



HW/SW Codesign für Real-time Ethernet basierte Steuergeräte

Masterseminar

In der Arbeitsgruppe CoRE
Communication over Real-time Ethernet

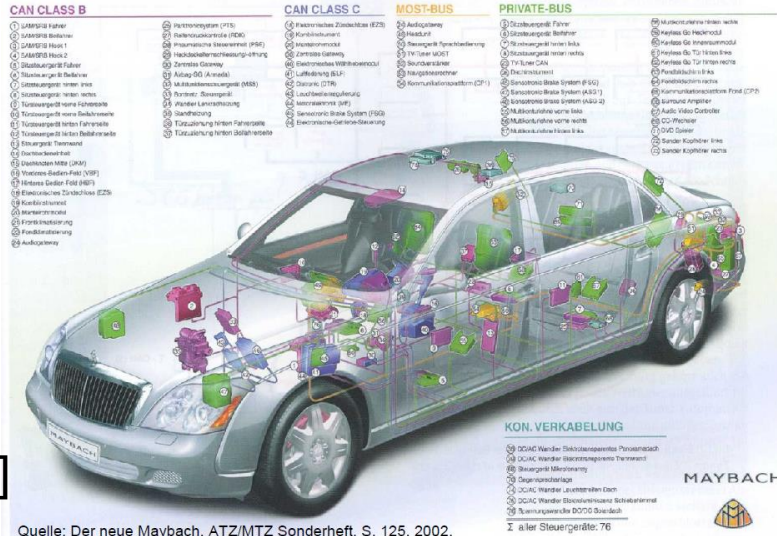
Friedrich Groß – 21.11.2012



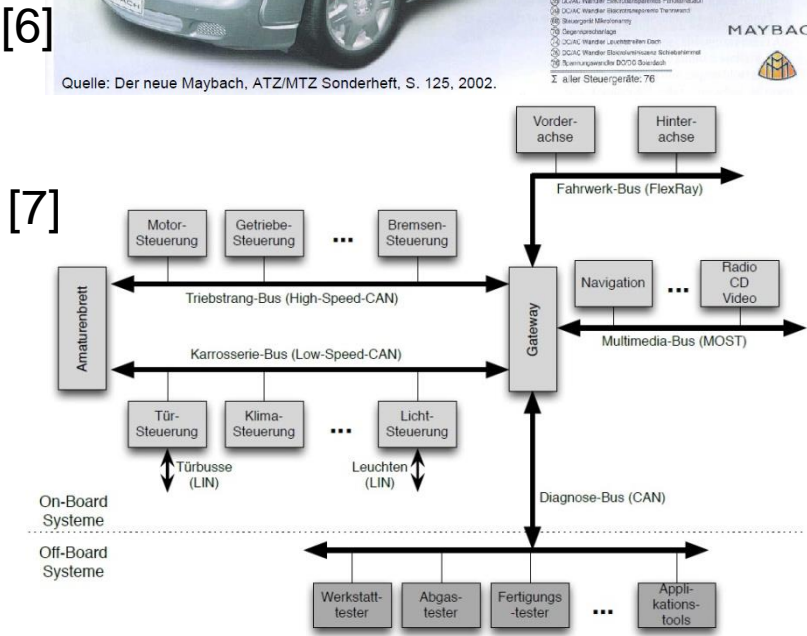
Agenda

- ▶ **Einführung**
- ▶ Grundlagen
- ▶ Idee der Masterarbeit
- ▶ Konzept eines Moduls
- ▶ Zusammenfassung

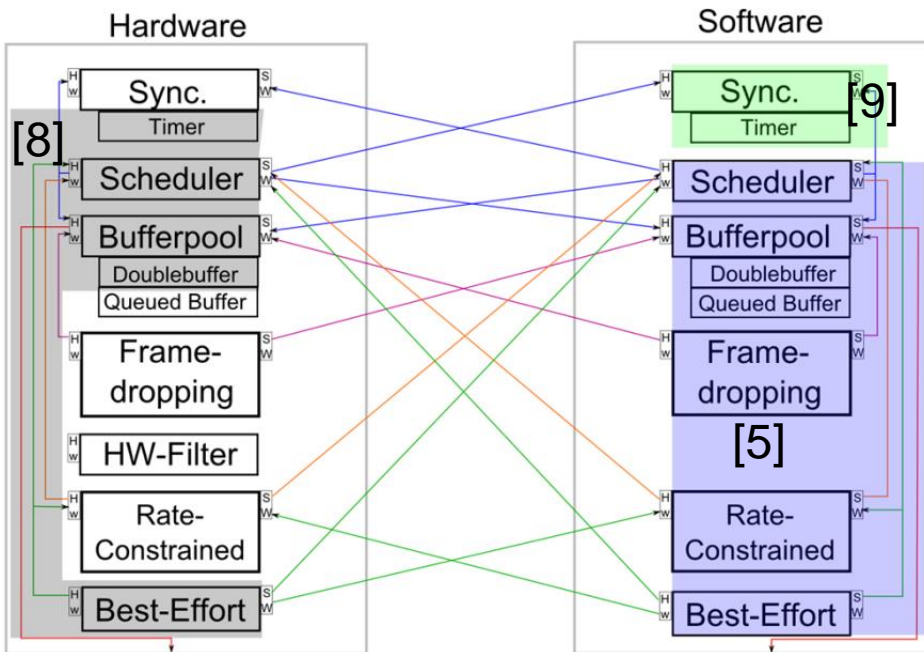
Rückblick AW1



- ▶ **Steigende Komplexität** in Fahrzeugen durch viele Assistentssysteme und verschiedene Bussysteme [1]
- ▶ Immer **höherer Bandbreitenbedarf** durch kamerabasierte Systeme [2]
- ▶ Suche nach neuem echtzeitfähigem **kostengünstigen Bussystem** mit hoher Bandbreite [3]
- ▶ TTEthernet ist ein Kandidat [4]
- ▶ Softwareumsetzungen brauchen viele CPU-Ressourcen [5]
- ▶ Ziel dieser Arbeit: **HW/SW-Codesign-Lösung**



Rückblick AW2



- ▶ Diverse Softwarelösungen. Vereinigt bilden diese komplette Spezifikation ab.
- ▶ Eine Hardwarelösung, die sich auf das Scheduling von Time-Triggered Nachrichten beschränkt hat.

- ▶ Automobil ist auf der Suche nach einem kostengünstigen, echtzeitfähigen, schnellem BUS
- ▶ TTEthernet ist ein Kandidat
- ▶ Softwareimplementierungen verbrauchen zu viel CPU-Ressourcen
- ▶ Hardwareimplementierungen nicht vollständig und nicht offengelegt.
- ▶ → Masterarbeit:
TTEthernet HW/SW Codesign

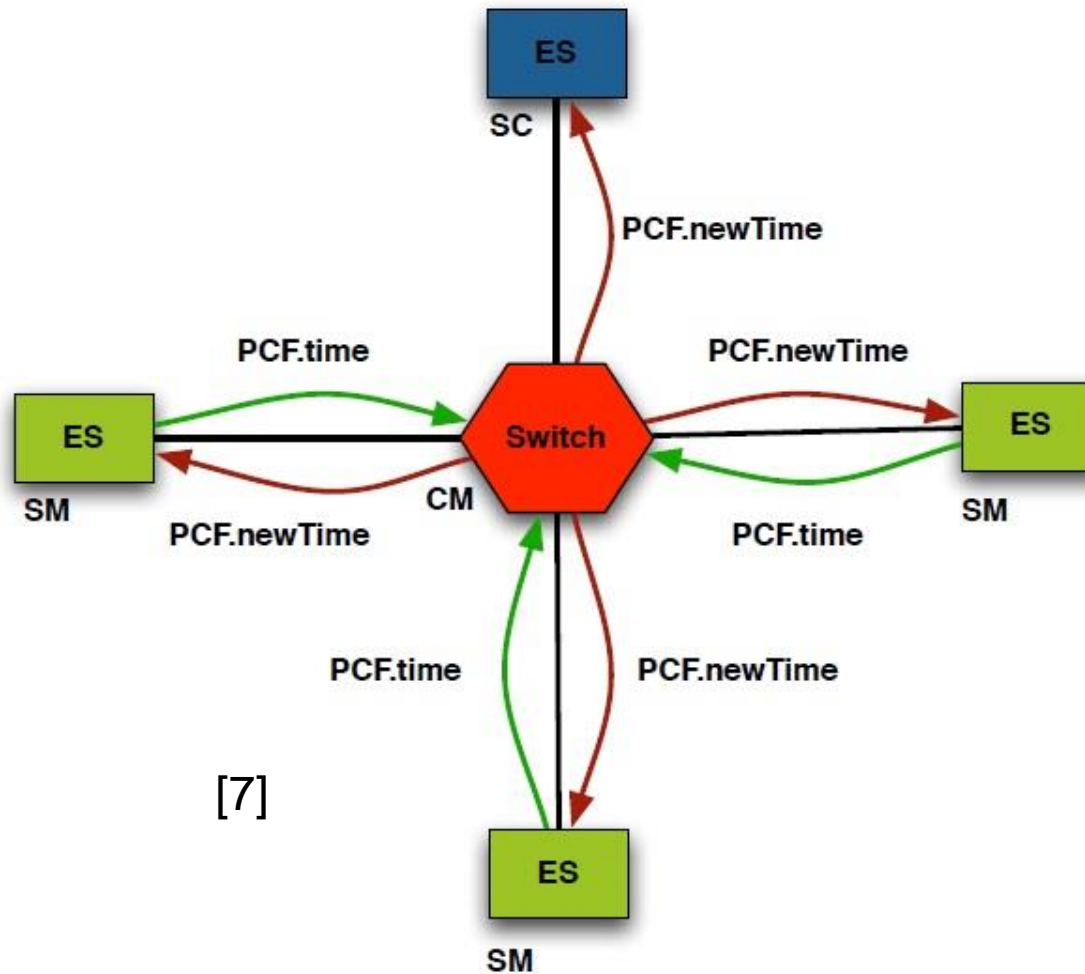


Agenda

- ▶ Einführung
- ▶ **Grundlagen**
- ▶ Idee der Masterarbeit
- ▶ Konzept eines Moduls
- ▶ Zusammenfassung

- ▶ Ist eine Echtzeiterweiterung des Standard-Ethernet
- ▶ Unterstützt drei Nachrichtenklassen [10]
 - ▶ Time-Triggered-Traffic: zeitgesteuerte Nachrichten für zeitkritischen Datenverkehr. Konstante Latenz mit geringem Jitter.
 - ▶ Rate-Constrained-Traffic: eventbasierte Nachrichten mit garantierter Bandbreite (= AFDX im Flugzeug)
 - ▶ Best-Effort-Traffic: entspricht dem Standard-Ethernet Verkehr.

Synchronisation





Agenda

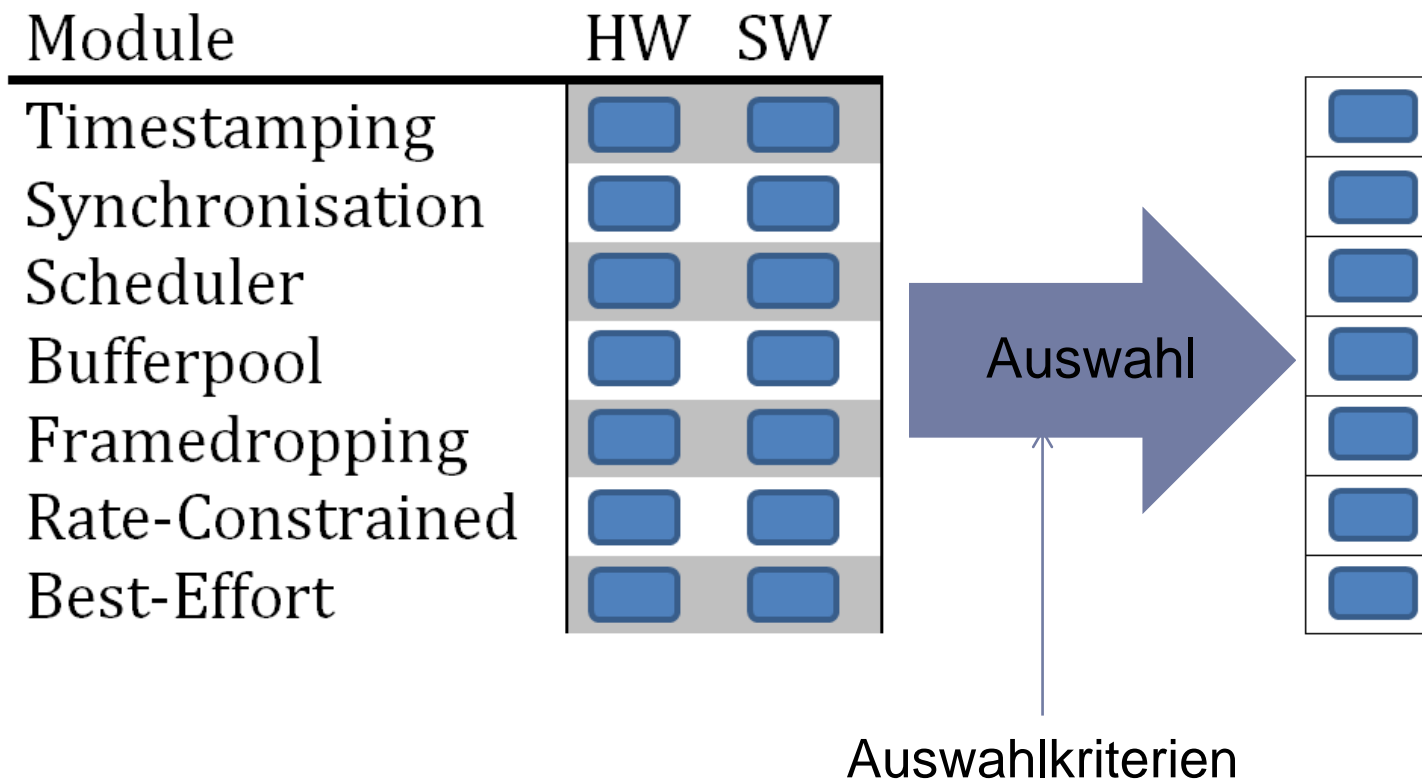
- ▶ Einführung
- ▶ Grundlagen
- ▶ **Idee der Masterarbeit**
- ▶ Konzept eines Moduls
- ▶ Zusammenfassung

Baukastensystem



Baukasten

Zielsystem



▶ Echtzeitanforderungen

- ▶ Wie schnell und innerhalb welcher Zeitfenster sollen Nachrichten übertragen werden.
 - ▶ Große Zeitfenster → Softwarelastige Partitionierung
 - Reduziert die benötigte Chipfläche
 - Reduziert die Bandbreite für andere Nachrichtenklassen
 - Erhöht den Jitter und somit die maximale Latenz
 - Erhöht den CPU-Ressourcenbedarf
 - ▶ Kleine Zeitfenster → Hardwarelastige Partitionierung
 - Analoge Vor-/Nachteile

Auswahlkriterien

- ▶ **Verfügbare CPU-Ressourcen**
 - ▶ Ist der Rechenaufwand einer Anwendung hoch, bleiben wenig CPU-Ressourcen für den TTEthernet-Stack übrig.
 - ▶ Hoher CPU-Ressourcenbedarf durch Anwendung
 - Hardwarelastige Partitionierung
 - Echtzeitanforderungen / Bandbreite kann erhöht werden
 - Höherer Bedarf an Chipfläche → höhere Kosten
 - ▶ Geringer CPU-Ressourcenbedarf
 - Softwarelastige Partitionierung
 - Vor/Nachteilen: Siehe letzte Folie Vor/Nachteile Echtzeitanforderungen
 - Geringer Bedarf an Chipfläche → Niedrige Kosten

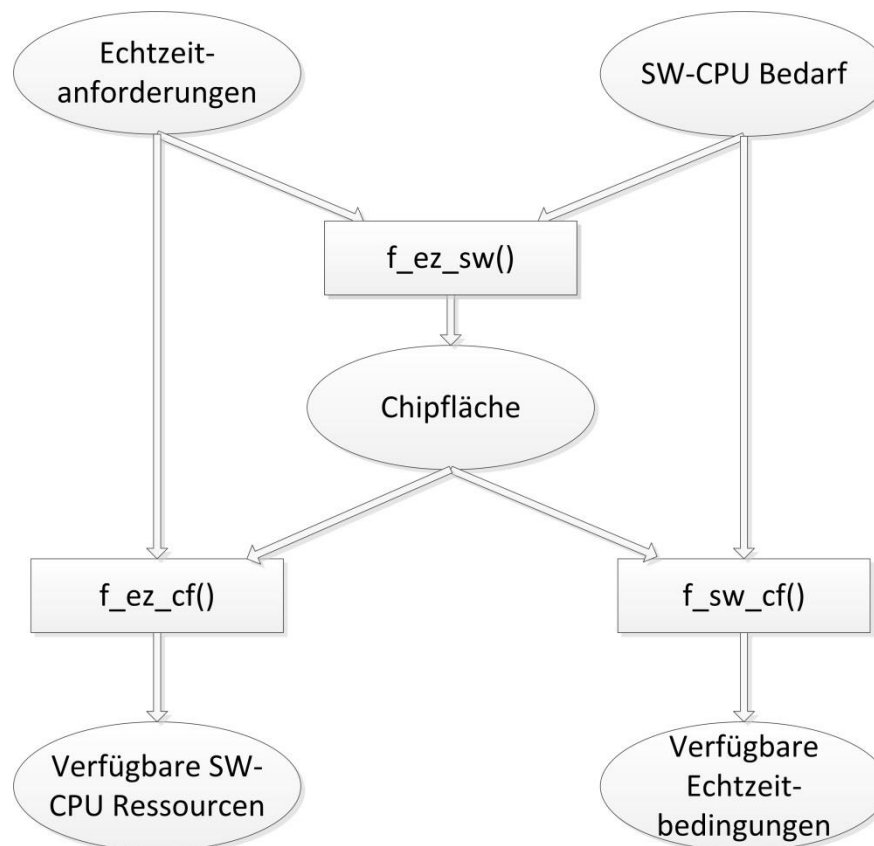


Auswahlkriterien

- ▶ **Verfügbare Chipfläche (Kosten)**
 - ▶ Sind die Maximalkosten festgelegt, müssen evtl. die Echtzeitanforderungen / Bandbreite reduziert werden.

Funktionen

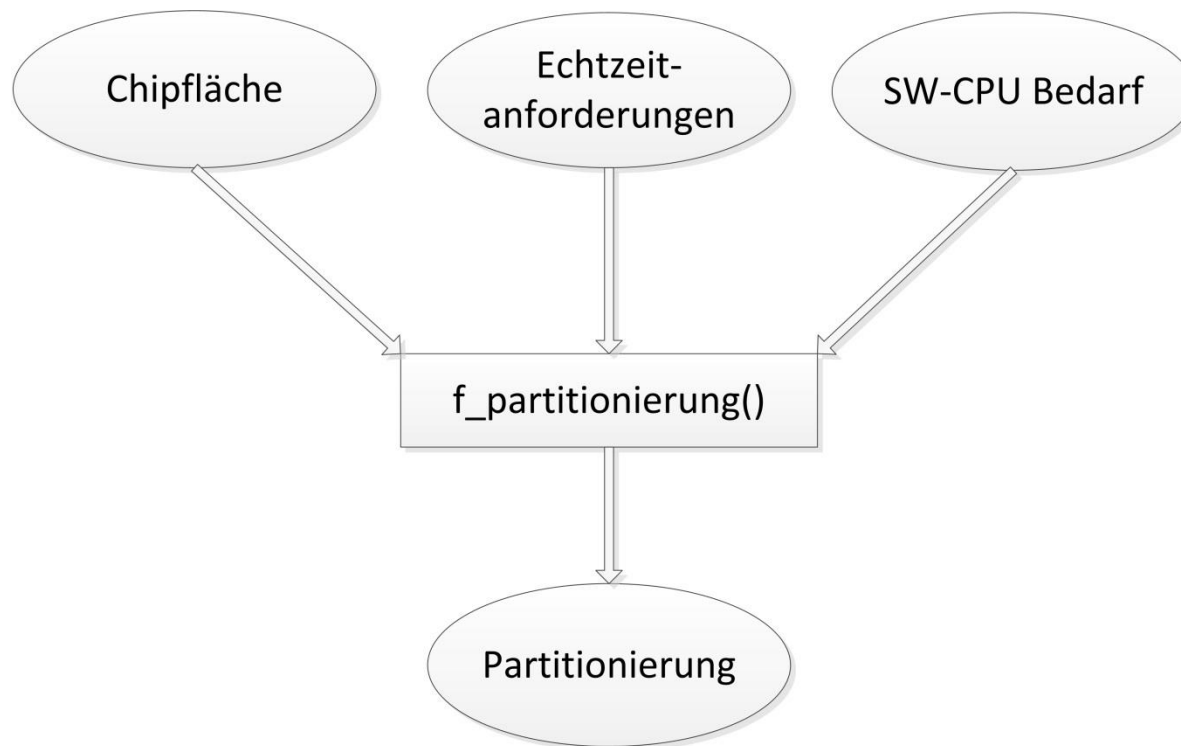
- ▶ Chipfläche = f_{ez_sw} (Echtzeitanforderungen, SW-CPU-Bedarf)
- ▶ Verfügbare Echtzeitbedingungen = f_{sw_cf} (Chipfläche, SW-CPU-Bedarf)
- ▶ Verfügbare SW CPU-Ressourcen = f_{ez_cf} (Echtzeitanforderungen, Chipfläche)



Partitionierungsfunktion



- ▶ Partitionierung =
f_partitionierung(Echtzeitanforderungen, SW-CPU-Bedarf, Chipfläche)





Module

- ▶ **Timestamping**
 - ▶ Setzen eines Zeitstempels bei eintreffenden Paketen
- ▶ **Synchronisation**
 - ▶ Anpassung einer Uhr auf die globale Netzwerkzeit
- ▶ **Scheduling**
 - ▶ Zeitplan für Time-Triggered Nachrichten
 - ▶ Information für RC und BE Nachrichten wann diese versendet werden können

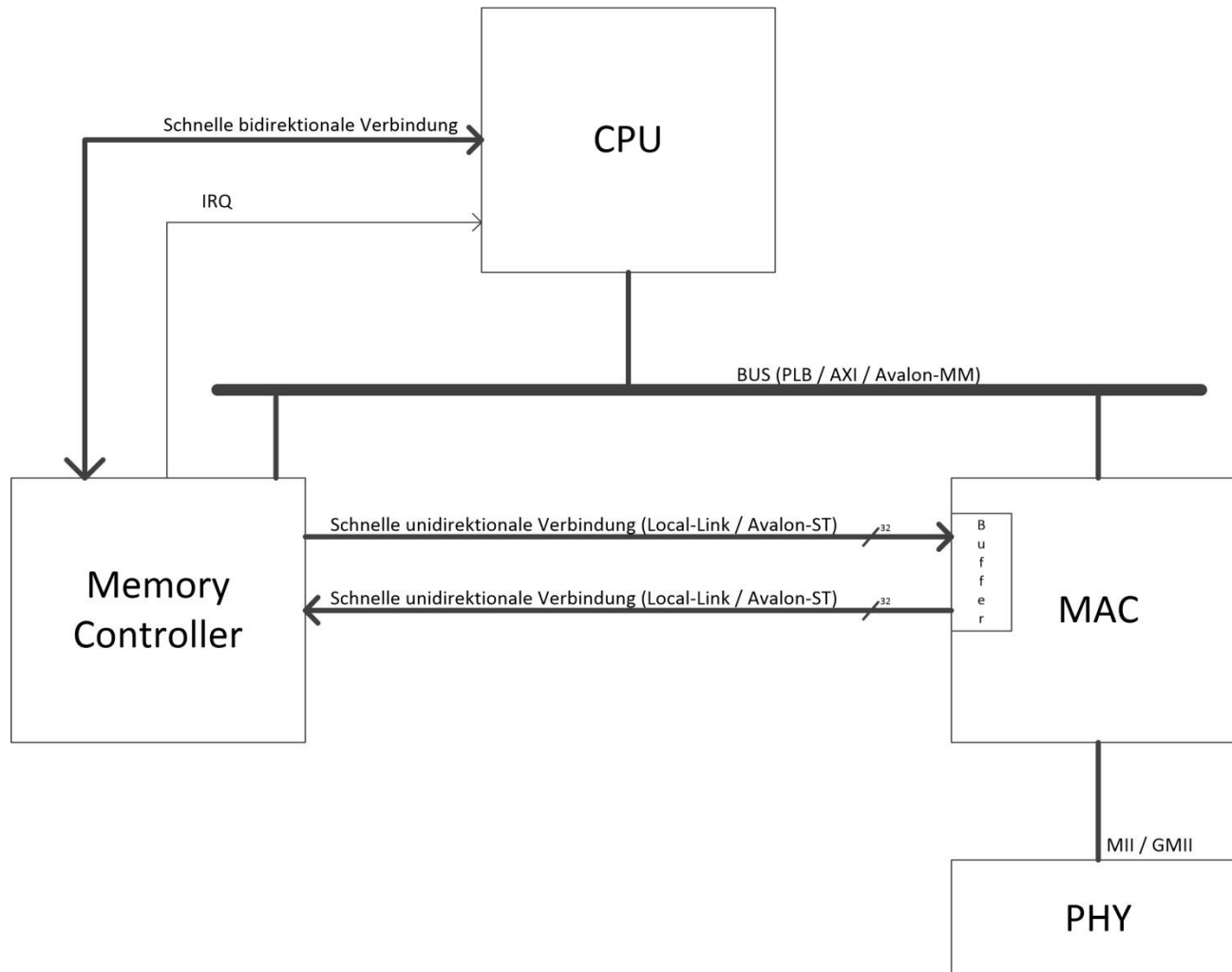
- ▶ **Frame-Dropping**
 - ▶ Sicherstellung, dass genug Speicherplatz für eingehende TT-Nachrichten durch Verwerfen von alten BE/RC Nachrichten
- ▶ **Rate-Constrained**
 - ▶ Sicherstellung von Bandbreite für bestimmte Nachrichtentypen unter Beachtung der TT-Nachrichten
- ▶ **Best-Effort**
 - ▶ Versenden von BE-Nachrichten unter Beachtung von TT- und RC-Nachrichten.



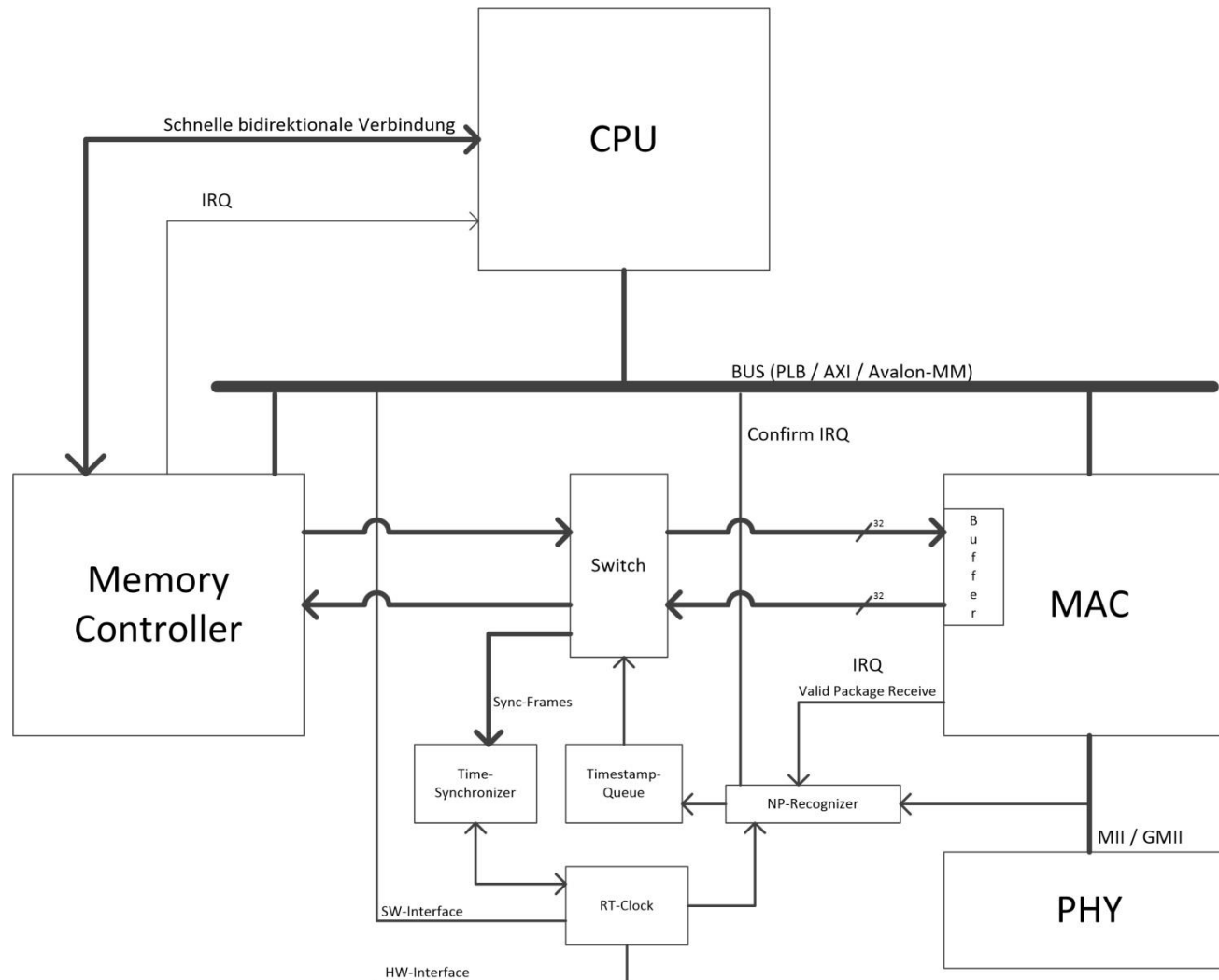
Agenda

- ▶ Einführung
- ▶ Grundlagen
- ▶ Idee der Masterarbeit
- ▶ **Konzept eines Moduls**
- ▶ Zusammenfassung

Standard-Ethernet



Ethernet mit Sync.



Ziele bei Konzeption



- ▶ Hohe Portierbarkeit (Xilinx / Altera)
- ▶ Hohe Echtzeitanforderungen bei Hardwareelementen.

- ▶ Fehleinschätzung des Aufwands
- ▶ Zu viele Partitionierungskonfigurationen ergeben keinen Sinn.
- ▶ Hohe Portierbarkeit wird nicht erreicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen?

- ▶ [1] LEEN, Gabriel ; HEFFERNAN, Donal: Expanding Automotive Electronic Systems. In: Computer 35 (2002), Nr. 1, S. 88–93. – ISSN 0018-9162
- ▶ [2] NAVET, Nicolas ; SONG, Yeqiong ; SIMONOT-LION, Françoise ; WILWERT, Cédric: Trends in Automotive Communication Systems. In: Proceedings of the IEEE 93 (2005), Juni, Nr. 6, S. 1204–1223. – ISSN 0018-9219
- ▶ [3] BELSCHNER, Ralf ; BERWANGER, Josef ; BRACKLO, Claas ; EBNER, Christian ; HEDENETZ, Bernd ; KUFFNER, Walter ; LOHRMANN, Peter ; MINUTH, Jürgen ; PELLER, Martin ; SCHEDL, Anton ; SEEFRIED, Volker: Anforderungen an ein zukünftiges Bussystem für fehlertolerante Anwendungen aus Sicht Kfz-Hersteller. In: VDI-Berichte 1547 (2000), S. 23–41. – ISBN 3-18-091547-1
- ▶ [4] STEINBACH, Till ; KORF, Franz ; SCHMIDT, Thomas C.: Comparing Time-Triggered Ethernet with FlexRay: An Evaluation of Competing Approaches to Realtime for In-Vehicle Networks. In: 8th IEEE Intern. Workshop on Factory Communication Systems. Piscataway, New Jersey : IEEE Press, Mai 2010, S. 199–202
- ▶ [5] MÜLLER, Kai: Entwicklung eines TTEthernetclients als Embeddedsystem auf einem ARM-Board. Dezember 2010. – Bachelorthesis
- ▶ [6] ATZ/MTZ Sonderheft 2002, Der neue Maybach, S. 125

- ▶ [7] BARTOLS, Florian: Leistungsmessung von Time-Triggered Ethernet Komponenten unter harten Echtzeitbedingungen mithilfe modifizierter Linux-Treiber. Hamburg, HAW Hamburg, Bachelorthesis, Juli 2010. – Bachelorthesis
- ▶ [8] STEINHAMMER, Klaus ; ADEMAIJ, Astrid: Hardware Implementation of Time-Triggered Ethernet Controller. In: Submission for the IESS - Network and communication systems (2007). – URL http://www.vmars.tuwien.ac.at/documents/intern/2218/IESS07_paper_33.pdf. – Zugriffsdatum: 2012-08-27
- ▶ [9] TODOROV, Lazar: Einbettung einer TTEthernet Synchronisation in eine OMNeT++ basierte Simulationsumgebung. 2012. – Bachelorthesis
- ▶ [10] Time Triggered Systems and Architecture Committee 2009] SAE - AS-2D TIME TRIGGERED SYSTEMS AND ARCHITECTURE COMMITTEE: Time-Triggered Ethernet (AS 6802). 2009. – URL <http://www.sae.org>. – Zugriffsdatum: 2010-12-11