TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Informatik, Institut für Technische Informatik, Professur für VLSI - EDA

Implementierung eines UDP/IP-Stacks in Hardware

Jan Frenzel

Dresden,
16. April 2014

Gliederung

1. Aufgabenstellung
2. Überblick
    1. Allgemein
    2. MAC
    3. IP
    4. UDP
    5. ARP
    6. LocalLink
3. Implementierung
    1. Datenfluss
    2. Hardware
    3. Software/API
4. Auswertung
5. Zusammenfassung und Ausblick

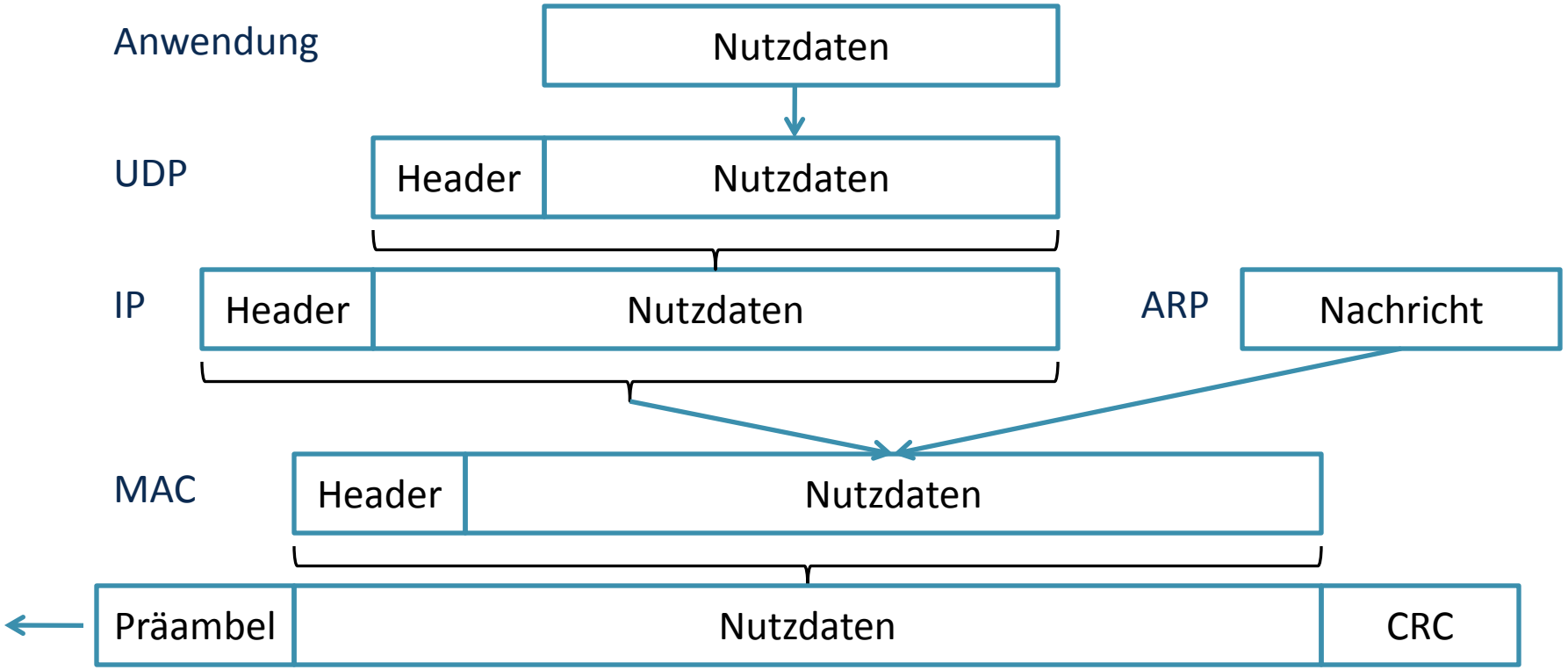
AUFGABENSTELLUNG

Aufgaben

- Bereitstellen von IP-Cores zum Senden und Empfangen von Nachrichten über die Protokolle
  - MAC
  - IP
  - UDP
- Senden und Empfangen von ARP-Nachrichten zur Adressauflösung
- Verwalten der Adressen
- Basis: Gigabit-Ethernet → Takt von min. 125 MHz

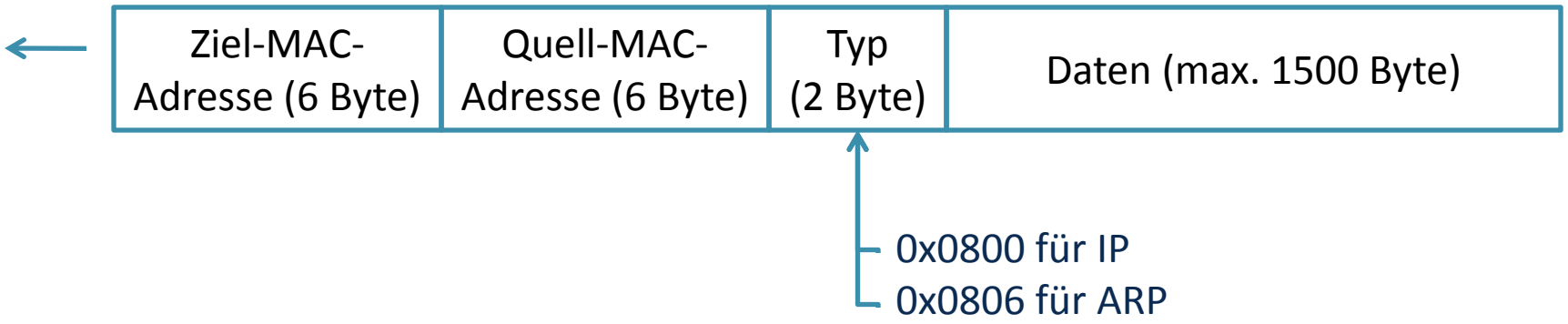
ÜBERBLICK

Überblick - Netzwerkprotokolle



Überblick - Media Access Control (MAC)

- Wrapper um Ethernet



Überblick - Internet Protocol (IP)

Version (4 bit)	Header Länge/4 (4 bit)	Type of Service (1 Byte)	Paket-Länge (2 Byte)	
Identifikationsnummer (2 Byte)			Flags (3 bit)	Fragment-Offset (13 bit)
Time-To-Live (1 Byte)		Nutzdaten-Typ (1 Byte)	Header-Checksum (2 Byte)	
Ziel-IP-Adresse (4 Byte)				
Quell-IP-Adresse (4 Byte)				
<Optionen>				
Daten (max. 1480 Byte)				

Überblick – Checksum-Berechnung

Pseudocode:

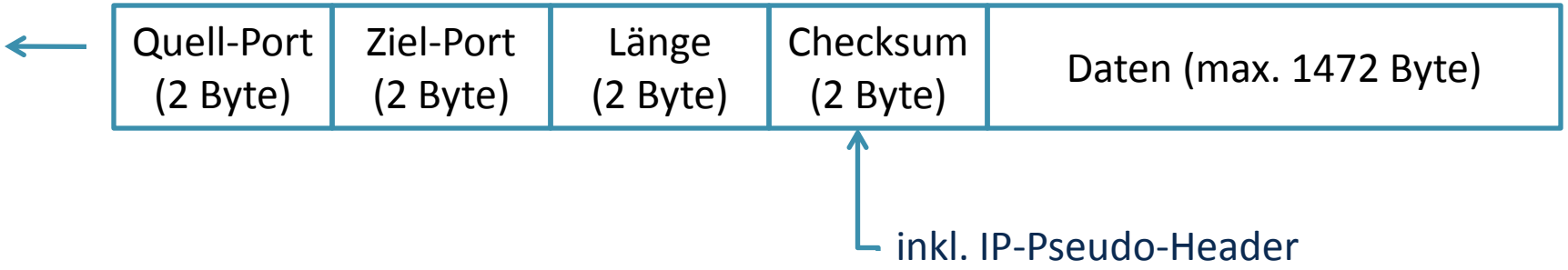
1. s←0 , e
2. Für alle e_i in e:
    1. (c,s)←s+e_i
    2. Solange (c!=0):
       (c,s)←s+c
3. s‘←s xor 0xFFFF
4. Wenn s=0xFFFF:
   p←s, sonst p←s‘

Beispiel

1. e={0xFFFF,0xFFFF}
2. Für alle e_i in e:
    1. c=0, s=0xFFFF
    1. c=1, s=0xFFFE
    2. c=0, s=0xFFFF
3. s‘=0x0000
4. p=0xFFFF

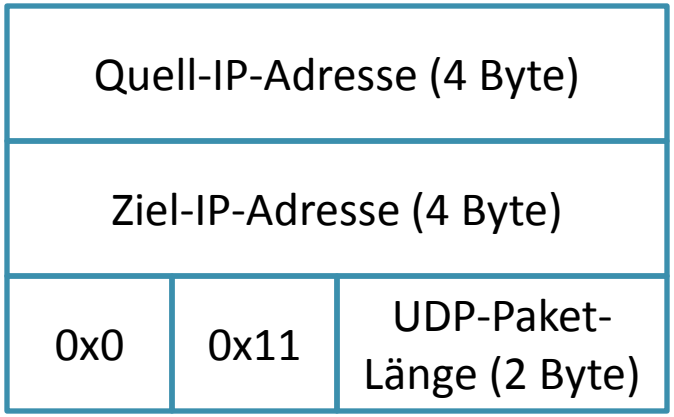
Überblick – User Datagram Protocol (UDP)

- Verbindung: Anwendung zu Anwendung



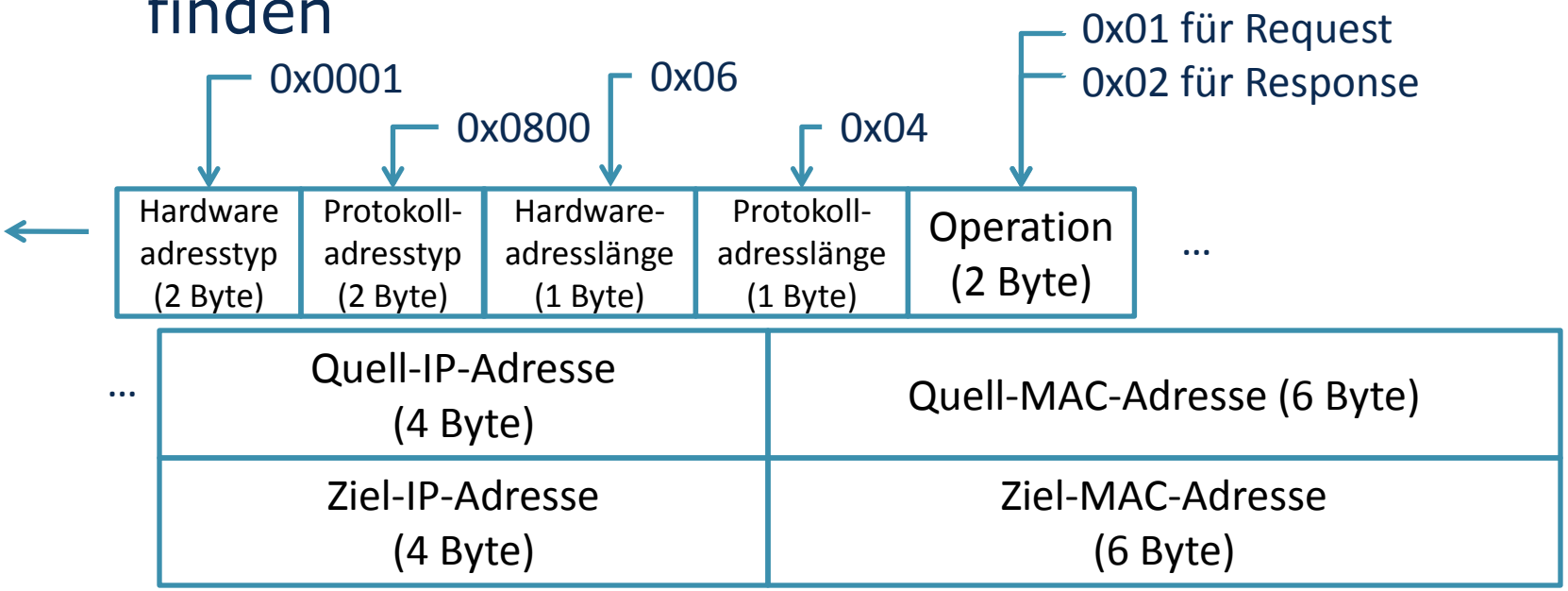
Überblick – IP-Pseudo-Header

- Zusatzdaten für die Berechnung der UDP-Prüfsumme
- Bindet UDP an IP

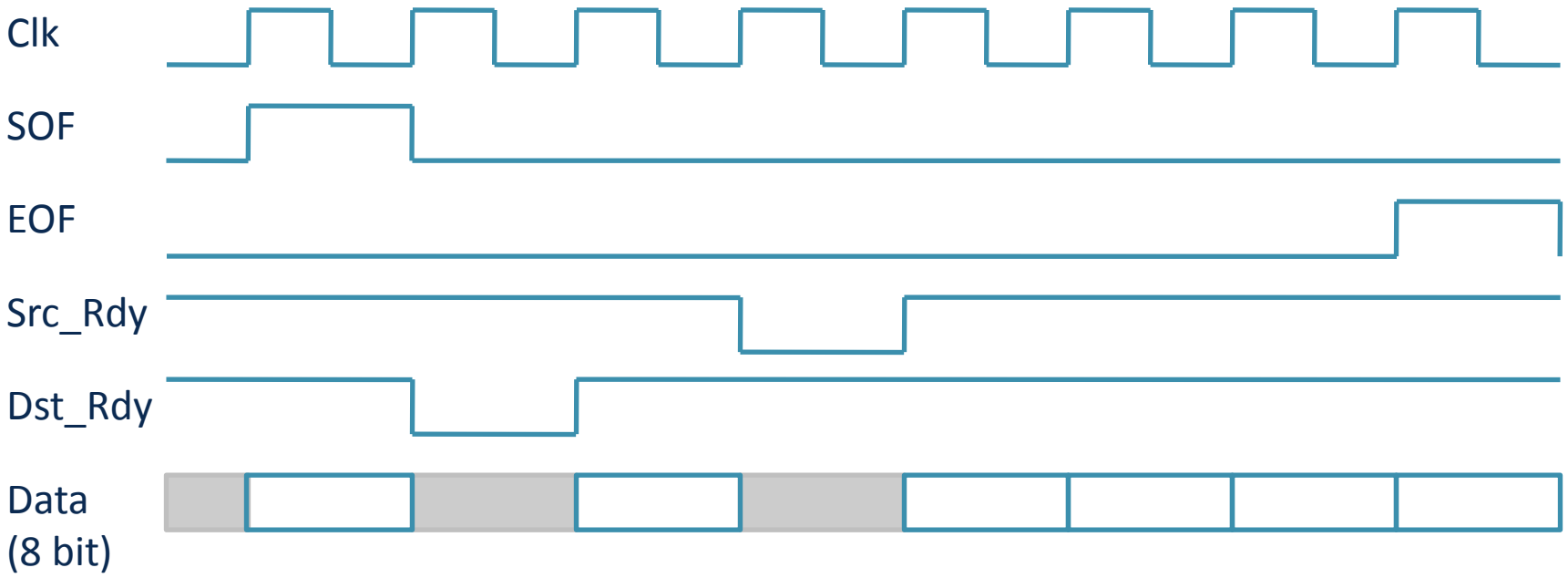


Überblick – Address Resolution Protocol (ARP)

- Adressauflösung: MAC-Adresse zu IP-Adresse finden

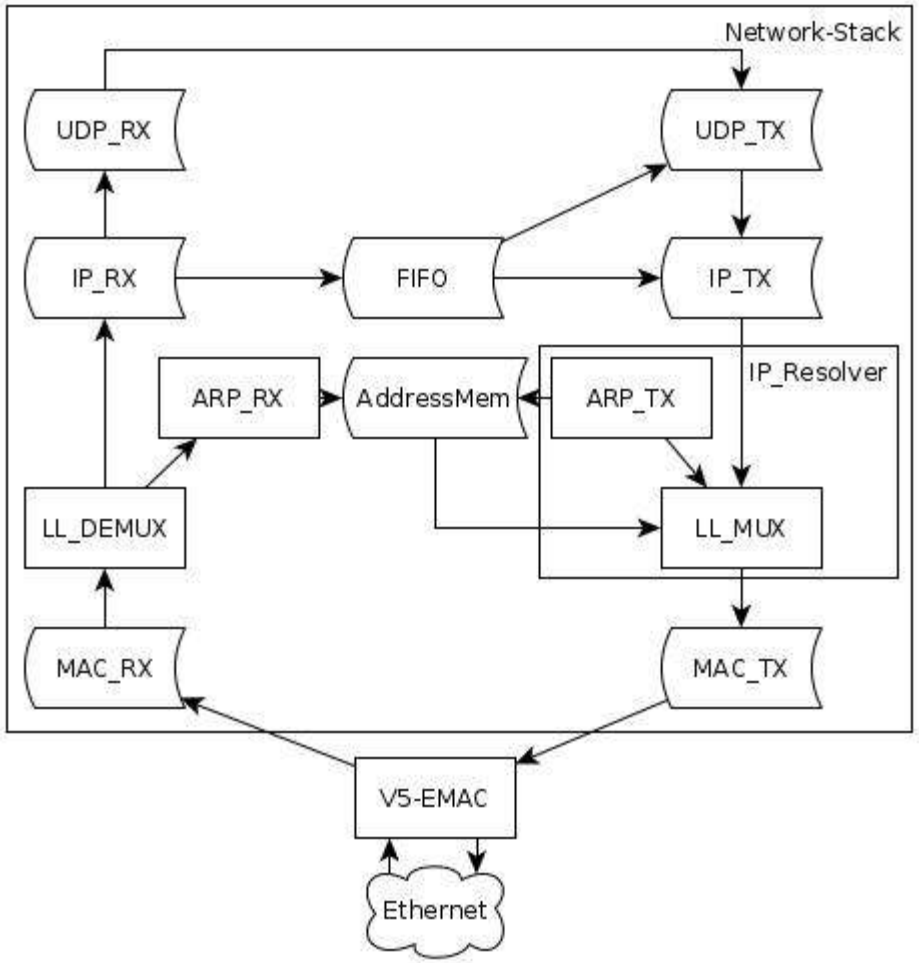


Überblick – LocalLink Protocol

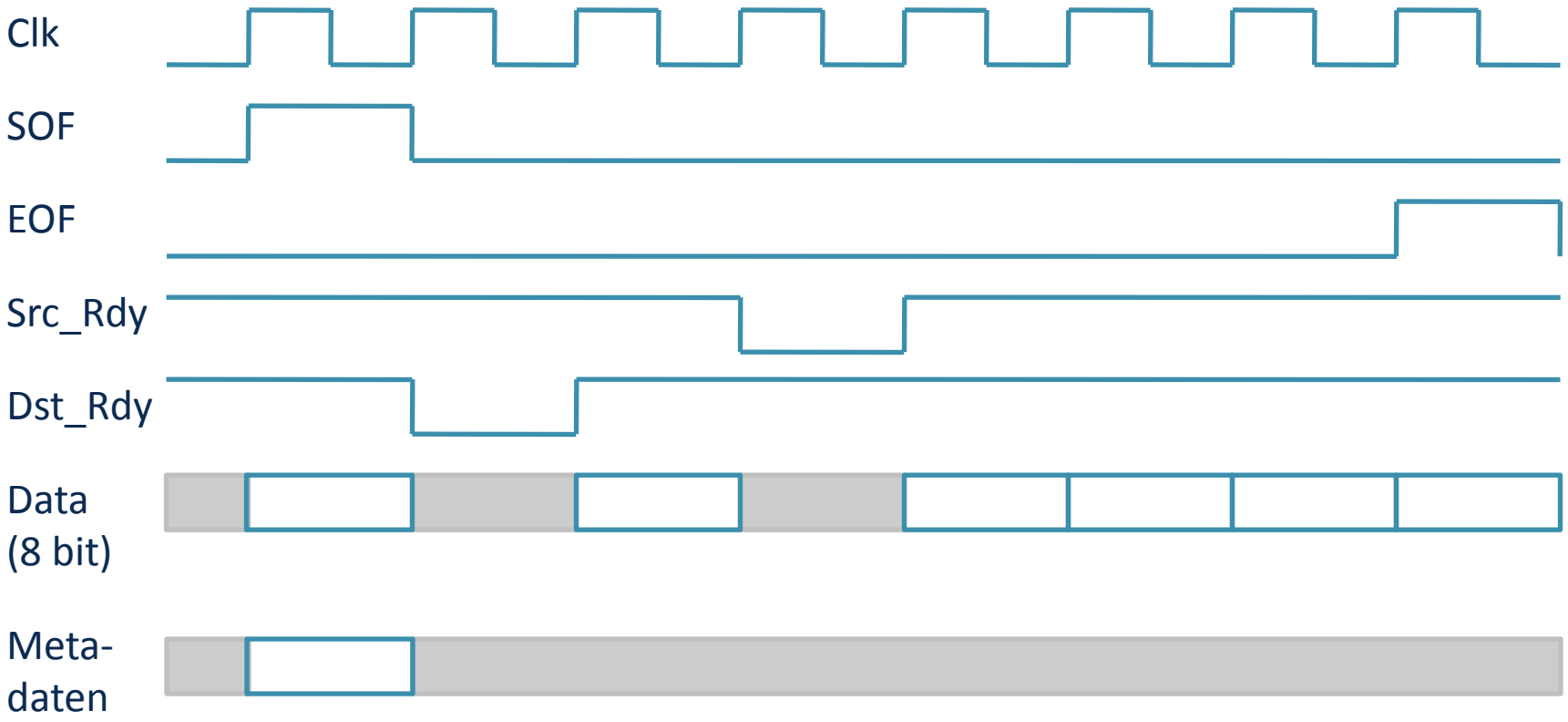


IMPLEMENTIERUNG

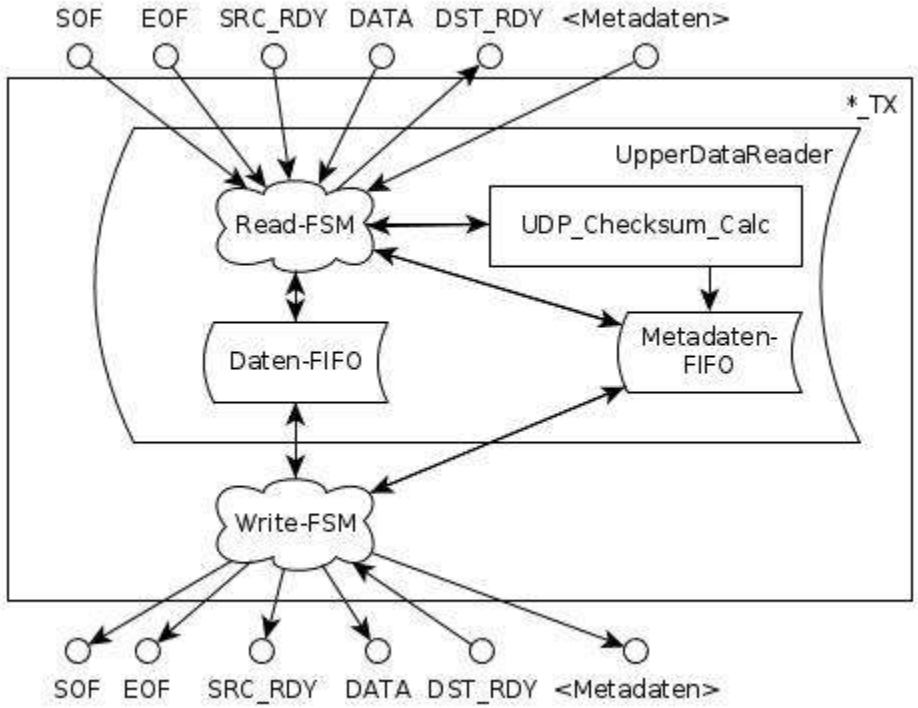
Implementierung



Implementierung – Erweiterung des LocalLink Protocol

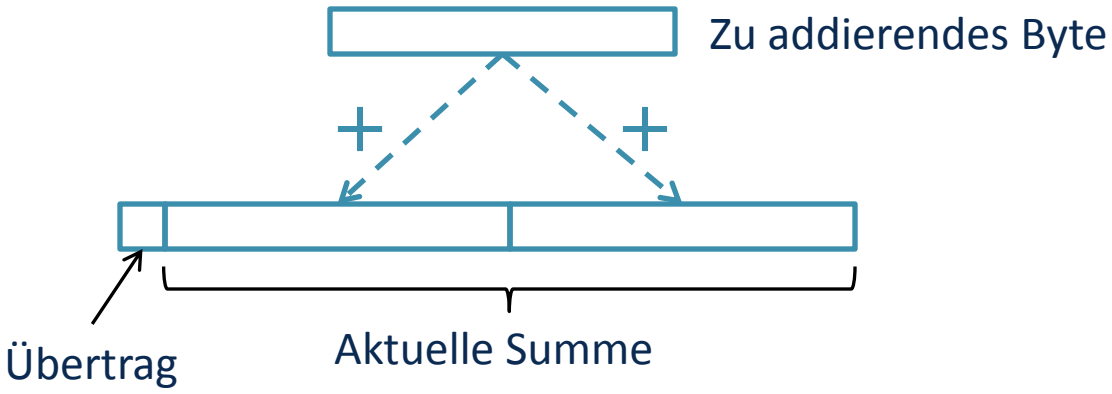


Implementierung – Sender



Implementierung – Checksum

- Eingabestrom von Datenbytes
- Einführung eines Zustands für Byteindex



AUSWERTUNG

Auswertung

- ML505-Board mit einem Virtex 5-FPGA
- Max. Taktfrequenz: 125,565 MHz
- 3328 Register, 7066 LUTs, 2 BlockRAM
- Theoret. Obergrenze: ~119,64 MB/s
- Messung: ~112 MB/s (93,6%)
- Abweichung durch:
    - Andere Pakete
    - Betriebssystem- bzw. JavaVM-Overhead

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Zusammenfassung und Ausblick

- Modularer Aufbau → Erweiterung durch weitere Protokolle möglich
- Erweiterung zu Server/Service erfordert Überarbeitung
- Weitere Optimierung bzgl. Latenz möglich

Quellen

[1] IEEE 802.3 (Ethernet)

[2] RFC 826, http://tools.ietf.org/html/rfc826 (ARP)

[3] RFC 791, http://tools.ietf.org/html/rfc791 (IP)

[4] RFC 768, http://tools.ietf.org/html/rfc768 (UDP)

[5] LocalLink Interface Specification, XILINX, 2005, http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_informatik/tei/vlsi/lehre/lehrmat/kompl_prak/sp006_LocalLink.pdf

[6] Virtex-5 FPGA Embedded Tri-Mode Ethernet MAC User Guide, XILINX, http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_informatik/tei/vlsi/lehre/lehrmat/kompl_prak/ug194_Virtex5_EthMAC.pdf

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen / Diskussion