

Redundanzkonzepte für RT-Ethernet Backbones im Automobil

Masterseminar

Stefan Buschmann

`stefan.buschmann@haw-hamburg.de`

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

9. Dezember 2014



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

- Komplexität im Auto steigt
- Neue Anforderungen an Kommunikationssysteme
- Aktuelle Technologien nicht ausreichend

Lösung:

- Auf RT-Ethernet basierende Technologien
 - Time-Triggered-Ethernet
 - Audio Video Bridging
- Einsatz als Backbone

- Entwicklung verschiedener Redundanzkonzepte
- Anforderungen durch Industrie
 - Geringe Kosten
 - ISO 26262
- Umsetzung in Simulation
 - OMNeT++: CoRE4INET
- Analyse von RT-Ethernet Architekturen

IEEE 802.1CB

- Redundanz in Time-Sensitive Networking (TSN)
- Eliminierung von Doppelframes

ISO 26262

- Sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen
- Einstufung der Komponenten

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

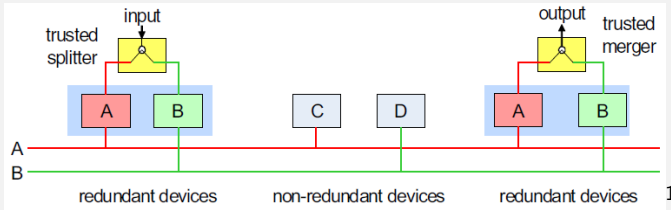
2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

- Redundante Hardware
- Redundante Software
 - Fehlererkennung
 - Fehlervermeidung
- Redundante Kommunikation
 - Verschiedene Kanäle
 - Redundante Nachrichten



- Redundante Kanäle
- Beispiel: FlexRay

¹[KD06]

Redundante Kommunikationskonzepte

Redundanz über die Topologie

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

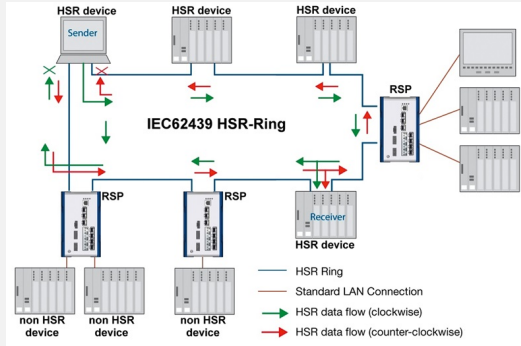
Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

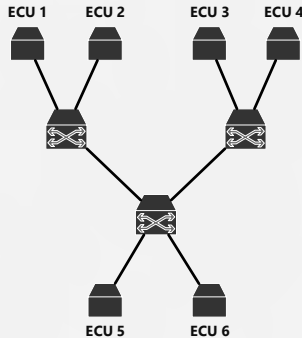
Zusammenfassung &
Risiken



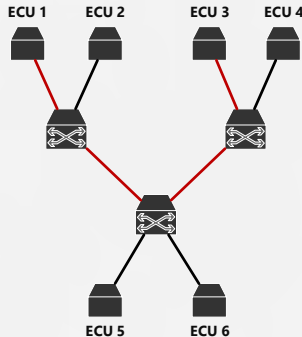
2

- Ring Topologie
- Kommunikation in beide Richtungen

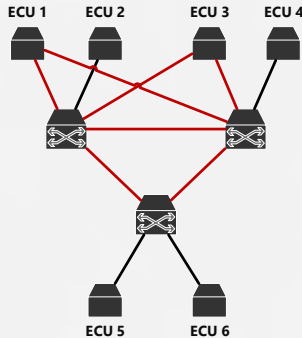
²http://www.hirschmann.com/Media/Bilder/HSR1_v2_2/index.html



- Erweiterung eines Netzes mit redundanten Komponenten
- Kritische Pfade sichern



- Erweiterung eines Netzes mit redundanten Komponenten
- Kritische Pfade sichern



- Erweiterung eines Netzes mit redundanten Komponenten
- Kritische Pfade sichern

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

- Grundlage zur Bewertung eines Netzes
- Basiert auf wissenschaftlicher Arbeit [ZJ03]
- Modellierung von Fehlerszenarien
- Eigenschaften von Komponenten bestimmen

$$\mathcal{FM} : f_i \rightarrow (\alpha_i, P_i, DM_i)$$

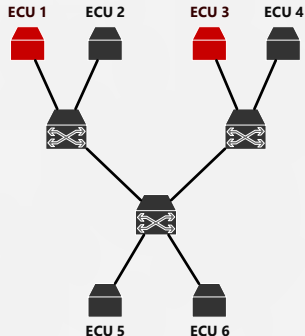
- Jeder Komponente wird ein Fehlermodell zugeordnet
- Fehlermodell besteht aus:
 - α_i : Wahrscheinlichkeit
 - P_i : Eigenschaften des Modells
 - DM_i : Beeinflussung benachbarter Komponenten

$$P_i = \begin{pmatrix} p_i(1,0) & \cdots & p_i(1,d_{max}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_i(w_{max},0) & \cdots & p_i(w_{max},d_{max}) \end{pmatrix}$$

- Einfluss auf benachbarte Komponenten
- Dauer des Fehlers
- Jedem Element wird Wahrscheinlichkeit zugeordnet

$$P_i = \begin{pmatrix} 0,2\% & \cdots & 5\% \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0,0\% & \cdots & 0,5\% \end{pmatrix}$$

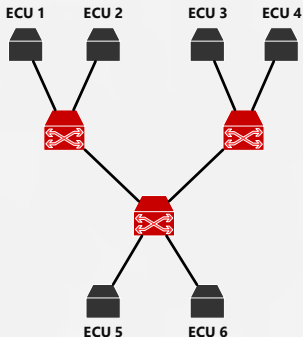
- Einfluss auf benachbarte Komponenten
- Dauer des Fehlers
- Jedem Element wird Wahrscheinlichkeit zugeordnet



■ 2 Knoten

■ $P_n = (p_n(0,0) \ p_n(0,1))$

■ $\alpha_n = 0,25 \%$



■ 3 Switches

■ $P_s = (p_s(0,0) \ p_s(0,1))$

■ $\alpha_s = 0,10 \%$

Beispiel eines Fehlerszenarios

Sterntopologie

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

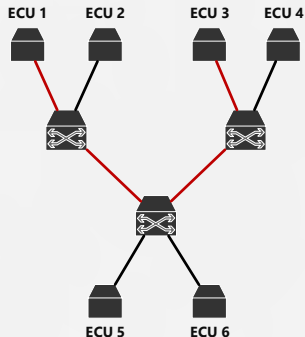
Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken



■ 4 Leitungen

■ $P_c = (p_c(0,0) \ p_c(0,1))$

■ $\alpha_c = 0,50 \%$

Beispiel eines Fehlerszenarios

Sterntopologie

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

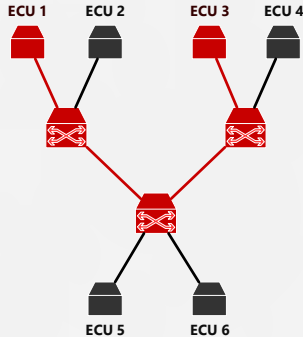
Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken



	Anzahl	Fehler	Wahrscheinlichkeit Pfad
Knoten	2	0,25 %	
Switches	3	0,10 %	
Leitungen	4	0,50 %	2,77 %

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

- Integration in OMNeT++
 - Redundanz
 - Fehlermodell
- Entwicklung unterschiedlicher Redundanzkonzepte
- Analyse und Bewertung unterschiedlicher Konzepte

- Eventbasierte Netzwerksimulation
- TTE und AVB bereits vorhanden
- Bieten Statistiken über den Nachrichtenverlauf, Latenzen, ...

Projekt 2

- Erweiterung der Modelle
 - Funktionsweise der Redundanz und Fehlermodelle
 - Statistiken ermitteln

Masterarbeit

- Entwurf unterschiedlicher Redundanzkonzepte
- Simulation der Netzwerke
- Analyse aufgrund der Simulationsergebnisse
- Vergleich der Konzepte
 - Erreichte Sicherheit
 - Kosten

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken

1 Motivation

2 Redundanz

3 Fehlermodell

4 Anstehende Arbeiten

5 Zusammenfassung & Risiken

- Standards noch nicht fertig implementiert
 - Umsetzung unbrauchbar
 - Unerwartete Entwicklung
- Benötigte Redundanz zu kostenintensiv
- Akzeptanz der Industrie nicht vorhanden

- Aufgrund steigender Anforderungen werden neue Technologien benötigt
- Redundanz ermöglicht höhere Sicherheit bei der Kommunikation
- Fehlermodell zur Analyse der Architekturen
- Ausblick auf die Zukunft

Entwicklung von
Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
Risiken



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

[KD06] Kirrmann, H. ; Dzung, D.:
 Selecting a Standard Redundancy Method
 for Highly Available Industrial Networks.
*In: Factory Communication Systems, 2006
 IEEE International Workshop on, 2006, S.
 386–390*

[ZJ03] Zimmer, H. ; Jantsch, A.:
 A fault model notation and error-control
 scheme for switch-to-switch buses in a
 network-on-chip.
*In: Hardware/Software Codesign and
 System Synthesis, 2003. First
 IEEE/ACM/IFIP International Conference
 on, 2003, S. 188–193*

Entwicklung von
 Redundanzkonzepten

S. Buschmann

Motivation

Redundanz

Fehlermodell

Anstehende Arbeiten

Zusammenfassung &
 Risiken