

# Scheduling for Time-Triggered Network Communication

Jan Kamieth

[jan.kamieth@informatik.haw-hamburg.de](mailto:jan.kamieth@informatik.haw-hamburg.de)

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

05. Dezember 2012

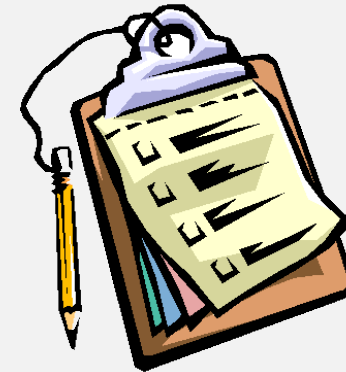


## (1) Rückblick

- Time-Triggered Ethernet
- Anforderungen
- Scheduling Verfahren

## (2) Aktuelles Projekt

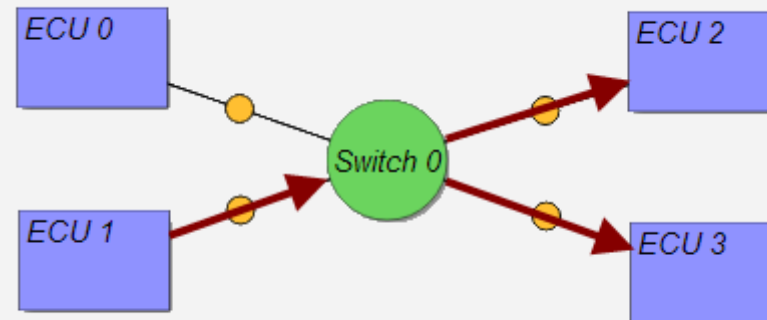
- Aufbau
- Umsetzung



## (3) Ausblick

- **Time-Triggered Traffic**

- Höchste Priorität
- Feste Sende- und Empfangsfenster
- Virtuelle Links
- Versendet durch Tasks
- Scheduling zur Designzeit

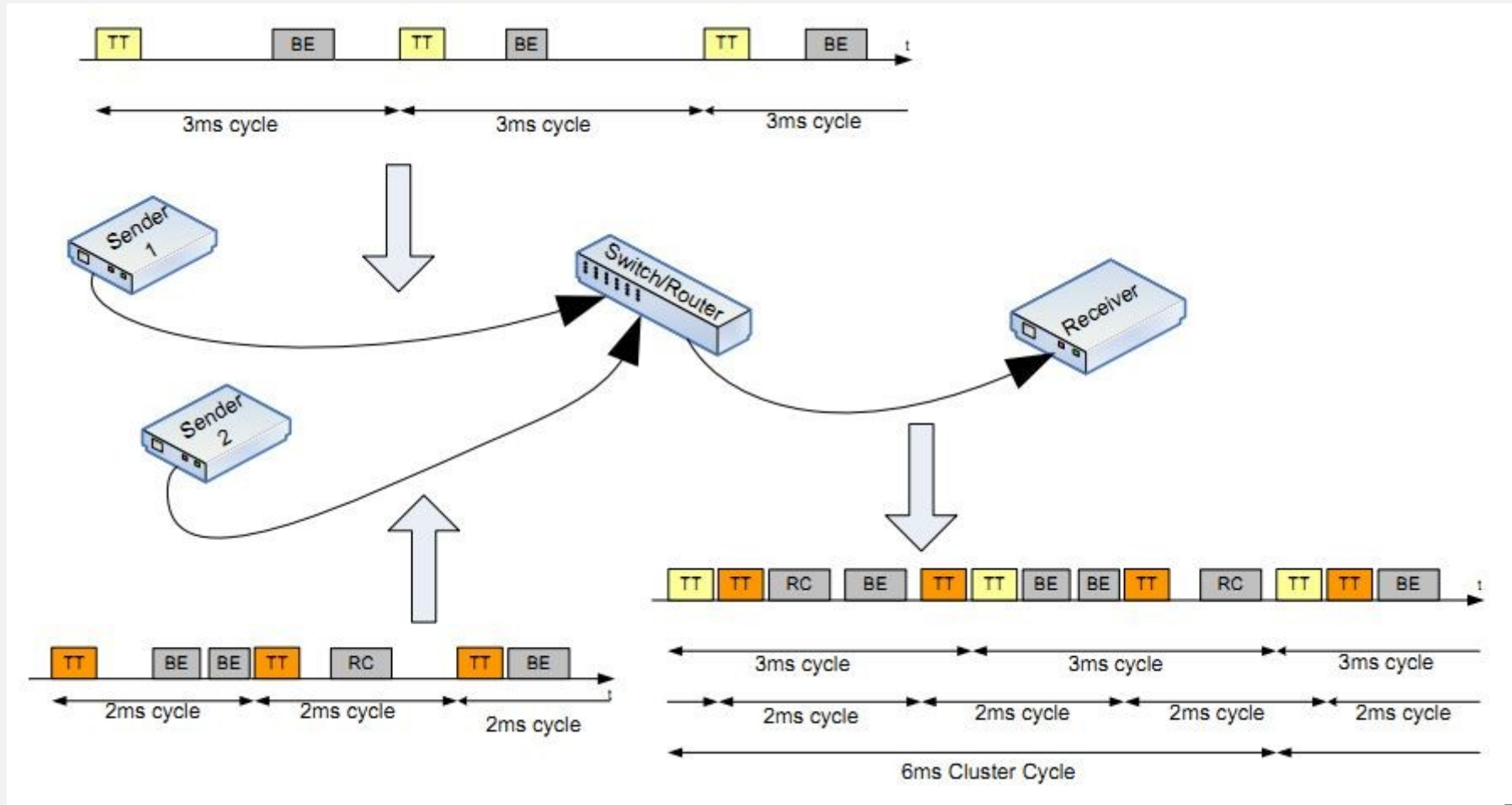


- **Perioden**

- Scheduling verläuft periodisch
- 1 absolute Cluster-Periode
- X relative Sub-Perioden
- Sub-Perioden sind Teiler der Cluster-Periode
- Sub-Perioden können Phasenverschoben sein
- Zur Designzeit konfiguriert



# Rückblick: TTE-Cluster



[1]



- **Task**

- Deadline
- Beginn des möglichen Sendefensters

- **TT-Nachrichten**

- E2E Latency
- Pro Empfänger definiert
- Jitter



- **Heuristiken**

- Analytische Lösung
- Kostengünstig
- Kein optimales Ergebnis

- **Model-Checking**

- Komplex zu implementieren
- Ressourcenintensiv
- Schlechte Skalierung



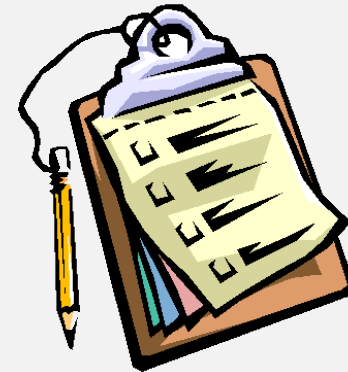
## (1) Rückblick

- Time-Triggered Ethernet
- Anforderungen
- Scheduling Verfahren

## **(2) Aktuelles Projekt**

- Integration
- Scheduling

## (3) Ausblick





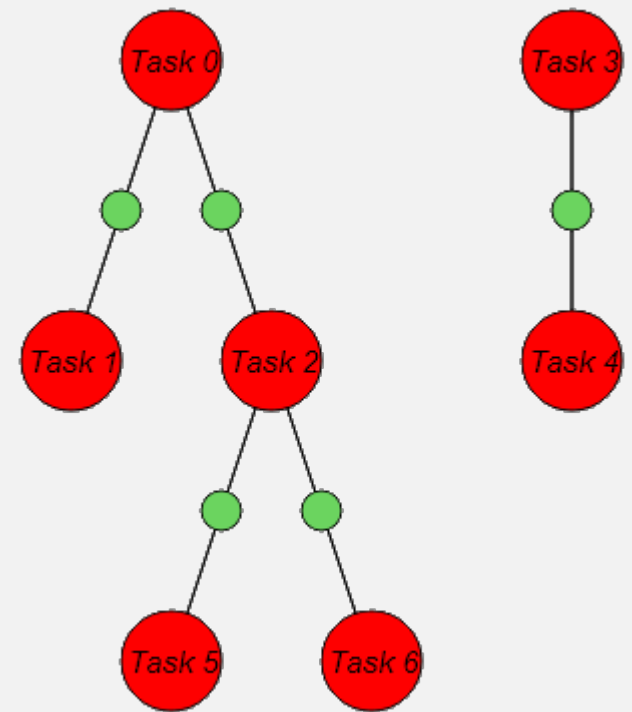
- **Field Bus Exchange Format**

- XML-basiert
- Steuergeräte-Netzwerke in der Automobilindustrie (Flexray)
- TTE Erweiterung von Florian Bartols
- Input: Netzwerkbeschreibung und Anforderungen
- Output: Port-Timings



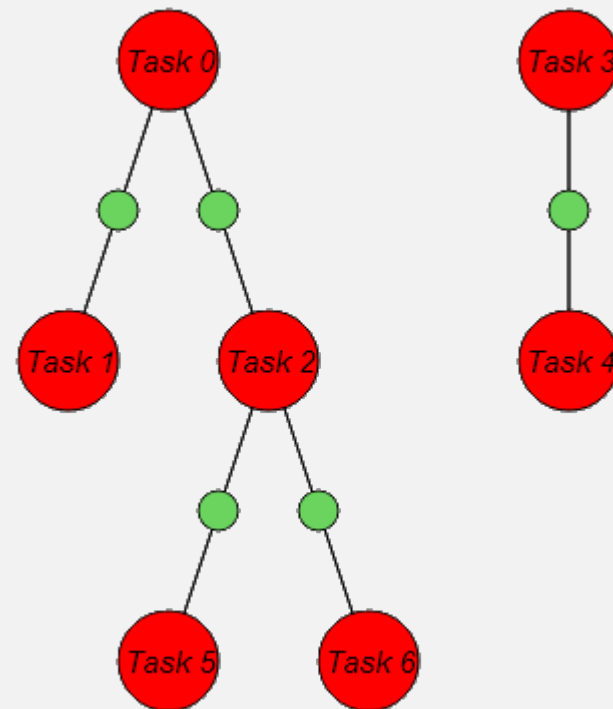
# Scheduling: Vorbereitung

- Daten extrahieren
- Perioden, Virtuelle Links, ...
- Netzwerk aufbauen, Pathfinding
- Erzeugen des Taskgraphen



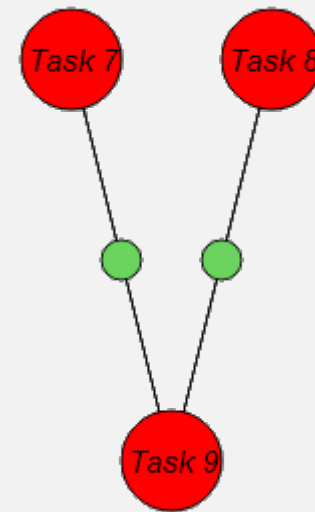
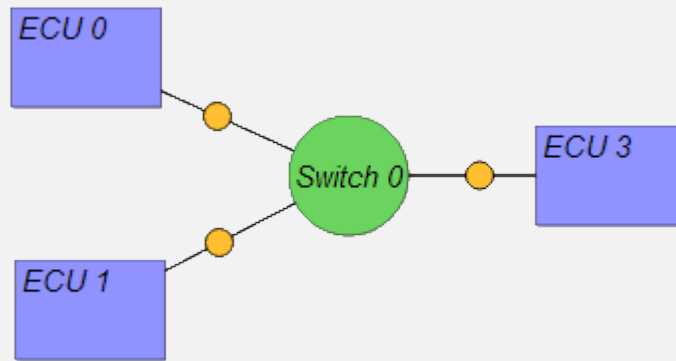
- Einsatz einer Heuristik
- List Scheduling Algorithmus
- Ausgeführt auf ECUs und Links
- Nächstes Element wird aus 'ready list' gewählt
- Nach Ausführung kommen die Nachfolger in die 'ready list'

- **Earliest Deadline First**
- **Longest Path First**
  - Taskzeiten
  - Nachrichtenzeiten

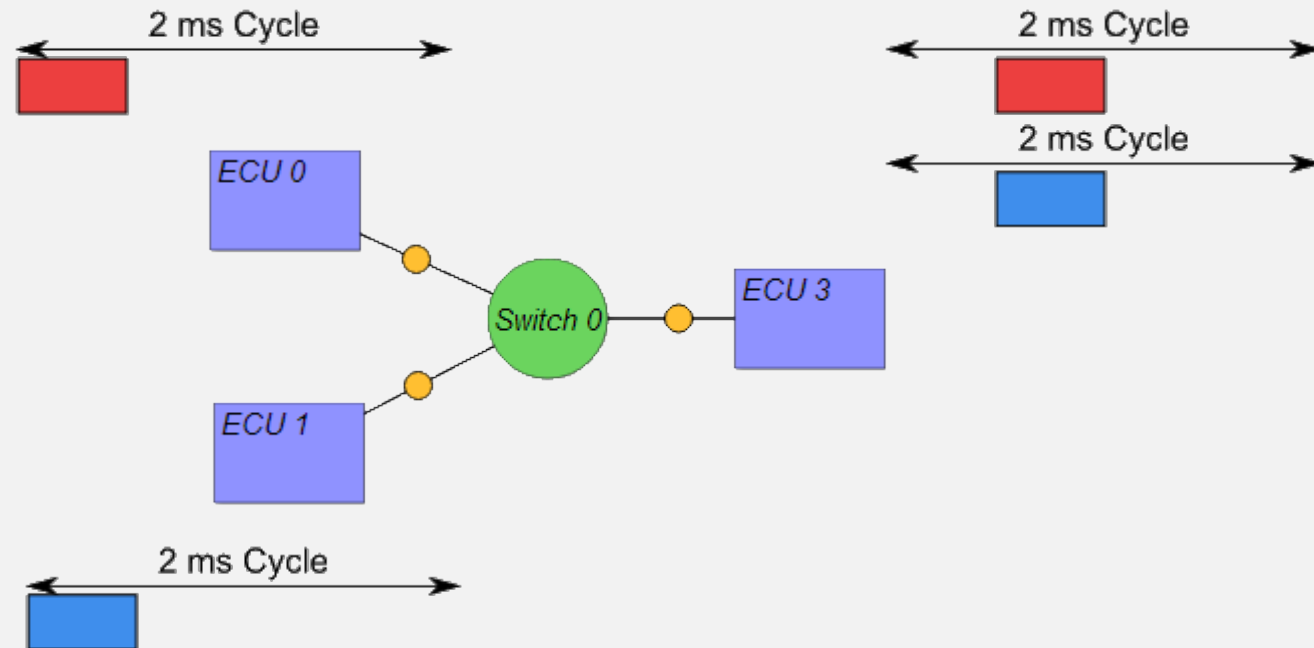


# Scheduling: Nachrichten

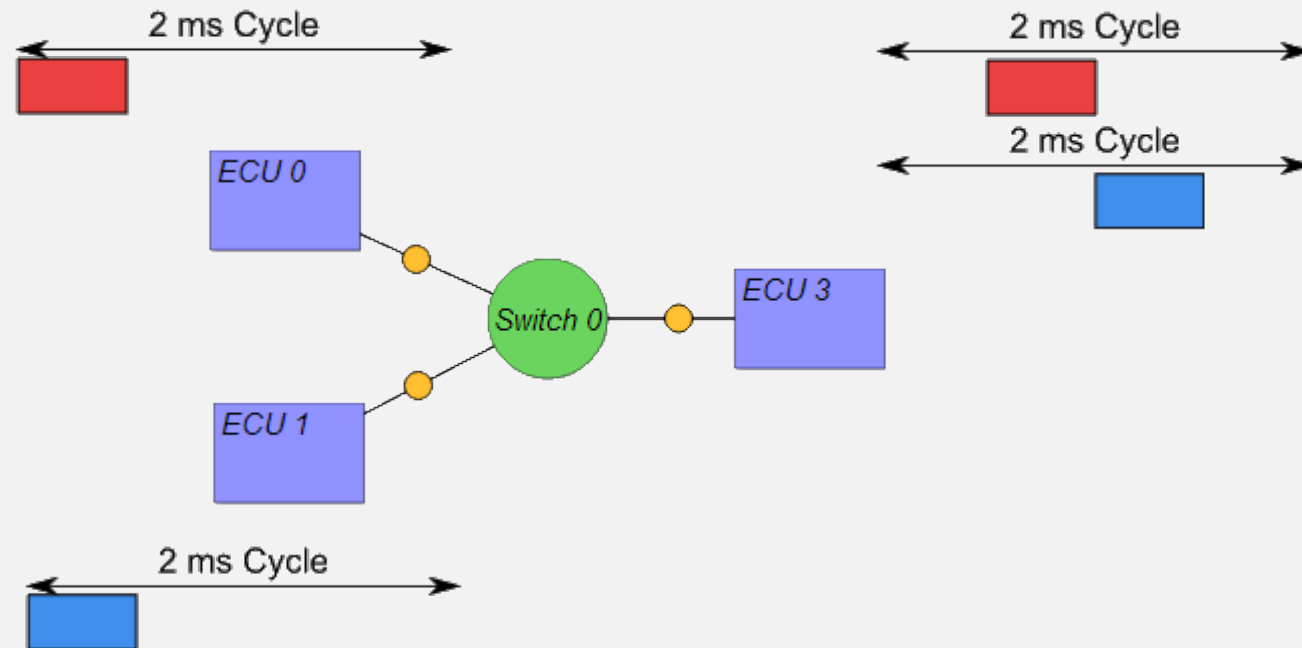
- Suche nach freien Slots im Schedule
- Einsatz von Backstepping



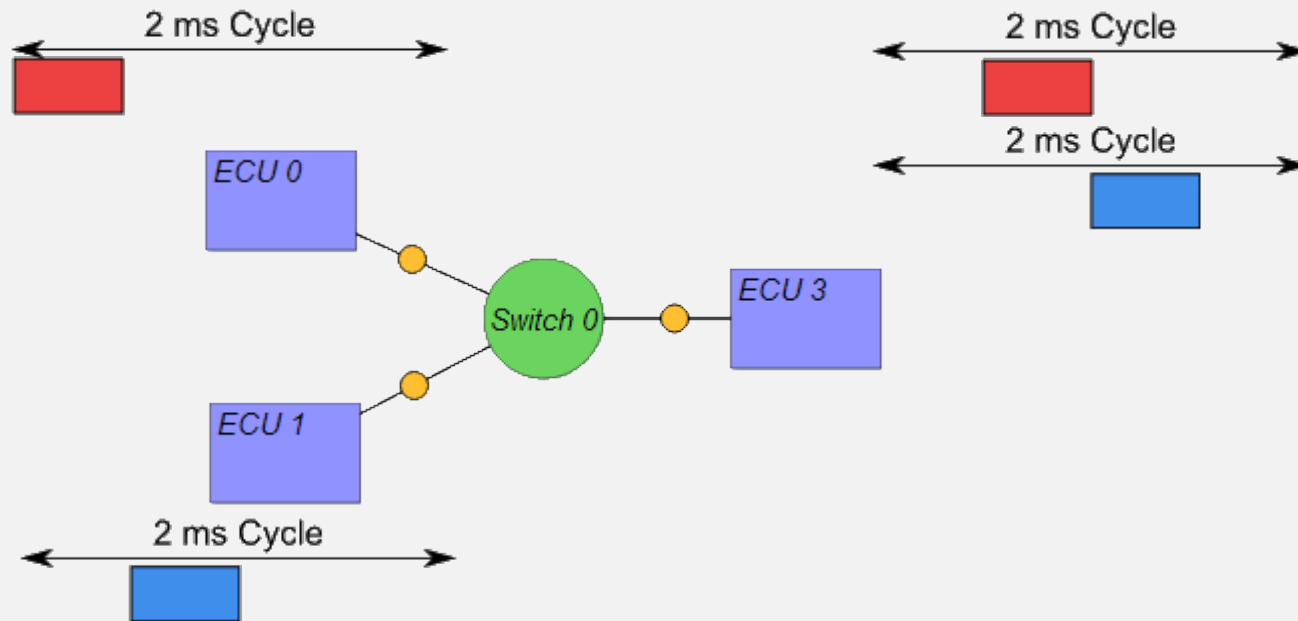
# Scheduling: Nachrichten



# Scheduling: Nachrichten

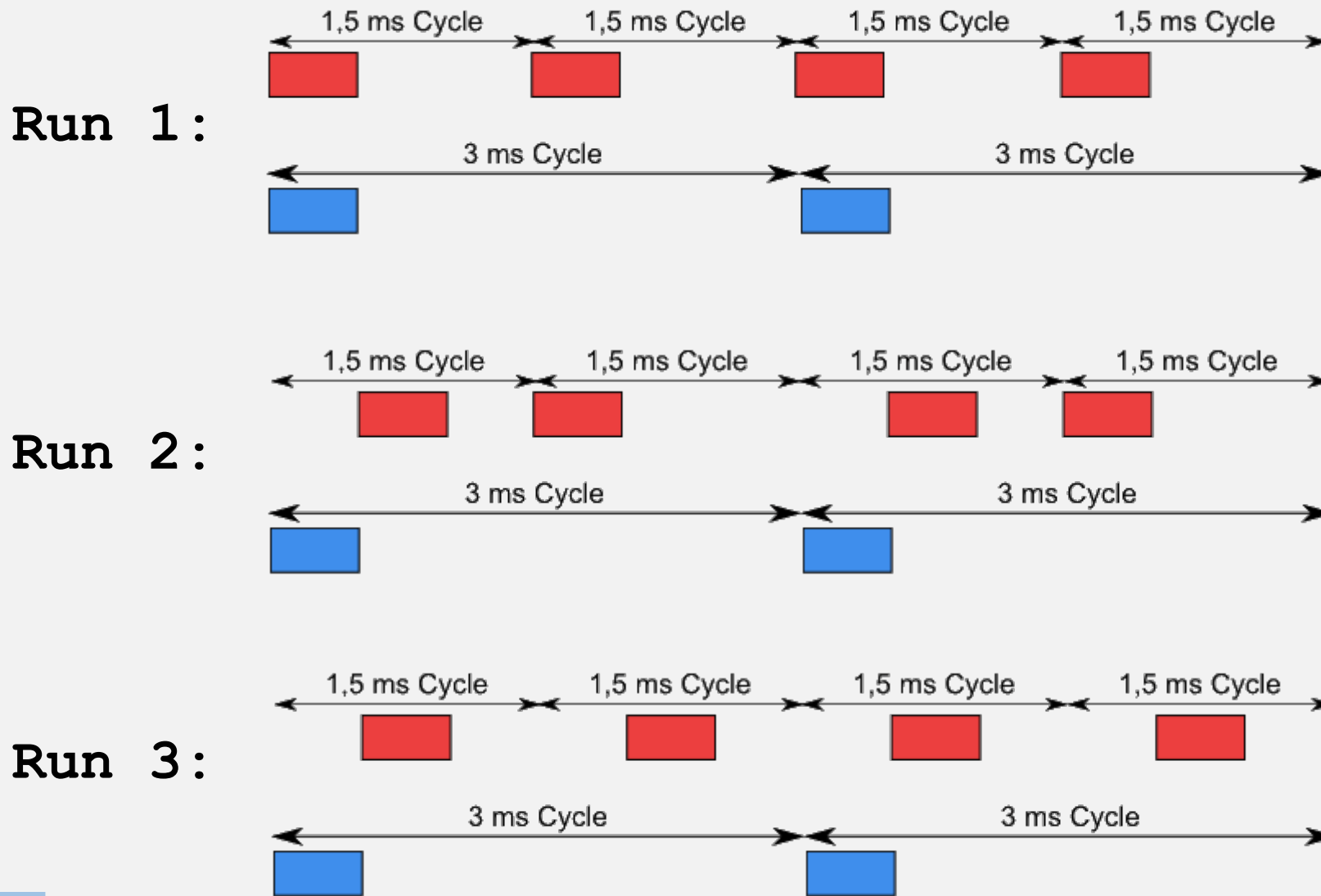


# Scheduling: Nachrichten





# Scheduling: Perioden

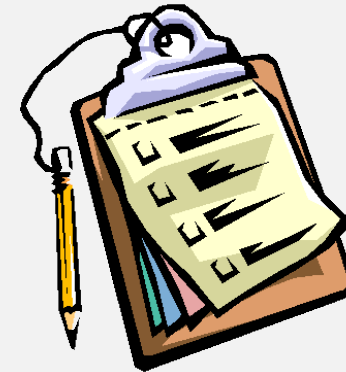


## (1) Rückblick

- Time-Triggered Ethernet
- Anforderungen
- Scheduling Verfahren

## (2) Aktuelles Projekt

- Integration
- Scheduling



## **(3) Ausblick**

- Lösungen aus klassischem Task-Scheduling anwendbar?
- Switched Bussystem?
- Perioden?
- Nächster Optimierungsschritt Nachbarschaftssuche?



- Zeit
- Komplexität des Systems
- Ungenaue Spezifikationen und Anforderungen



Vielen Dank...

---



für die  
Aufmerksamkeit!



- (1) Florian Bartols, Leistungsmessung von Time-Triggered Ethernet Komponenten unter harten Echtzeitbedingungen mithilfe modifizierter Linux-Treiber, 2010
- (2) Petru Eles, Alex Doboli, Paul Pop and Zebo Peng, Scheduling with Bus Access Optimization for Distributed Embedded Systems, 2000
- (3) ASAM e.V, Data Model for ECU Network Systems, 2011
- (4) Till Steinbach, Echtzeit-Ethernet für Anwendungen im Automobil: Metriken und deren simulationsbasierte Evaluierung am Beispiel von TTEthernet, 2011
- (5) Jan Kamieth, Scheduling for Time-Triggered Network Communication (AW2), 2012