

# Zeitsynchronisierung in verteilten Systemen

## Ein Peer2Peer-basierender Ansatz

Kai Müller

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

19. Dezember 2012



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

*Hamburg University of Applied Sciences*

Seminar

K. Müller

Rückblick

Konzept

Bewertung

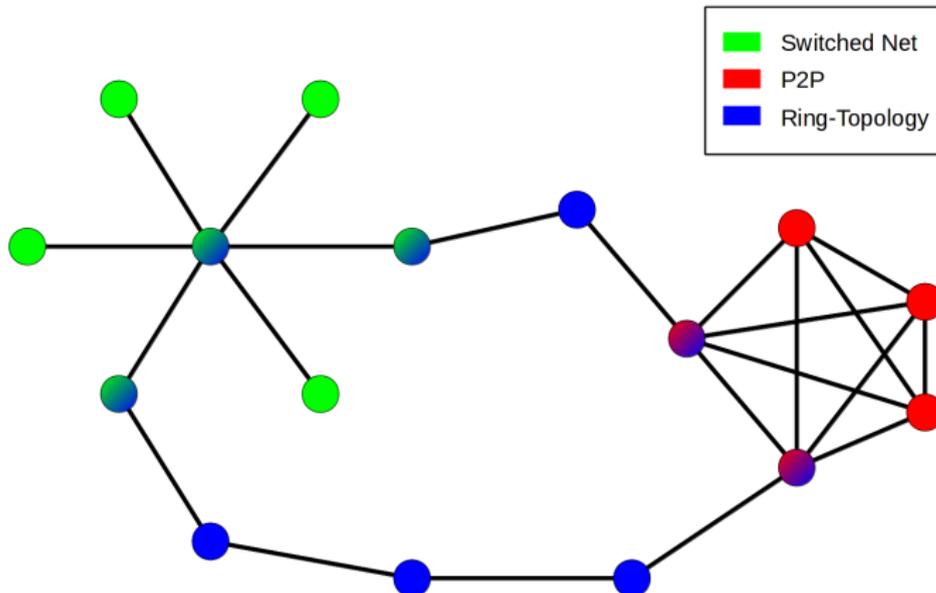
## 1 Rückblick

## 2 Konzept

- Synchronisationsprozess
- Vermittlungsebene

## 3 Bewertung

- Abschätzung
- Risiken



Beispiel: Netzwerkcluster

Seminar

K. Müller

Rückblick

Konzept

Bewertung

Bisherige Zeitsynchronisationsverfahren basieren auf Master-Slave Ansätzen

## Probleme dieser Architektur:

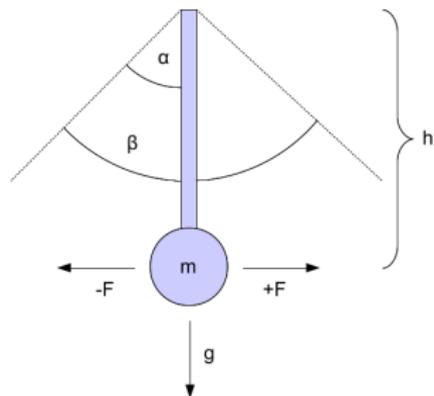
- Ausfall des Masters bedeutet Verlust der Synchronisation (Single Point of Failure)
- Verlust eines Masters in multi-Master Netzen begünstigt Clique-Bildung
- Skalierungsproblem: Knoten nachträglich einzupflegen erfordert die Bekanntheit seiner Rolle
- Aggregation eigenständiger Netze

## Bisherige Ansätze

- Precision Time Protocol (IEEE 1588)
- Time-Triggered Protocol (SAE AS6003)
- Time-Triggered Ethernet (SAE AS6802)

**Ziel:** Einen Synchronisationsalgorithmus mit den Eigenschaften...

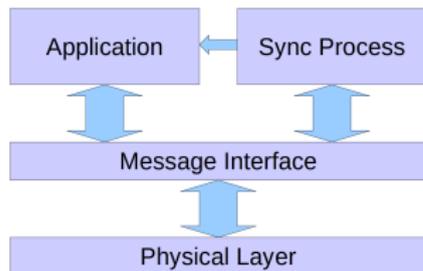
- Hart Echtzeitfähig
- Einsetzbar für switched Kommunikation
- Keine Rollenverteilung
- Unterstützung dynamischer Links



## Nachteile

- Mathematisches Problem des lose gekoppelten Pendels
- Schwingungsbehafteter Ansatz, nicht durch Dämpfung vollständig zu unterdrücken
- Auftreten von Wellenreflexionen
- Abbildung von physikalischen Größen auf Netzwerksysteme

- Protokoll unterscheidet Synchronisationsprozess und Vermittlung
- Vergleich: Layer 3 des ISO-OSI Modells

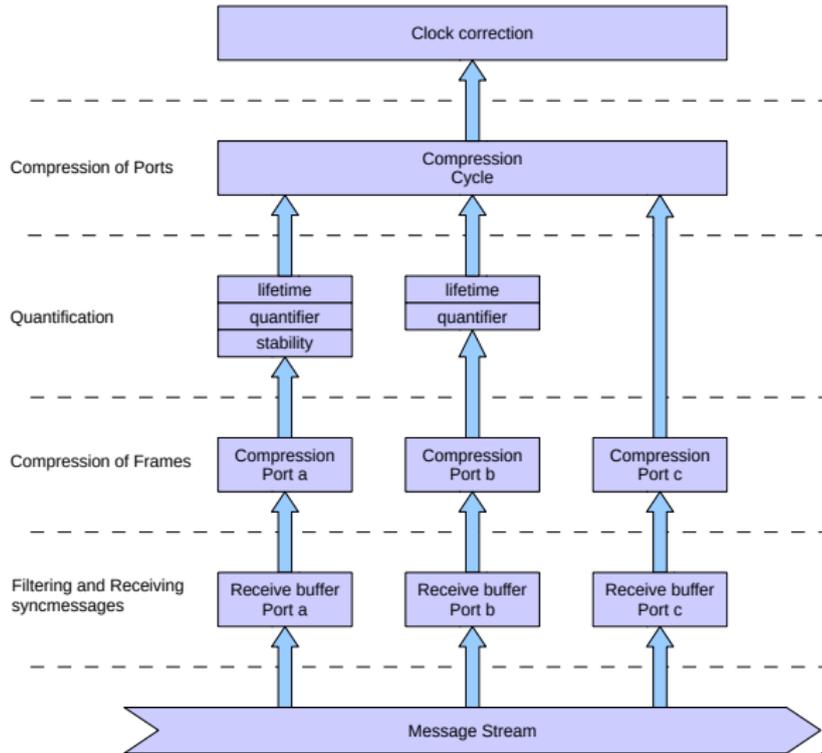


## Eigenschaften

- Entkoppelt & Modular
- Hardwareunabhängig
- Unterstützung von IEEE 1588 kompatibler Hardware

# Konzept

## Beispiel: 3-Port Knoten



- Modulares Konzept
- Timestamping Einheit halbiert Kommunikationsaufwand
- Nutzt eigenschaften synchronisationsbasierter Hardware (aber: keine Voraussetzung)
- Prioritäten und Gewichtung
- Benutzerdefinierbare Abhängigkeiten
- Topologie unabhängig

### Simulation:

- MATLAB (kontinuierliches Modell)
- OMNeT++ (eventbasiertes Modell)

- Bestimmung des Offset
- Abschätzung von Sende- und Empfangsdelay
- Kenntnis von 4 Zeitstempeln erforderlich  
( $t_{a1}$ ,  $t_{a2}$ ,  $t_{b1}$ ,  $t_{b2}$ )

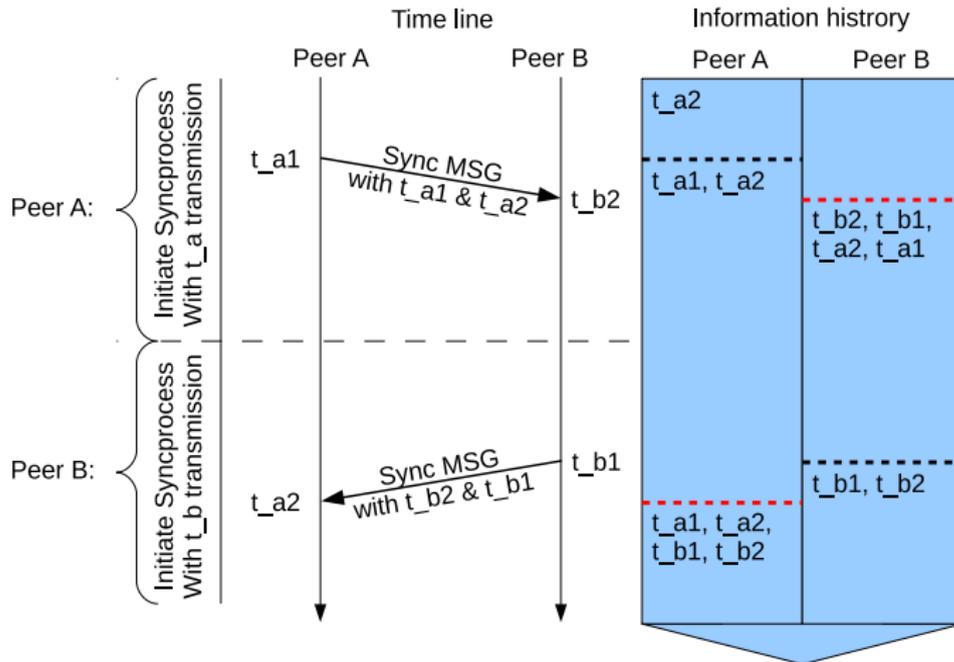
**Beachte:** Genauigkeit der Zeitbestimmung ist abhängig von der relativen Abweichung

### Analytische Untersuchung:

- Anzahl nötiger Zeitpunkte ausreichend
- Nutzung gemeinsamer Zeitstempel möglich

# Vermittlungsebene

## Hardware-Unterstützung



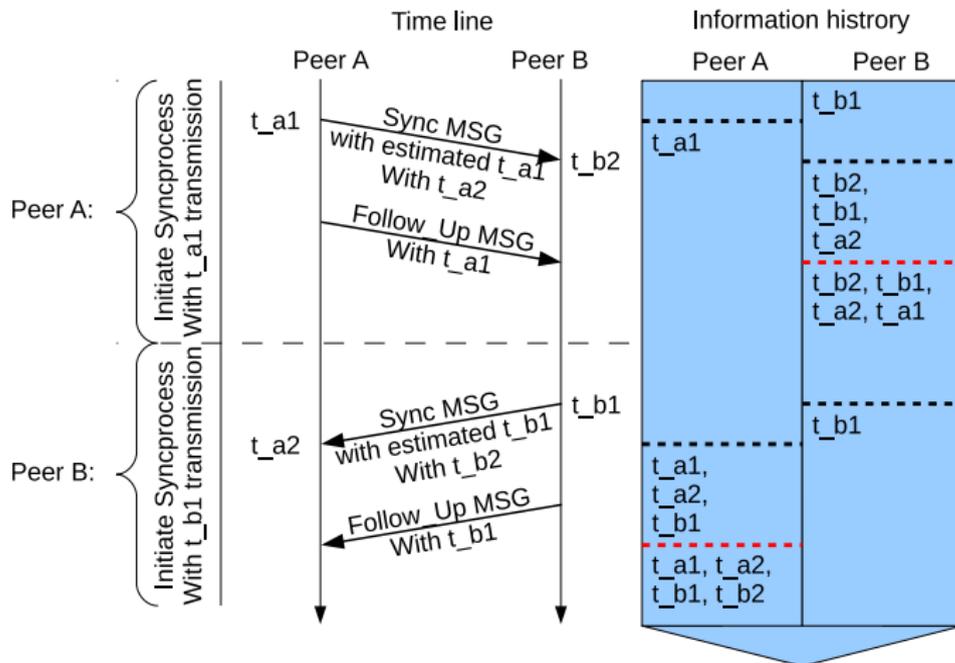
Rückblick

Konzept

Synchronisationsprozess  
**Vermittlungsebene**

Bewertung

# Vermittlungsebene Standard Hardware



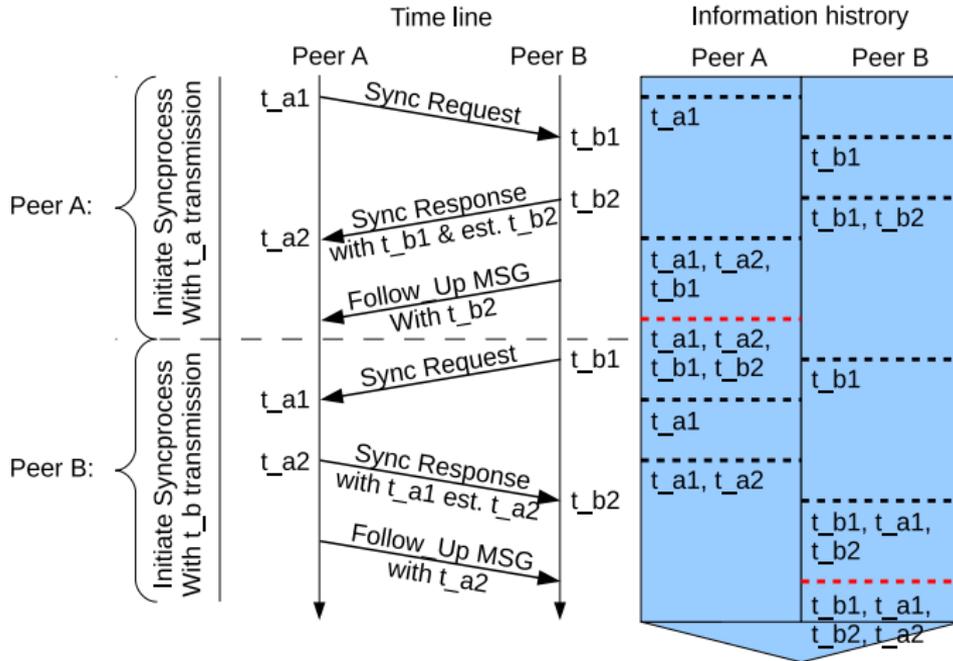
Rückblick

Konzept

Synchronisationsprozess  
**Vermittlungsebene**

Bewertung

# Vermittlungsebene IEEE 1588 kompatibel



Rückblick

Konzept

Synchronisationsprozess  
**Vermittlungsebene**

Bewertung

## Mögliche Problembereiche:

- Annahme: Transmit-Delay gleich Receive-Delay
- Alternierende Zyklen

## Fragestellungen:

- Topologiespezifische optimale Parameter
- Verhältnis von Zeitaufwand zum längsten Pfad
- Aggregation von gleichgewichteten Netzen zur Laufzeit
- Ermittlung der Metriken (Genauigkeit, Verarbeitungsaufwand, Kommunikationsoverhead)
- ...

- P2P-Synchronisierung benötigt zu lange für den stabilen Zustand
- Der P2P-Synchronisationsalgorithmus ist ein eskalierendes System
- Vorteile des Ansatzes wiegen nicht schwer genug
- Gleichzeitige Entwicklungen machen Untersuchungsergebnisse obsolet

Seminar

K. Müller

Rückblick

Konzept

Bewertung

Abschätzung

**Risiken**

Sind Fragen aufgekommen,  
die ich nun beantworten darf?