

Restbussimulation von Time-Triggered Ethernet

Anwendungen 1

Florian Bartols

`florian.bartols@informatik.haw-hamburg.de`

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

07. Januar 2011



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

- CoRE-Projektgruppe
(Communication-Over-Realtime-Ethernet)
- 4 Masterstudenten
- 5 Bachelorstudenten
- Bachelorarbeit im CoRE-Kontext

1 Motivation

- Anteil Elektronik im Automobil
- Fallbeispiel

2 Restbussimulation & TTEthernet

- Was ist Restbussimulation?
- Was ist TTEthernet?

3 Problemstellung

- Anforderungen

4 Risiken

5 Zusammenfassung & Ausblick

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

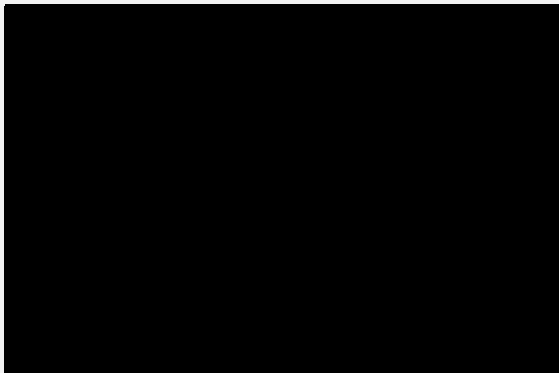
Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

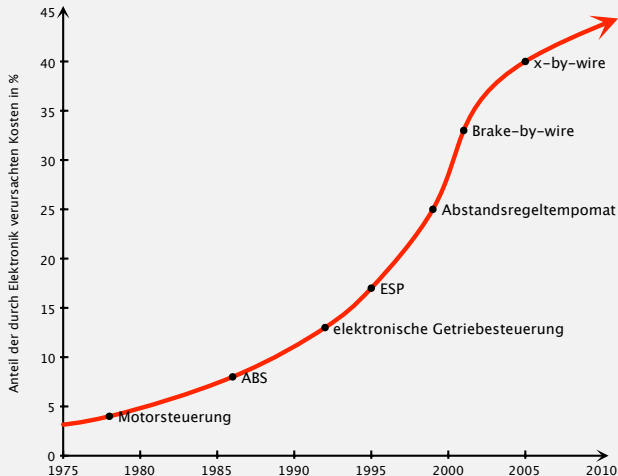
Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur



Aktuelles Oberklasse Fahrzeug: ≥ 60 Steuergeräte



¹ Till Steinbach: „Ethernet als Bus für Echtzeitanwendungen im Automobil - Projektbericht“. Sep. 2009.

2009.



- Dezentrale Entwicklung eines neuen Automobils
- Entwicklungszeit ca. 3 Jahre²
 - Konzept und Design durch Hersteller
 - Passende Steuergeräte durch einen Zulieferer
- Hersteller verteilt Systemmodelle des Netzwerkes
- Zulieferer entwickeln anhand diesem Modell das Steuergerät

² Jörg Schäuuffele und Thomas Zurawka: *Automotive Software Engineering*. 2010.

Problem:

- Fehler werden u.U. erst spät aufgedeckt
- Kosten steigen, je später Fehler entdeckt werden³
- Rückrufaktionen führen zu längeren Entwicklungszyklen
- und gleichzeitig zu höheren Kosten

³ Thomas Riegraf, Siegfried Behh und Stefan Kraus: *Effizientes Testen in der Automobilelektronik - Von der Simulation bis zur Diagnose.*

Problem:

- Fehler werden u.U. erst spät aufgedeckt
- Kosten steigen, je später Fehler entdeckt werden³
- Rückrufaktionen führen zu längeren Entwicklungszyklen
- und gleichzeitig zu höheren Kosten

Lösung:

- Frühzeitiges Testen des Steuergerätes
- Eine Möglichkeit: Restbussimulation

³ Thomas Riegraf, Siegfried Behh und Stefan Kraus: *Effizientes Testen in der Automobilelektronik - Von der Simulation bis zur Diagnose.*

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation
Anteil Elektronik im
Automobil
Fallbeispiel

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

- Simulation eines oder mehreren Knoten in verteilten Systemen
- Ermöglicht frühzeitiges Testen von Steuergeräten ohne Gesamtsystem
- Verbindung wird über das REALE Kommunikationsmedium erstellt
- Die zu testenden Steuergeräte bemerken keinen Unterschied
- Restbussimulator muss das verwendete Protokoll unterstützen
- Simulation der relevanten Informationen (Verringerung der Komplexität)

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

**Was ist
Restbussimulation?**
Was ist TTEthernet?

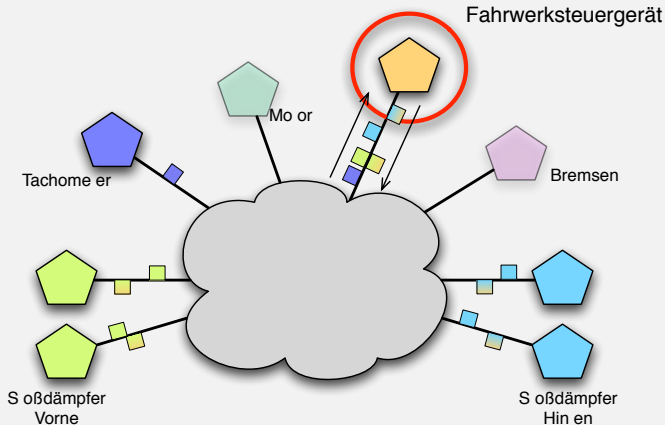
Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Beispiel: geschwindigkeitsabhängige Fahrwerkssteuerung



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

**Was ist
Restbussimulation?**
Was ist TTEthernet?

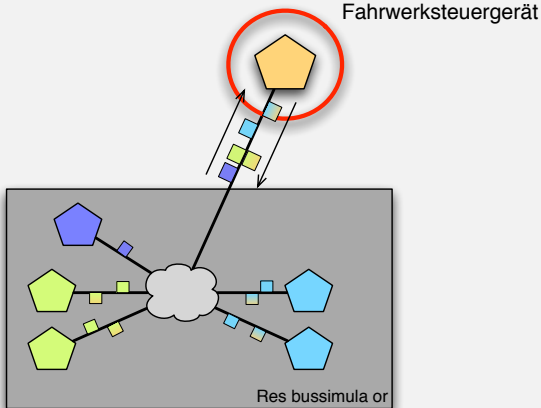
Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Beispiel: geschwindigkeitsabhängige Fahrwerkssteuerung



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

**Was ist
Restbussimulation?**
Was ist TTEthernet?

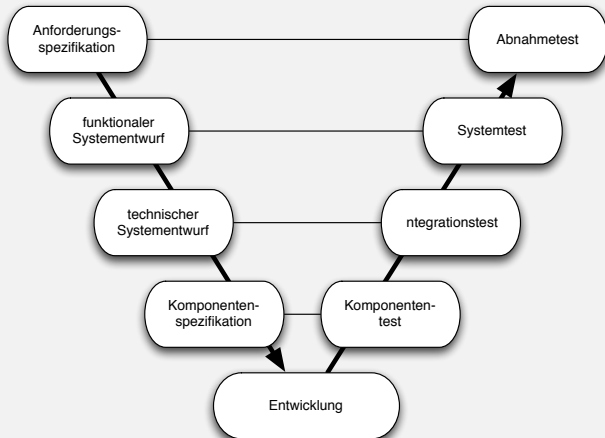
Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Ansiedlung der Restbussimulation im V-Modell



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

**Was ist
Restbussimulation?**
Was ist TTEthernet?

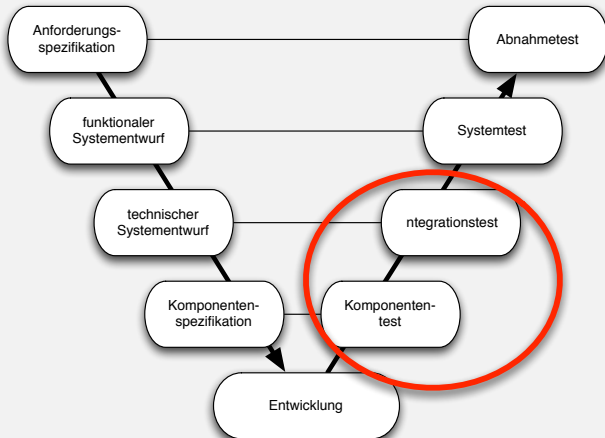
Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Ansiedlung der Restbussimulation im V-Modell



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

**Was ist
Restbussimulation?**
Was ist TTEthernet?

Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Testmöglichkeiten einer Restbussimulation (Abhängig von Zeitpunkt des Testens)

- Einhaltung der Protokollspezifikation
- Belastung- & Stresstest
- Korrektes Verhalten des Gerätes
 - „Open Loop“ Das Steuergerät wird nur stimuliert
 - „Closed Loop“ Abhängig vom Verhalten des Steuergerätes^{4 5 6}

⁴ Thomas M. Galla: „Cluster Simulation in Time-Triggered Real-Time Systems“. Dez. 1999.

⁵ Thomas M. Galla und Roman Pallierer: „Cluster simulation-support for distributed development of hard real-time systems using TDMA-based communication“. Juni 1999.

⁶ Martin Schlager: *Hardware-in-the-Loop Simulation*. Apr. 2008.

- CANoe⁷
 - FlexRay, CAN, LIN, MOST, Ethernet
- FlexXCon⁸
 - FlexRay, CAN
- CanEasy⁹
 - CAN, LIN

⁷ Vector Informatik: *CANoe - Restbussimulation*.

⁸ Eberspächer: *FlexXCon - Restbussimulation*.

⁹ Schleißheimer GmbH: *CanEasy*.

- TTEthernet¹⁰ entwickelt von TTTech und Honeywell
- Echtzeiterweiterung des standard Switched-Ethernet
 - Sterntopologie, Frameformat und Protokoll sind identisch
- zusätzliche Funktionalitäten
 - prioritäten- und zeitgetriebene Übertragung
 - Globale, synchronisierte Zeit

¹⁰ Wilfried Steiner: *TTEthernet Specification*. Nov. 2008.

TTEthernet definiert 3 Nachrichtenklassen

- 1 Time-Triggered
- 2 Rate-Constrained
- 3 Best-Effort

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Was ist
Restbussimulation?

Was ist TTEthernet?

Problemstellung

Risiken

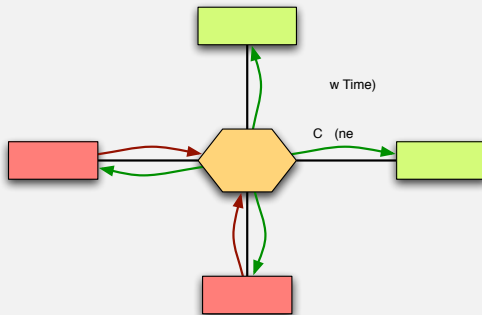
Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

TTEthernet definiert 3 Nachrichtenklassen

- 1 Time-Triggered
- 2 Rate-Constrained
- 3 Best-Effort

Zeitsynchronisierungsdienst sorgt für globale Zeit



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Was ist
Restbussimulation?
Was ist TTEthernet?

Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

- Unterstützung des Protokolls
- dynamische Konfigurierbarkeit unabhängig vom Anwendungsfall
- Ladbarkeit von Systemmodellen

- Unterstützung des Protokolls
- dynamische Konfigurierbarkeit unabhängig vom Anwendungsfall
- Ladbarkeit von Systemmodellen

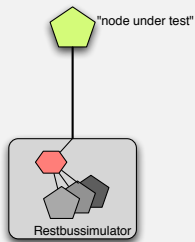
Speziell für Time-Triggered Ethernet:

- Echtzeitanforderungen für TT-, RC-Nachrichten erfüllen
- Zeitsynchronisierungsfunktionen
 - Synchronization Master, Synchronization Client, Compression Master

- Modellierung komplexer Reglerstrukturen
- Modellierung des Verhaltens der simulierten Knoten
- Abbildung der simulierten Knoten im Schedule der RBS

Speziell für Time Triggered Ethernet:

- Interpretation der Netzkonfiguration
- Anpassung dieser an die RBS
 - Welche Nachrichten verlassen den RBS?
 - Was kann vereinfacht werden?



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

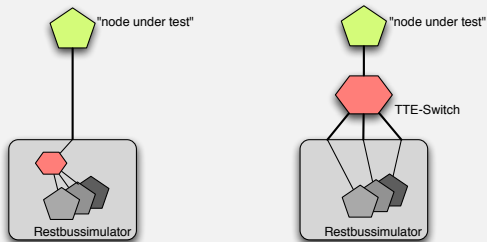
Problemstellung

Anforderungen

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Anforderungen

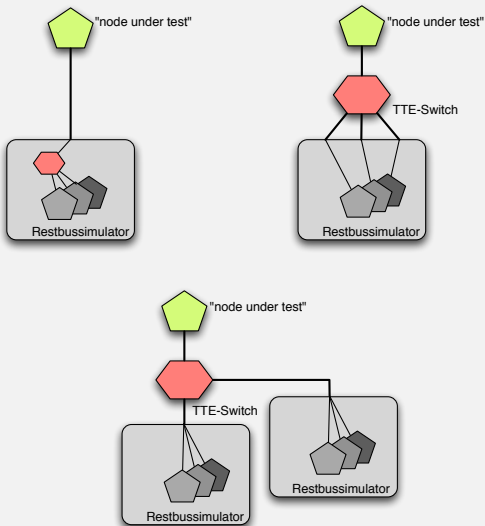
Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

RBS von TTE

Interessante Szenarien einer TTEthernet RBS



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Anforderungen

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

- Fehlende Geräte (Akt. in der Entwicklung als Bachelorarbeiten)
- Momentan nur Zugriff auf das TTE-Development-System (2 TTE Knoten)
- Datenmodell von „echten“ Daten nicht vorhanden
- Anwendungsbereich noch nicht sicher
- Rechenleistung (Scheduling von mehreren Knoten)
- Tools zur Erstellung von TTEthernet-Netzwerken noch nicht vorhanden

Restbussimulation:

- kostengünstige Variante frühzeitiges Testen
- „keep it simple“ - Ansatz

TTEthernet:

- Echtzeiterweiterung
- Synchronisierungsfunktion

RBS von TTEthernet:

- Protokollunterstützung
- Echtzeitfähigkeit von TT- und RC-Nachrichten

Projekt:

- Grundfunktionalitäten einer RBS unter Realtime Linux

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Risiken

**Zusammenfassung &
Ausblick**

Literatur

Projekt:

- Grundfunktionalitäten einer RBS unter Realtime Linux

Masterthesis:

- Skalierbare TTEthernet Restbussimulation unter der Verwendung von Realtime Linux

Interessante Fragestellungen:

- Mehrere Interfaces sinnvoll?
- Skalierbarkeit einer RBS unter RT-Linux?
- to be continued...

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

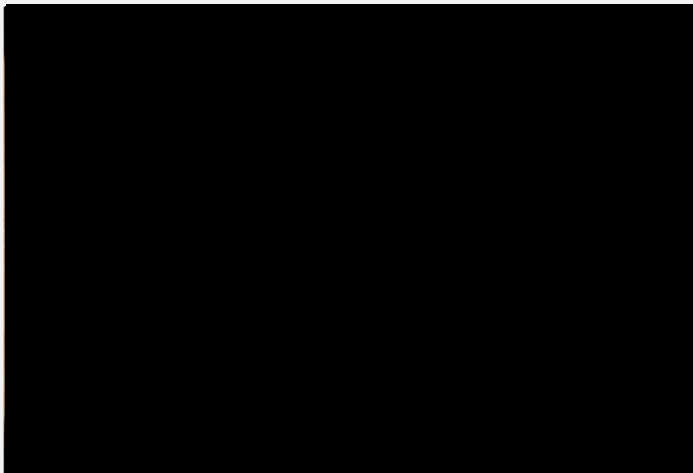
Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur

- [1] Eberspächer. *FlexXCon - Restbussimulation*. Eberspächer. URL: http://www.eberspaecher.com/servlet/PB/menu/1064600_11/index.html (besucht am 28.12.2010).
- [2] Thomas M. Galla. „Cluster Simulation in Time-Triggered Real-Time Systems“. Diss. Wien: TU Wien, Dez. 1999.
- [3] Thomas M. Galla und Roman Pallier. „Cluster simulation-support for distributed development of hard real-time systems using TDMA-based communication“. In: *Proceedings of the 11th Euromicro Conference on Real-Time Systems, 1999*. Juni 1999, S. 150–157. DOI: 10.1109/EMRTS.1999.777461.
- [4] Vector Informatik. *CANoe - Restbussimulation*. Vektor Informatik. URL: http://www.vector.com/vi_canoede.html (besucht am 28.12.2010).
- [5] Jörg Schäuffele und Thomas Zurawka. *Automotive Software Engineering*. Wiesbaden: Vieweg und Teubner, 2010. ISBN: 978-3-8348-0364-1.
- [6] Martin Schlager. *Hardware-in-the-Loop Simulation*. Vdm Verlag Dr. Müller, Apr. 2008. ISBN: 978-3-8364-6216-7.
- [7] Schleißeheimer GmbH. *CanEasy*. Schleißeheimer GmbH. URL: <http://www.schleissheimer.de/produkte/caneasy/> (besucht am 28.12.2010).
- [8] Till Steinbach. „Ethernet als Bus für Echtzeitanwendungen im Automobil - Projektbericht“. Bericht. Sep. 2009. URL: <http://papers.till-steinbach.de/s-ebeap-09.pdf>.
- [9] Wilfried Steiner. *TTEthernet Specification*. TTTech Computertechnik AG. Nov. 2008. URL: <http://www.tttech.com>.
- [10] Thomas Riegraf, Siegfried Behh und Stefan Kraus. *Effizientes Testen in der Automobilelektronik - Von der Simulation bis zur Diagnose*. Vector Informatik. URL: http://www.vector.com/portal/medien/cmc/press/PND/Testen_ATZ_200708_PressArticle_DE.pdf

Restbussimulation
TTEthernet

Florian Bartols

Motivation

Restbussimulation &
TTEthernet

Problemstellung

Risiken

Zusammenfassung &
Ausblick

Literatur