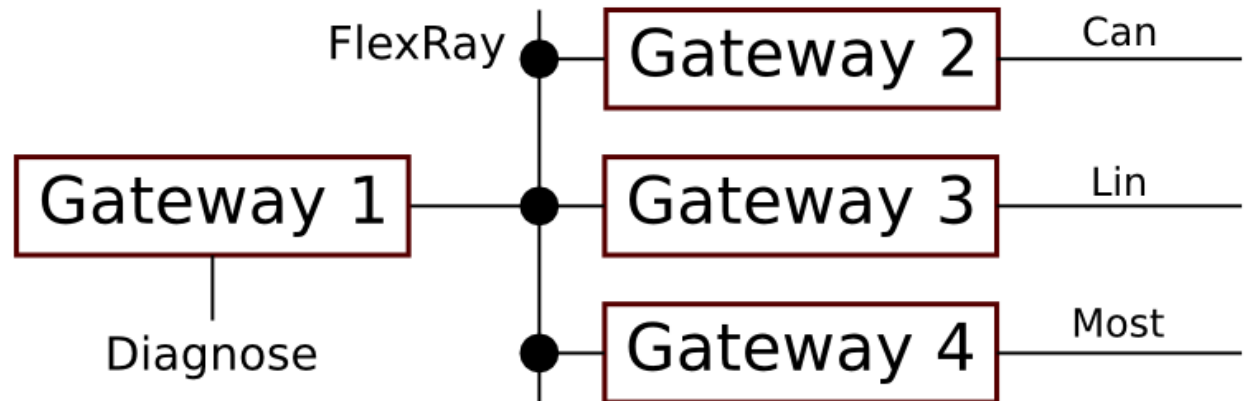
Modulare Vernetzung der Bussysteme

Lokale Gateways → Verbindung zum Backbone

**Vorteile:** Skalierbarkeit, Kosten, Unterstützung der  
Variantenvielfalt, Redundanz

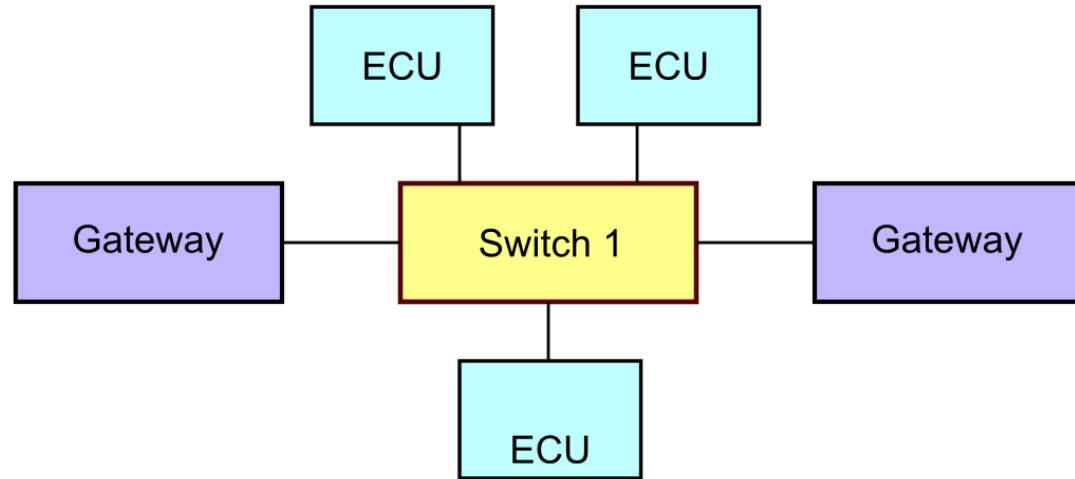
- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur

- Gateway



Verbindungen zwischen verschiedenen Datenbussen

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur



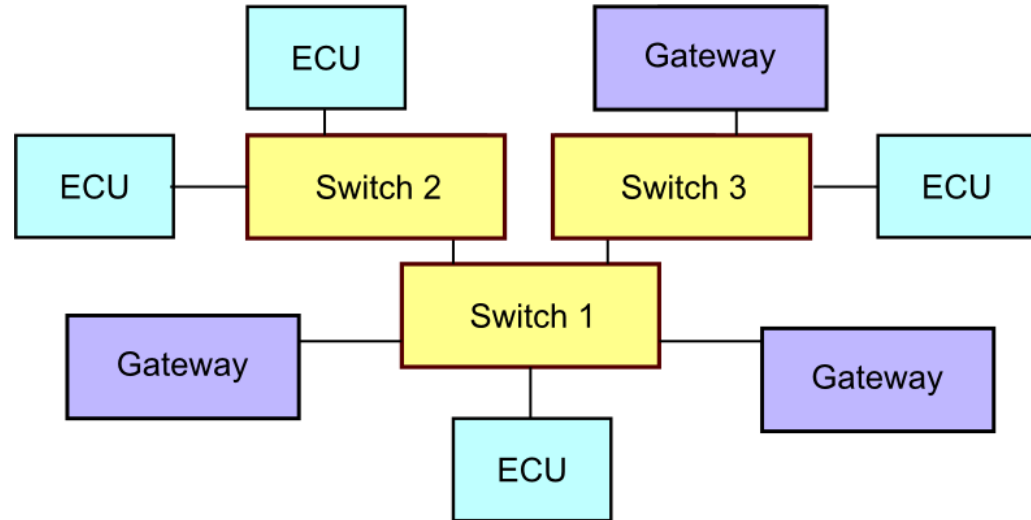
### Vorteile:

- Leicht erweiterbar
- Leichte Fehlersuche

### Nachteile:

- Ausfall des Verteilers  
→ Komplettausfall
- Hoher Kabelaufwand

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur



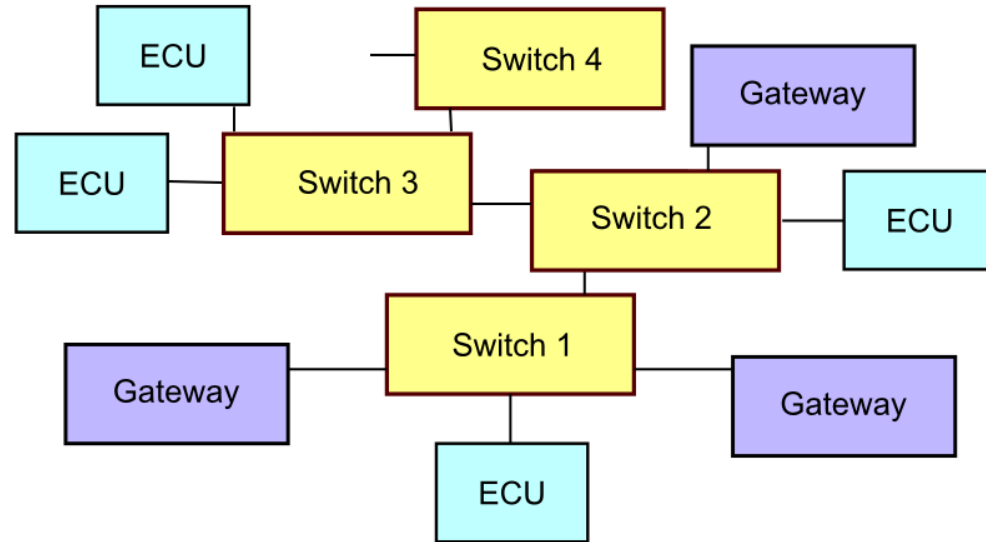
### Vorteile:

- Strukturelle Erweiterbarkeit

### Nachteile:

- Bei Ausfall → Unterbäume nicht erreichbar
- Engpässe bei der Wurzel

- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur



### Vorteile:

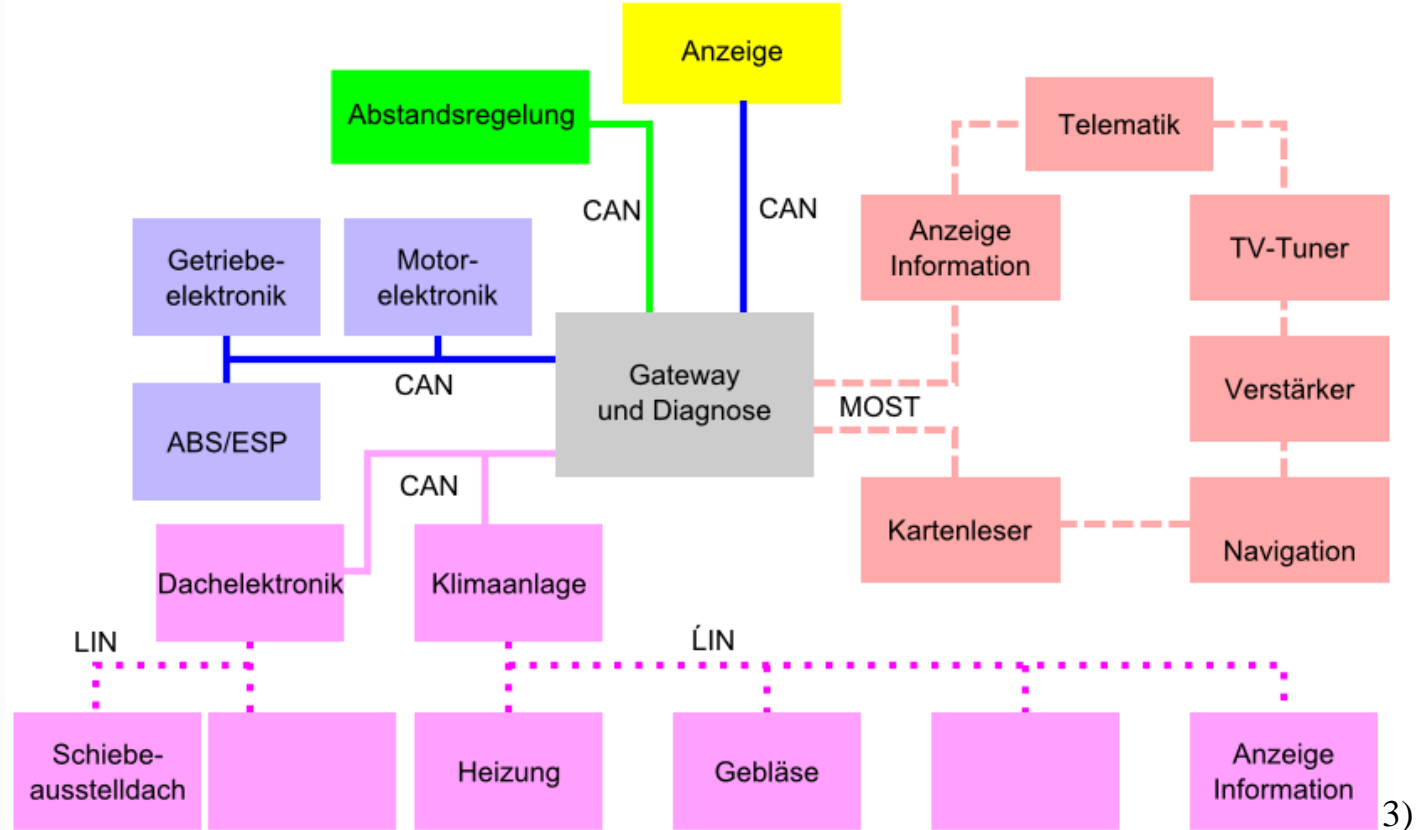
- Große Netzausdehnung

### Nachteile:

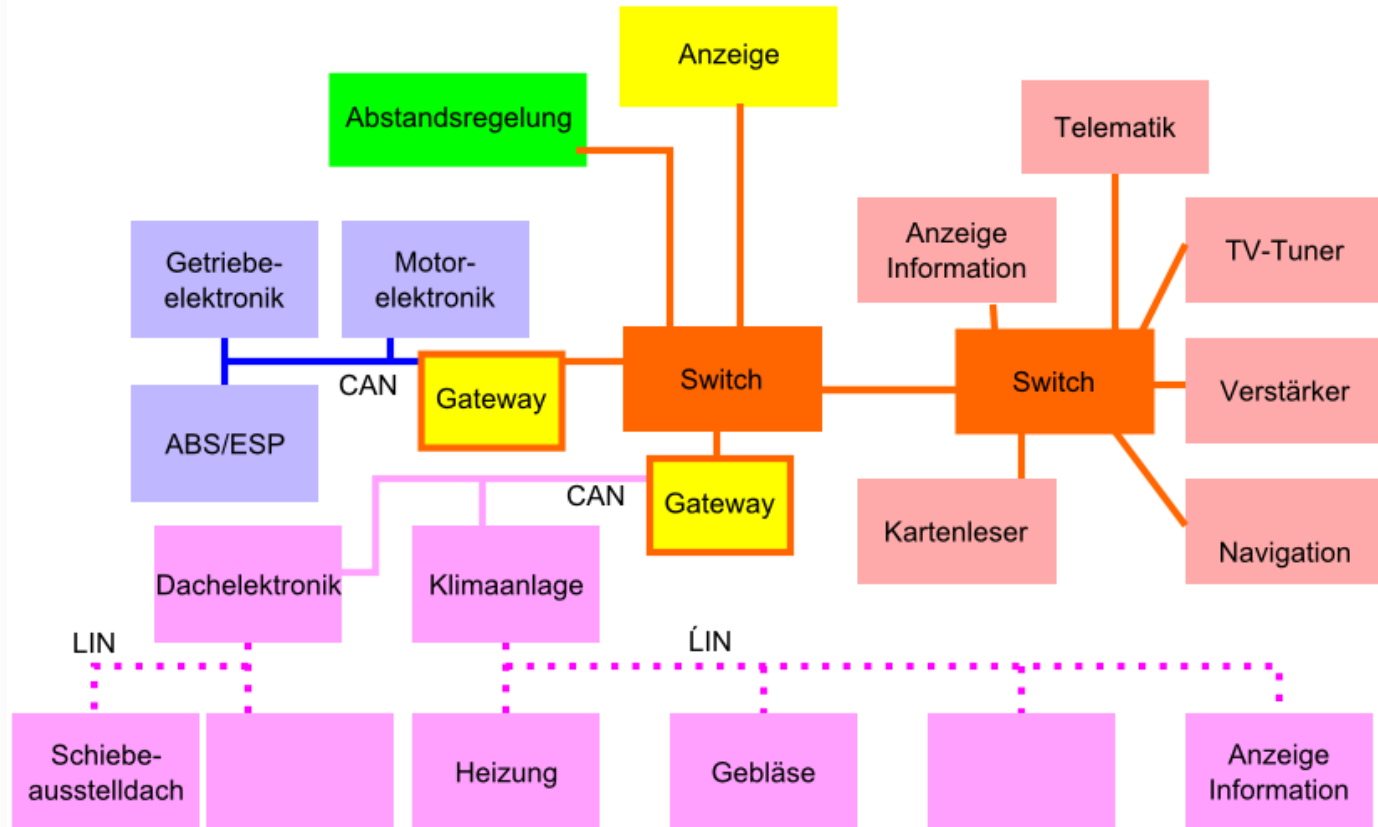
- Bei Störung Netzausfall
- Verkabelungsaufwand



- Einführung
- **Überblick**
- Risiken & Ausblick
- Literatur



- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur





# Risiken und Ausblick

## Risiken

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- Überblick
- **Risiken & Ausblick**
- Literatur

- Aufwand schwer abzuschätzen
- Funktionalität der Protokolle
- Konformität zu Protokollen
- Keine realistischen Daten
- Falsche Annahmen über zukünftige Verkehrsflüsse



# Risiken und Ausblick

## Ausblick

Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil

**Fabian Kempf**

- Einführung
- Überblick
- **Risiken & Ausblick**
- Literatur

Abgeschlossen:

- Funktionsfähiges TT-Ethernetmodell
  - 3 Nachrichtenklassen in TTEthernet
  - Einlesen der Konfigurationsdateien

Aufgabe:

- Synchronisierungsprotokoll (Bachelorarbeit)
- FlexRay Protokoll (Bachelorarbeit) & Gateway
- CAN-Bus & Gateways (Projekt 1)
- Lastgeneratoren (Projekt 2)



**Evaluation von intelligenten  
Backbonesystemen im  
Automobil**

**Fabian Kempf**

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- Literatur

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

## Evaluation von intelligenten Backbonesystemen im Automobil

### Fabian Kempf

- Einführung
- Überblick
- Risiken & Ausblick
- **Literatur**

[Pech01] **Pech, Volker.** Simulation von Netzwerken am Beispiel von UDP, 2001, URL: [http://www.cs.uni-paderborn.de/uploads/tx\\_sibibtex/BachelorAPEch.pdf](http://www.cs.uni-paderborn.de/uploads/tx_sibibtex/BachelorAPEch.pdf)

[Doh02] **Dohmke, Thomas.** Bussysteme im Automobil: CAN, FlexRay und MOST, 2001, URL: <http://de.yu-yongxin.com/klausur/bussysteme.pdf>

[Lem06] **Lemke, Anatol; Sarkohi, Arash.** Werkzeuge zur Netzwerksimulation, 2006 URL: <http://cst.mi.fu-berlin.de/teaching/SS06/19554STI/Anatol%20Lemke,%20Arash%20Sarkohi%20-%20Werkzeuge%20zur%20Netzwerksimulation.pdf>

[Ste10] **Steinbach, T.; Korf, F.; Schmidt, T.C.;** , "Comparing time-triggered Ethernet with FlexRay: An evaluation of competing approaches to real-time for in-vehicle networks," Factory Communication Systems (WFCS), 2010 8th IEEE International Workshop on , vol., no., pp.199-202, 18-21 May 2010  
doi: 10.1109/WFCS.2010.5548606  
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5548606&isnumber=5548598>

[Chr07] **Marscholik, C.; Subke, P.:** Datenkommunikation im Automobil: Grundlagen, Bussysteme, Protokolle und Anwendungen

Bilder:

- 1) Phaeton - URL: [http://stemei.de/a3/vag-com/phaeton\\_elec.jpg](http://stemei.de/a3/vag-com/phaeton_elec.jpg)
- 2) [http://www.gsi.de/onTEAM/grafik/1059121441/canbus\\_kabel.jpg](http://www.gsi.de/onTEAM/grafik/1059121441/canbus_kabel.jpg)
- 3) [http://www.kfztech.de/kfztechnik/elo/can/can\\_grundlagen\\_1.htm](http://www.kfztech.de/kfztechnik/elo/can/can_grundlagen_1.htm)