

# Dynamische Konfiguration mit AVB im TTEthernet

Jan Jasper Salathé



15.01.2013



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# Gliederung

Motivation

Time-Triggered Ethernet

Audio/Video Bridging

TTEthernet in Kombination mit AVB

Risiken & Related Work



Bild wurde wegen Bedenken bezüglich des Copy-Rights geschwärzt  
URL: <http://delphi.com/images/news/2011/Delphi-Wiring-Harness.jpg>

[delphi.com]

# Motivation

- Bis zu 70 Steuergeräte im Automobil
- Vernetzung durch unterschiedliche Bussysteme
  - CAN, LIN, FlexRay, MOST, LVDS
- Gateways verbinden Bussysteme
- Kommunikation mit Echtzeitanforderungen
- Steigende Anforderungen an Bandbreite
- Steigende Komplexität der Bussysteme

# Echtzeitfähiges Ethernet

- Basierend auf etablierter Technologie
- Hohe Bandbreite
- Flexibler Netzaufbau
- Hardware ist verbreitet und verfügbar
- Entwickler sind mit Technologie vertraut



# Echtzeitfähige Kommunikation

- Austausch von Nachrichten mit garantierter Laufzeit
- Nachrichten dürfen nicht verworfen werden
- Nachrichten treten entweder zyklisch (Time-Triggered) oder unregelmäßig (Event-Triggered) auf
- BestEffort Nachrichten dürfen Echtzeit-Nachrichten nicht beeinflussen

# Time-Triggered Ethernet

- Erfüllt harte Echtzeitanforderungen
- Festgelegte Sendeslots für Nachrichten
- Statische Berechnung einer Konfiguration
- Nachträgliche Erweiterung sehr aufwändig
- SW-Update/-Erweiterung nicht praktikabel
- Industriell verfügbar

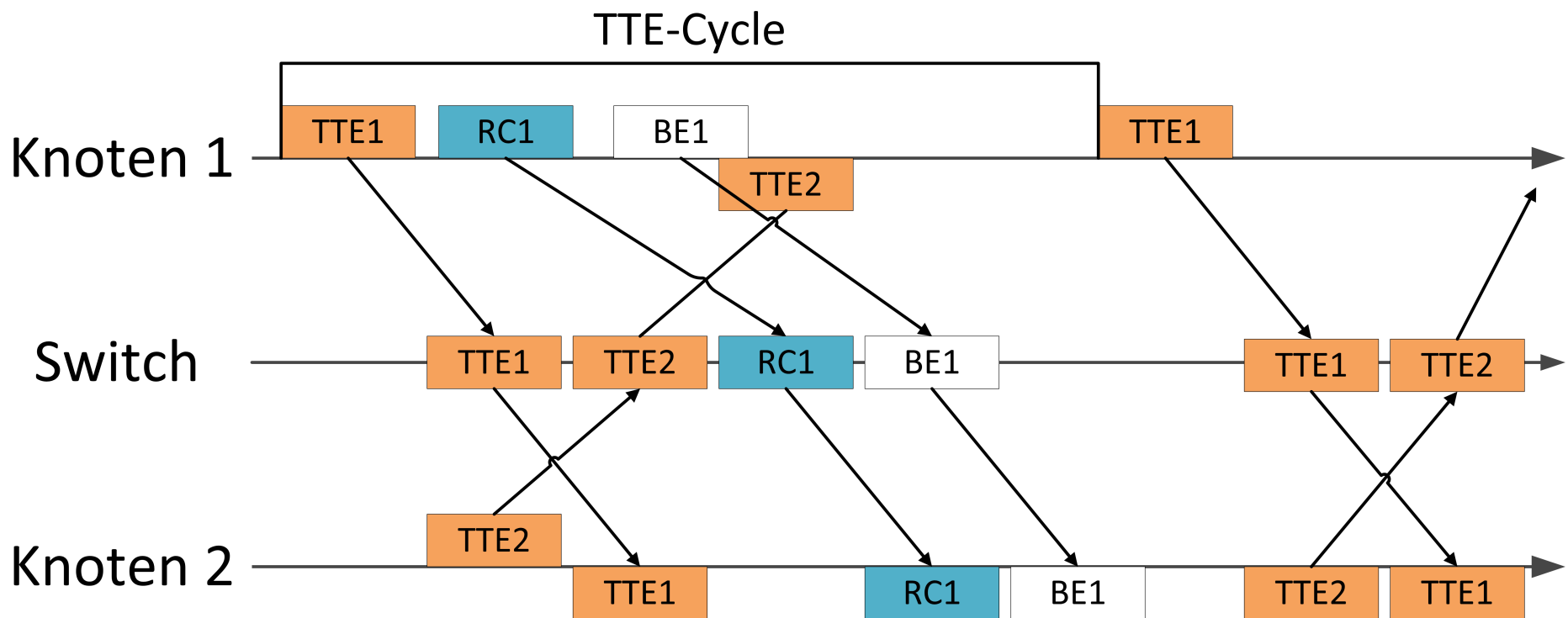
# Time-Triggered Ethernet

- Spezifikation durch TTEtech
- Paketklassen: Time-Triggered, Rate-Constrained, Best-Effort
- Zeitsynchronisation der Knoten
- Überwachung des Timings durch Switch



# Time-Triggered Ethernet

- TT-Pakete haben definierte Zeitschlitzze und verdrängen ggf. andere Pakete



# Audio/Video Bridging

- Erfüllt Echtzeitanforderungen mit höherem Jitter
- Allokation von Netzwerkressourcen zur Laufzeit
- Vorgesehen zur digitalen Übertragung von Audio-/Videodaten
- Zwei Klassen für Nutzdaten
- Zeitsynchronisation der Knoten
- z.B. Lautsprecher über Ethernet angebunden, Videostreaming mit geringer Latenz

# Audio/Video Bridging

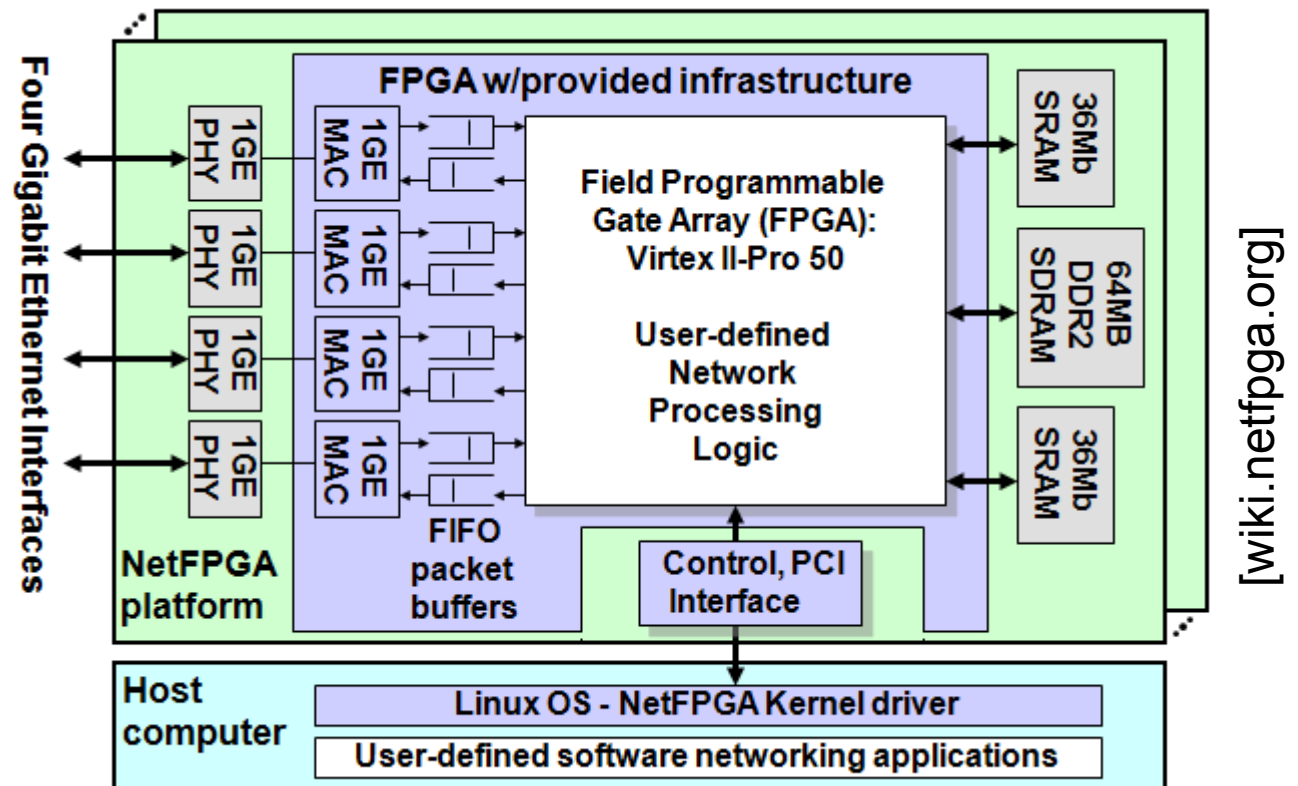
- Endknoten erbitten Bandbreite beim Switch
- Switch melde Reservierung der Bandbreite
- Bandbreit muss durch Switch garantiert werden, ansonsten wird Fehler gemeldet
- Credit-based Traffic-Shaping durch Switch verhindert Blockierung durch Bursts

# Ziele

- Statisch konfiguriertes TTE für zeitkritische Echtzeitanwendungen mit engen Zeitconstraints
- Konfiguration zur Laufzeit mit AVB für dynamische Allokation von Ressourcen
- Somit kann Bustiming & SW erweitert werden
- Modellierung eines Prototypen-Switches

# Hardwareplattform

- Umsetzung auf Net-FPGA der Stanford University



# Risiken

- Simulation des Konzeptes ist in Arbeit
- Keine Erfahrungen mit der HW-Plattform
- Zu klären: Sicherheitslücken

# Related Work

- IEEE 802 Gruppe
- Klaus Steinhammer, TU-Wien – TTE Switch und Knoten auf FPGA
- OpenSIG (Hyundai, Broadcom, BMW, Bosch, ... )
- TTTech – TTEthernet Spezifikation
- Gonzalo Carvajal et al, Universidad de Concepcion – Evaluation von RT-Switch Architekturen
- CoRE, HAW-Hamburg



# Literatur

Carvajal G, Wu CWW and Fischmeister S (2012), "*Evaluation of Communication Architectures for Switched Real-time Ethernet*", IEEE Transactions on Computers

IEEE (2011), "*IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks*" (IEEE Std 802.1Q-2011)

IEEE (2011), "*IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Audio Video Bridging (AVB) Systems*" (IEEE Std 802.1BA-2011)

IEEE (2010), "*Amendment 14: Stream Reservation Protocol (SRP) - 802.1Qat*" (IEEE S802.1Qat)

IEEE (2009), "*Station and Media Access Control Connectivity Discovery - 802.1AB*" (IEEE 802.1AB)



# Literatur

IEEE (2009), "*Amendment 12: Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams - 8.2.1Qav*" (IEEE 802.1Qav)

Kopetz H (12-2008), "*The Rationale for Time-Triggered Ethernet*", In Real-Time Systems Symposium

Steinhammer K and Ademaj A (2007), "*Hardware Implementation of the Timetriggered Ethernet Controller*"

Steinhammer K, Grillinger P, Ademaj A and Kopetz H (2006), "*A Time-Triggered Ethernet (TTE) Switch*"

TTTech (2008), "*TTEthernet Specification*"

Zinner H, Noebauer J, Seitz J and Waas T (7-2011), "*A comparison of time synchronization in AVB and FlexRay in-vehicle networks*", In Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES), Proceedings of the Ninth Workshop on., S. 67 -72

Danke für die Aufmerksamkeit ...

