

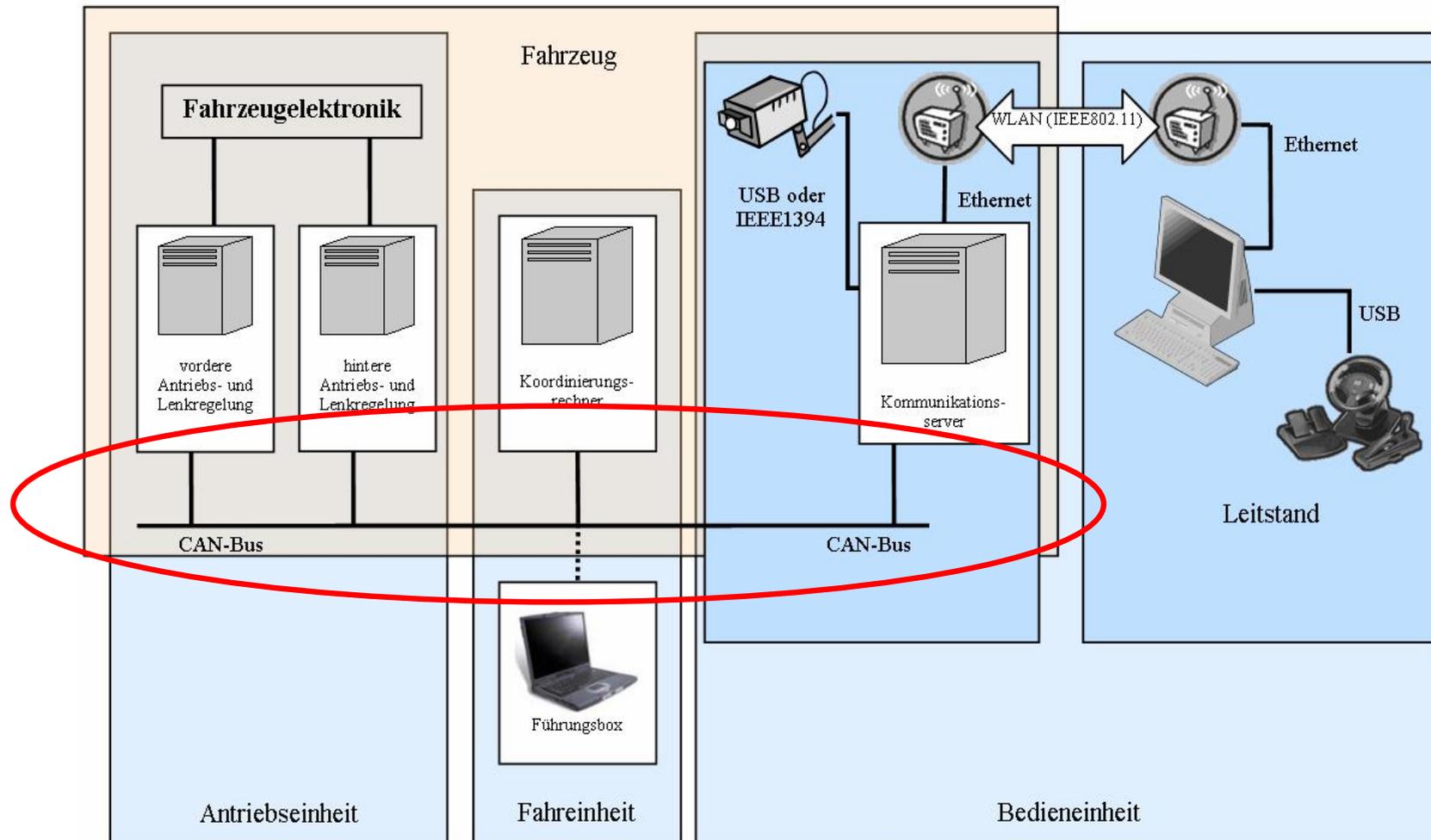
Zeitgesteuerte Kommunikationssysteme für Hard-Real-Time Anwendungen

Jörn Sellentin

Agenda

- Anforderungen an die Kommunikation in Fahrzeugen
 - Verlässliche Kommunikation (Dependability)
 - Fehlertoleranz (Fault Tolerance)
- FlexRay
 - Technologie
 - Softwareentwurf
 - Ausblick
- Vergleich verschiedener Bussysteme
- Ausblick auf die Masterarbeit

Bezug zur Projektarbeit



Motivation für verteilte Systeme im Automobil

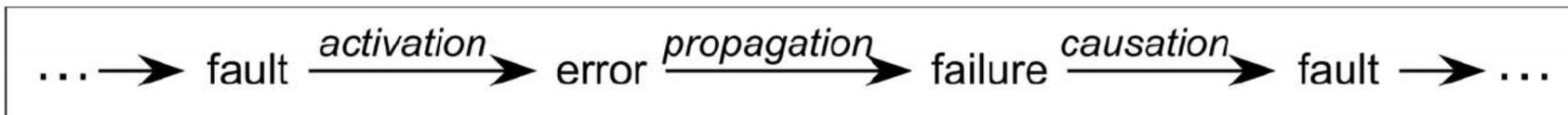
- Sicherheit
 - Ausfall einer Komponente
 - Backup Rechner
- Zusammensetzbarkeit
 - Auslagerung
 - Weniger Testaufwand
- Skalierbarkeit
- Kosten

Anforderungen an die Kommunikation in Fahrzeugen

- Sicherheit
 - Sicherheitsrelevante Assistenzsysteme
- Garantierte Latenz und Jitter
 - Verteilte Regelungen
- Eventgesteuerte Kommunikation
 - Fahrzeugdiagnose
- Bandbreite
 - Heutige Anwendungen am Limit
- Zusammensetzbarkeit

Verlässliche Kommunikation

- Dependability: Die Fähigkeit einen Dienst anzubieten, dem vertraut werden kann.
- Failure: Ein Event, durch welches die Abweichung eines Dienstes von seiner Spezifikation sichtbar wird.
- Error: Fehlerhafter interner Zustand eines Gerätes.
- Fault: Der Grund für einen Error.

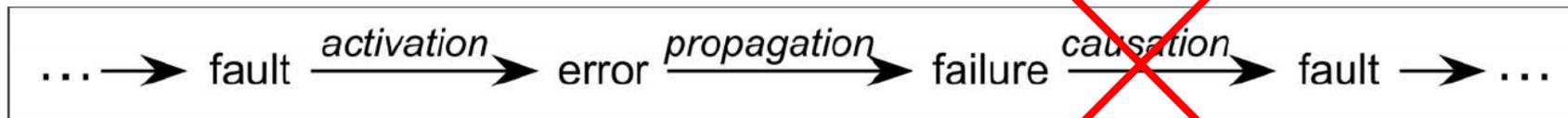


Fehlertoleranz

Bedeutung:

Ein Ausfall einer Einheit darf nicht dazu führen, dass eine andere Einheit fehlerhaft wird.

Die Wirkungskette muss also durchbrochen werden!



Fehlertoleranz

- Fehlererkennung
 - A priori Wissen
 - Codierung
 - Plausibilitätsprüfung
 - Regularitätsprüfung
 - Redundanz
 - Zeitliche
 - Hardware
 - Unterschiedliche Software

Fault Tolerant Unit (FTU)

- Fehlermitteilung im Verbund
 - Fehlernachricht
 - Fail Silence
 - Im Fehlerfall stellt die Komponente den Dienst ein
 - 2 Knoten benötigt
 - Triple Modular Redundancy (TMR)
 - Über den richtigen Wert wird abgestimmt
 - 3 Knoten benötigt
- Fehlerbehebung durch Backup Knoten
 - Reintegration von reparierten Knoten

Zeitgesteuerte Kommunikation

- Ein eventgesteuertes System lässt keine verlässliche Kommunikation zu
 - Zeitliche Fehler und Stopp-Fehler können nicht oder nicht rechtzeitig erkannt werden
 - Rechtzeitiger Einsatz von Backup Knoten nicht realisierbar
- Ein sicheres System muss deterministisch sein
 - Durch Zeitsteuerung realisierbar!

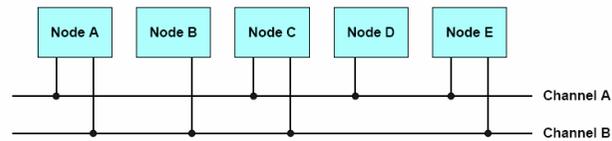
FlexRay

- Wer steckt dahinter?
 - Zusammenschluss von Firmen hauptsächlich aus der Automobil- und Halbleiterbranche
- Basierend auf TTP/C
 - Erste zeitgesteuertes Kommunikationssystem
 - Entwickelt an der TU Wien
 - Wird seit 1998 in Flugzeugen eingesetzt
- Frei Zugänglich und frei nutzbar
 - Weite Verbreitung
 - Schnell zum Standard

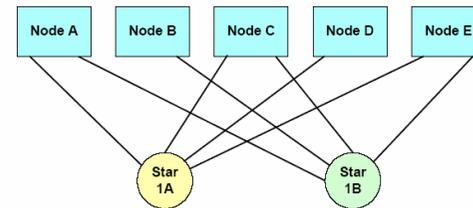
FlexRay Bussystem

- Verbindung elektrisch oder optisch
- Zwei redundante Kanäle, um Übertragungsfehler zu kompensieren
- Bandbreite zur Zeit bis zu 10 MBit/s
 - Kanäle zu 20 MBit/s kombinierbar
- Stern-, Bus- oder Mischformen
 - Max. 2 Kaskadierungstiefen

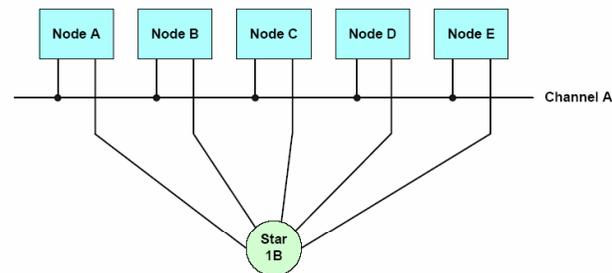
FlexRay Bustopologien



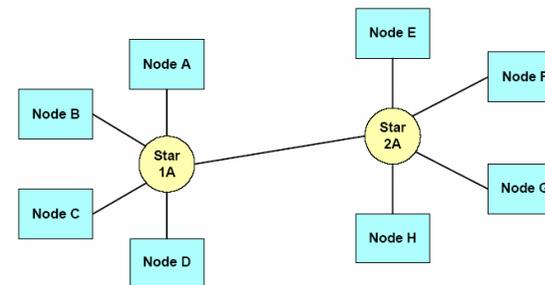
Dual channel bus configuration



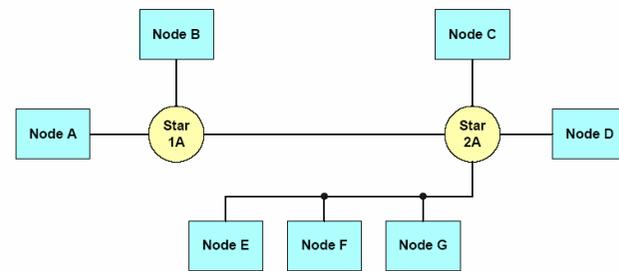
Dual channel single star configuration



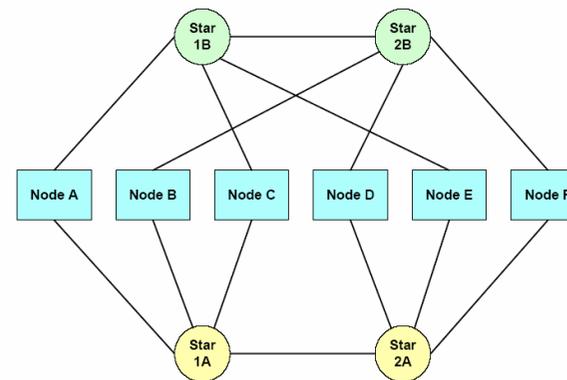
Dual channel hybrid example



Single channel cascaded star configuration



Single channel hybrid example

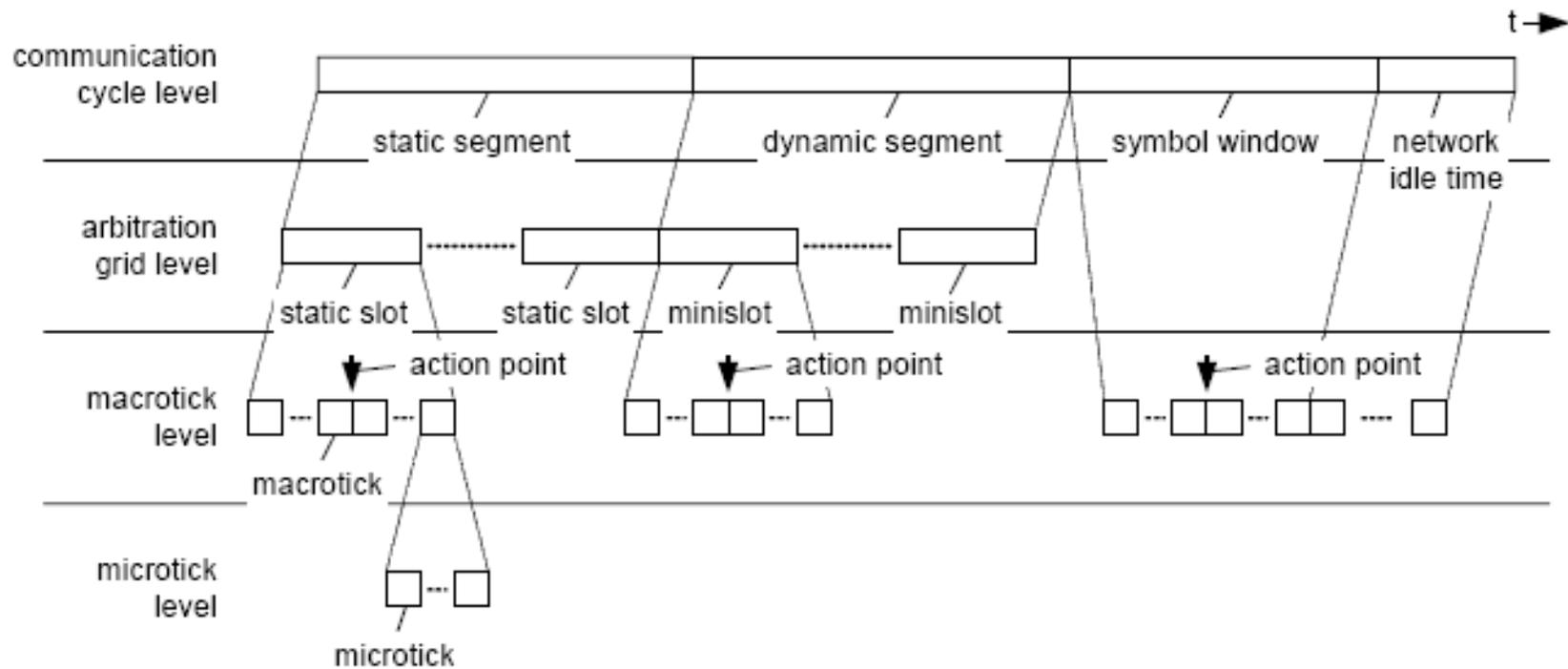


Dual channel cascaded star configuration

FlexRay Medienzugriff

- Statisches Segment
 - Zeitgesteuerte Kommunikation
 - TDMA
 - Garantierter Buszugriff
- Dynamisches Segment
 - Eventgesteuerte Kommunikation
 - FTDMA
 - Priorisierter Buszugriff

FlexRay Timing

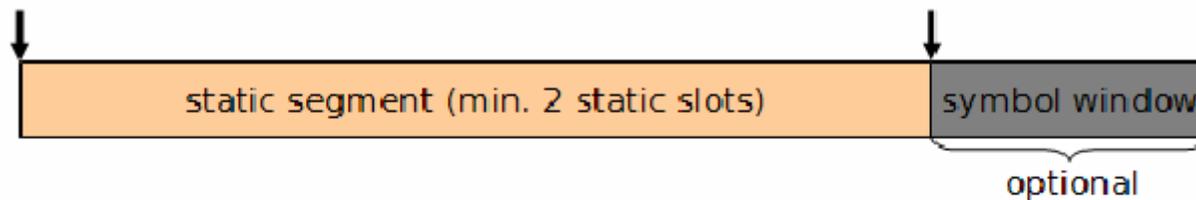


FlexRay Uhrensynchronisation

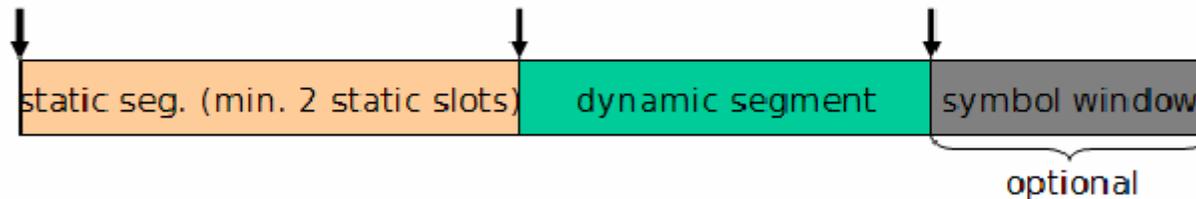
- Verteilter Algorithmus zur Ermittlung der globalen Uhrzeit
- Ermittlung der globalen Zeit anhand der empfangenen lokalen Zeiten der anderen Busteilnehmer
- Korrigieren der lokalen Zeit am Ende jedes Buszyklus

FlexRay Konfigurationsarten

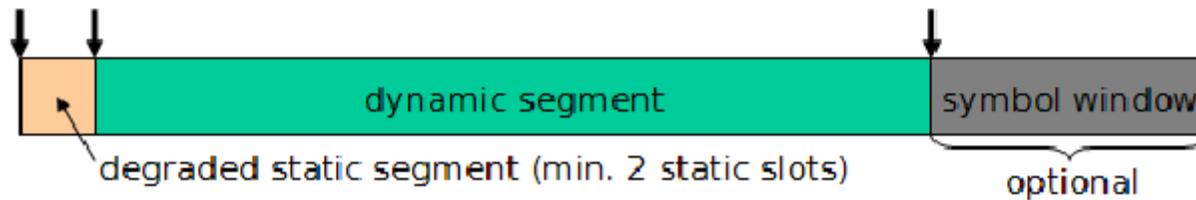
Pure static configuration



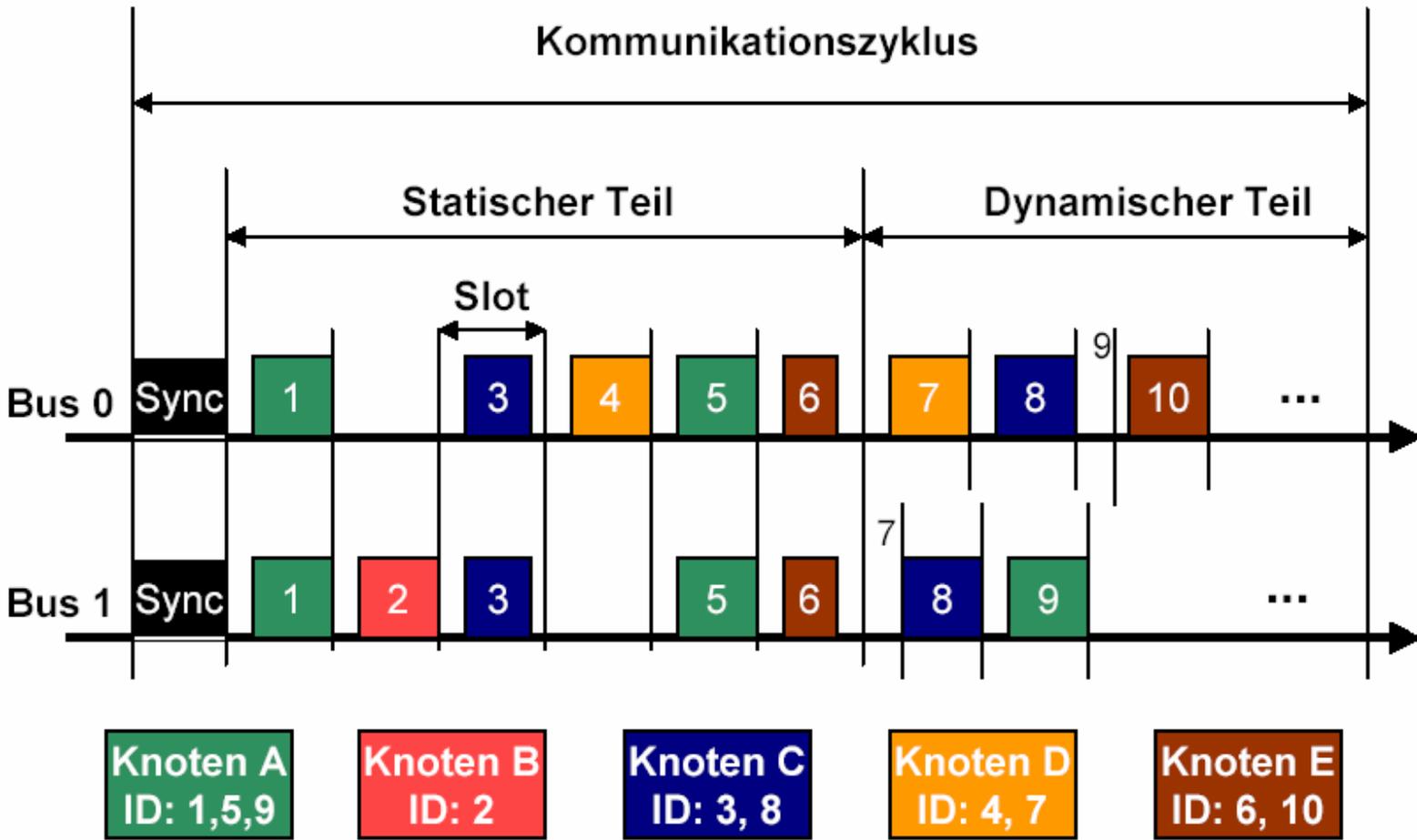
Mixed configuration



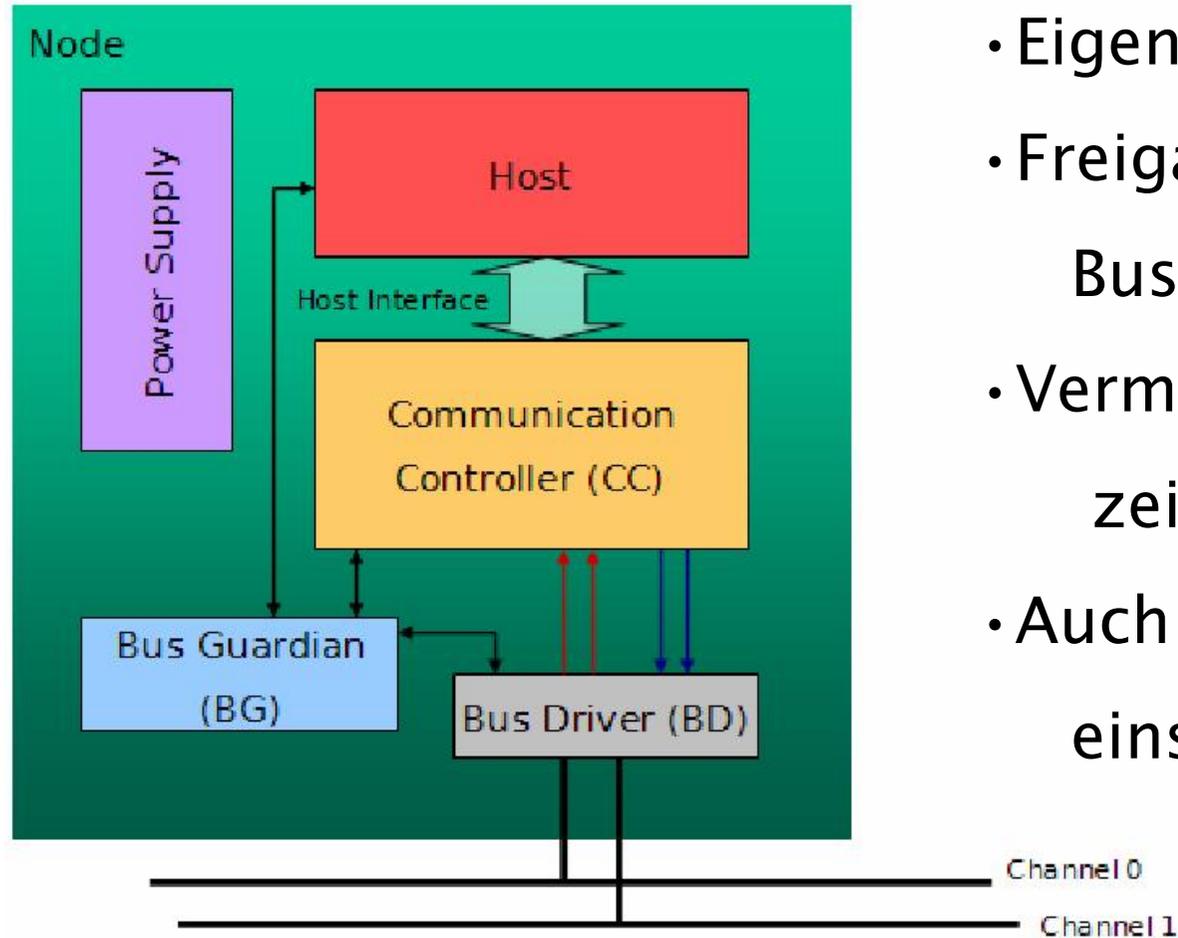
Pure dynamic configuration



Buszyklus

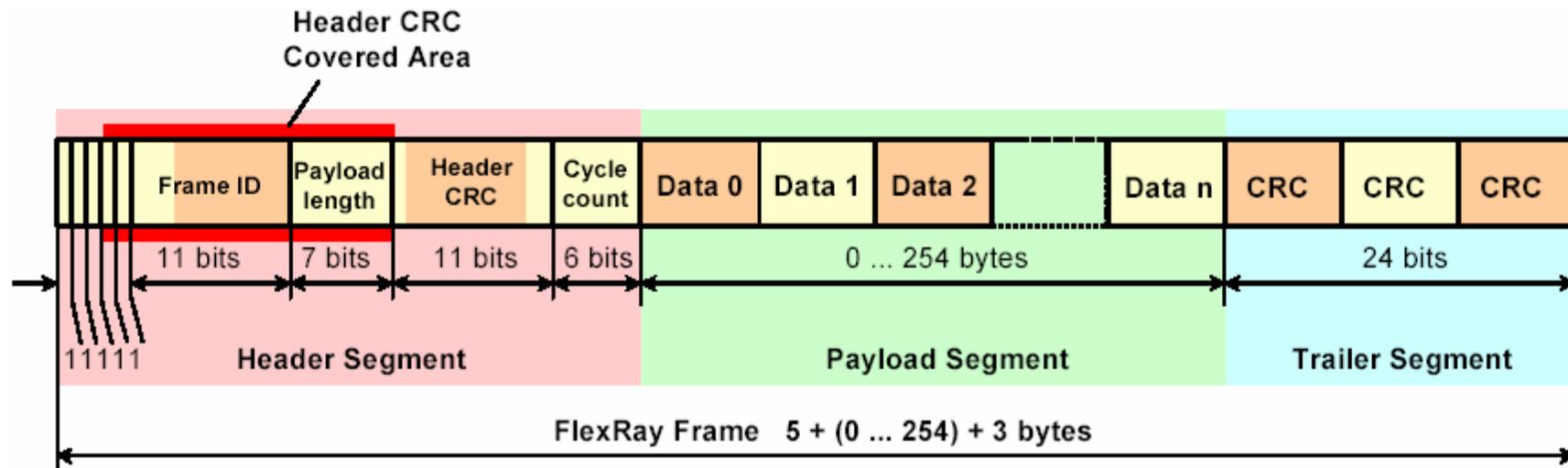


FlexRay Bus Guardian



- Eigene lokale Zeit
- Freigabe des Bus Driver
- Vermeidung von zeitlichen Fehlern
- Auch im Sternpunkt einsetzbar

FlexRay Nachrichtenformat



- Frame ID: Position der Nachricht im Zyklus
–Message ID optional im Datenfeld
- Payload length: Länge der Daten in Words

Softwareentwurf

- TDMA / FTDMA Zyklus muss in allen Komponenten gleich sein
 - Hoher Spezifikationsaufwand
 - Software Engineering Know-How benötigt
 - Nachträgliche Änderungen auf allen Komponenten
- Zeitgesteuertes Betriebssystem auf den Komponenten zur Zeit zwingend erforderlich

Das FlexRay Konsortium

- Gründung 2000
 - BMW, Daimler–Chrysler, Phillips und Freescale
- Noch 2000 eingetreten
 - Bosch und General Motors
- Seit 2002
 - Ford, Mazda, Elmos und Siemens–VDO
- Seit 2003
 - VW/Audi, Toyota, Honda, Nissan, Renault und PSA–Peugeot–Citroën
- Inzwischen 89 Mitglieder

FlexRay Ausblick

- 2006: BMW X5 erstes Serienfahrzeug mit FlexRay Komponenten
- 2007: BMW 7er enthält ca. doppelte Anzahl an FlexRay Komponenten
- Alle am Konsortium beteiligten Automobilhersteller planen Oberklassefahrzeuge mit FlexRay Technologie

Vergleich von Bussystemen im Kraftfahrzeug

	FlexRay	TTP/C	TTCAN	CAN	LIN	MOST
Anwendung	Hard-Real-Time-Systeme	Hard-Real-Time-Systeme	Hard-Real-Time-Systeme	Soft-Real-Time-Systeme	Low-Level-Kommunikation	Multimedia Telematik
Steuerung	Multi-Master	Multi-Master	Multi-Master	Multi-Master	Single-Master	Multi-Master
Buszugriff	zeitgesteuert eventgesteuert	zeitgesteuert	zeitgesteuert	eventgesteuert	eventgesteuert	zeitgesteuert eventgesteuert
	TDMA FTDMA	TDMA	TDMA plus Arbitrierungs- fenster für CSMA/CA	CSMA/CA	Polling	TDMA CSMA/CA
Bandbreite	10 MBit/s	25 MBit/s	1 Mbit/s	1 Mbit/s	20 kBit/s	25 MBit/s
Datenbyte pro Frame	0 - 254	0 - 236	0 - 8	0 - 8	2, 4 oder 8	0 - 60
Redundante Kanäle	2 Kanäle	2 Kanäle	nicht unterstützt	nicht unterstützt	nicht unterstützt	nicht unterstützt
Fehlererkennung	CRC 3 Byte	CRC 3 Byte	CRC 15 Bit	CRC 15 Bit	Checksumme 8- Bit	CRC 4 Byte
Physical Layer	Optisch Elektrisch	Optisch Elektrisch	Elektrisch	Elektrisch	Elektrisch	Optisch

Vergleich von Bussystemen im Kraftfahrzeug

- TTP/C ist aufgrund der fehlenden eventgesteuerten Kommunikation nicht so flexibel wie FlexRay
- TTCAN ist eine reine Softwarelösung und bietet daher keine Redundanz oder Buswächter

Masterarbeit

- Die bestehende CAN-Kommunikation im Faust Fahrzeug durch FlexRay ersetzen
 - Ersetzen der ARM Microkontroller und GEME Rechner durch FlexRay Hardware
 - Entwurf und Aufbau eines FlexRay Systems
 - Theoretische Betrachtung des Systems und Auswertung der Sicherheitsaspekte

Literatur

- H. Kopetz:
Real-Time Systems, Kluwer Academic 2. Printing 1998
- B. Kleinjohann, G. R. Gao, H. Kopetz, L. Kleinjohann, A. Rettberg:
Design Methods and Applications for Distributed Embedded Systems, Kluwer Academic 2004
- A. Avižienis, J.-C. Laprie, B. Randell, C. Landwehr:
Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing, IEEE 2004
- FlexRay Consortium:
FlexRay Communications System Protocol Specification
Version 2.1, 2005
- D. Millinger, R. Nossal:
FlexRay Communication Technologie
- Automotive electronics + systems:
Special Edition Flexray, Hanser 2004

Softwareentwurf

DECOMSYS 

Your FlexRay Development Partner

**Einsatz eines neuen Bussystems in
Serienprojekten der
Automobilindustrie: FlexRay**

Donnerstag, 8. Dezember 2005, 17:00 Uhr, Raum 113

Ende

Danke für Ihre Aufmerksamkeit