

# 4. TUTORIUM

## DATENKOMMUNIKATION UND SICHERHEIT

TUTORIUMSGRUPPE 18

MATTHIS FRANZGROTE

COMSYS

RWTH AACHEN

02.06.2021

- 1 Aufgabe 4.1: Schrittgeschwindigkeit und Ausbreitungsgeschwindigkeit
- 2 Aufgabe 4.2: Flusskontrolle und Fehlerbehandlung
- 3 Aufgabe 4.3: Hubs und Switches

# **AUFGABE 4.1: SCHRITTGESCHWINDIGKEIT UND AUSBREITUNGSGESCHWINDIGKEIT**

## AUFGABE 4.1

### Aufgabe

Welchen der Parameter *Schrittgeschwindigkeit* und *Ausbreitungsgeschwindigkeit* halten Sie für kritischer für die Gesamtdauer einer Datenübertragung?

↓  
Data rate

↓  
Latency

### Aufgabe

Welchen der Parameter *Schrittgeschwindigkeit* und *Ausbreitungsgeschwindigkeit* halten Sie für kritischer für die Gesamtdauer einer Datenübertragung?

- Schrittgeschwindigkeit: Wie viele Signale pro Sekunde → Datenrate
- Ausbreitungsgeschwindigkeit: Wie schnell breitet sich das Signal auf dem Medium aus → Latenz

### Aufgabe

Welchen der Parameter *Schrittgeschwindigkeit* und *Ausbreitungsgeschwindigkeit* halten Sie für kritischer für die Gesamtdauer einer Datenübertragung?

<https://www2.tkn.tu-berlin.de/teaching/rn/animations/propagation/>

- Es kommt drauf an!
- Beide Parameter sind wichtig
- Hohe Latenz: Es dauert lange bis die Daten da sind (egal wie schnell sie aufs Medium gelegt werden)
- Niedrige Datenrate: Es dauert lange bis alle Daten aufs Medium gelegt sind (egal wie schnell ein Bit im Endeffekt da ist)

## **AUFGABE 4.2: FLUSSKONTROLLE UND FEHLERBE- HANDLUNG**

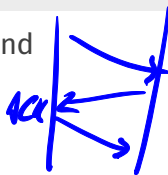
## AUFGABE 4.2 A)

Im Folgenden soll das Verfahren **Stop-and-Wait** benutzt werden um eine **2 MByte** große Datei zu übertragen. Allerdings dürfen in einem **Rahmen** maximal **750 Byte** übertragen werden. Die Datenrate des verwendeten Mediums betrage **6 MBit/s**. Die **Latenz** zwischen Sender und Empfänger der Datei betrage in beide Richtungen **20** Millisekunden.

### Aufgabe

Wie lange dauert die Übertragung der Datei (vom Beginn der Übertragung bis hin zum Zeitpunkt, zu dem der Sender sich sicher sein kann, dass die Übertragung der Datei korrekt abgeschlossen wurde)?

Vernachlässigung von **Übertragungsfehlern**, Verarbeitungszeiten und Header-Overhead



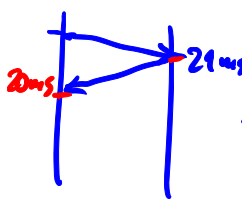


## AUFGABE 4.2 A)

### Aufgabe

Wie lange dauert die Übertragung der Datei (vom Beginn der Übertragung bis hin zum Zeitpunkt, zu dem der Sender sich sicher sein kann, dass die Übertragung der Datei korrekt abgeschlossen wurde)?

Rahmengröße 750 Byte/Rahmen, Datenrate 6 MBit/s, Latenz 20 ms


$$T_S = \frac{750 \text{ Byte} \cdot 8 \text{ bit/byte}}{6 \text{ Mbit/s}} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ bit}}{6 \cdot 10^6 \text{ bit/s}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms}$$
$$T_{\text{ACK}} = 2 \cdot 20 \text{ ms} + 1 \text{ ms} = \underline{41 \text{ ms}}$$

### Aufgabe

Wie lange dauert die Übertragung der Datei (vom Beginn der Übertragung bis hin zum Zeitpunkt, zu dem der Sender sich sicher sein kann, dass die Übertragung der Datei korrekt abgeschlossen wurde)?

$$\text{Sendedauer } T_S = \frac{750 \text{ Byte} \cdot 8 \text{ Bit/Byte}}{6 \text{ MBit/s}} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ Bit}}{6 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms}$$

ACK kommt nach  $T_{RTT}$  =  $2 \cdot T_L = 2 \cdot 20 \text{ ms} = 40 \text{ ms}$  an

Insgesamt kann also nach  $T_{ACK} = \underline{T_S} + T_{RTT} = 41 \text{ ms}$  der nächste Rahmen versandt werden.

## AUFGABE 4.2 A)

### Aufgabe

Wie lange dauert die Übertragung der Datei (vom Beginn der Übertragung bis hin zum Zeitpunkt, zu dem der Sender sich sicher sein kann, dass die Übertragung der Datei korrekt abgeschlossen wurde)?

Rahmengröße 750 Byte, Dateigröße 2 MByte

$$\begin{aligned} &41\mu s \\ &\frac{2\text{Mbyte}}{750\text{byte/Rahmen}} = 2666,6 \text{ Rahmen} \\ &2667 \cdot 41\mu s \end{aligned}$$

### Aufgabe

Wie lange dauert die Übertragung der Datei (vom Beginn der Übertragung bis hin zum Zeitpunkt, zu dem der Sender sich sicher sein kann, dass die Übertragung der Datei korrekt abgeschlossen wurde)?

$$\frac{2 \text{ MByte}}{750 \text{ Byte/Rahmen}} = 2666,67 \text{ Rahmen}$$

$$2667 \text{ Rahmen} \cdot 41 \text{ ms} = 109,347 \text{ s}$$

Der letzte Rahmen ist nicht ganz gefüllt, also dauert das Senden etwas weniger als 1 ms, was wir hier aber vernachlässigen

## AUFGABE 4.2 B)

### Aufgabe

Welche Auslastung wird in der Situation aus a) erreicht?

Datenrate 6 MBit/s

a): 2 MByte in 109,347 s versandt

$$\frac{2 \text{ MByte}}{6 \text{ Mbit/s}}$$

## AUFGABE 4.2 B)

### Aufgabe

Welche Auslastung wird in der Situation aus a) erreicht?

Datenrate 6 MBit/s

a): 2 MByte in 109,347 s versandt

$$109,347 \text{ s} \cdot 6 \text{ MBit/s} \approx 656 \text{ MBit} = 82 \text{ MByte}$$

$$\frac{2 \text{ MByte}}{82 \text{ MByte}} \approx 0.0244 \quad 2,44\%$$

## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein **Sliding-Window**-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von 160 Rahmen verwenden sollten.

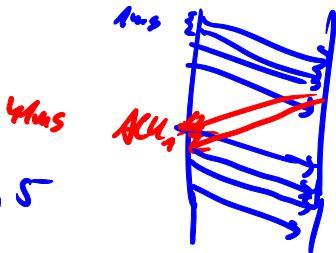
### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

Bursts von 4 Rahmen

- 1. 4 Rahmen
- 2. ACK 7 kommt an  $\rightarrow$  Rahmen 5  
 $\rightarrow$  sofort danach Rahmen 6



## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein Sliding-Window-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von 160 Rahmen verwenden sollten.

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

1. Versende 4 Rahmen
2. Erstes ACK kommt nach 41 ms, versende Rahmen 5
3. Genau in dem Moment, in dem Rahmen 5 versandt ist, kommt ACK 2

Also können immer 4 Rahmen in einem Burst versandt werden (Rahmen 1 bei  $t = 0$ , 5 bei  $t = 41 \text{ ms}$ , 9 bei  $t = 82 \text{ ms}$ , usw.)



## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein Sliding-Window-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von 160 Rahmen verwenden sollten.

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

$$\left\lfloor \frac{2667}{4} \right\rfloor \cdot 41 \text{ ms}$$

↖  
Anzahl der  
Bursts

## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein Sliding-Window-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von 160 Rahmen verwenden sollten.

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

$$\left\lceil \frac{n}{m} \right\rceil \cdot T_{ACK} = \left\lceil \frac{2667}{4} \right\rceil \cdot 41 \text{ ms} = \underline{27,347 \text{ s}}$$

## AUFGABE 4.2 C)

### Aufgabe

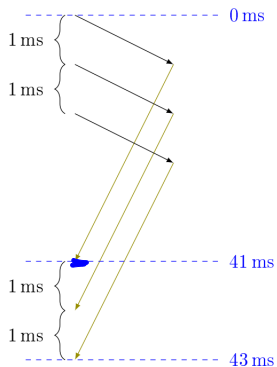
Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

Beim letzten Burst muss eigentlich noch auf das Ankommen der letzten ACKs gewartet werden.

$n$  Rahmen  
 $m$  Fenstergröße

$(n-1) \bmod m$   
 $n \bmod m - 1$



## AUFGABE 4.2 C)

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

2667 Rahmen,  $T_{ACK} = 41 \text{ ms}$

Beim letzten Burst muss eigentlich noch auf das Ankommen der letzten ACKs gewartet werden.

Das sind  $(n - 1) \bmod m$  Stück, die nach jeweils 1 ms eintreffen.

$$\begin{aligned} & \left\lceil \frac{n}{m} \right\rceil \cdot T_{ACK} + ((n - 1) \bmod m) \cdot T_S \\ &= \left\lceil \frac{2667}{4} \right\rceil \cdot 41 \text{ ms} + ((2667 - 1) \bmod 4) \cdot 1 \text{ ms} \\ &= 27,347 \text{ s} + 0,002 \text{ s} = 27,349 \text{ s} \end{aligned}$$

## AUFGABE 4.2 C)

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

## AUFGABE 4.2 C)

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

$$\begin{aligned} \underline{27,349 \text{ s}} \cdot \underline{6 \text{ MBit/s}} &= \underline{164\,094\,000 \text{ MBit}} \approx 20,5 \text{ MByte} \\ \frac{2 \text{ MByte}}{20,5 \text{ MByte}} &\approx 0.0976 \end{aligned}$$

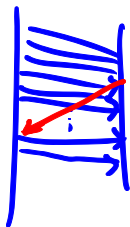
9,76%

## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein Sliding-Window-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von 160 Rahmen verwenden sollten.

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.



$$160 \cdot 1 \text{ ms} = 160 \text{ ms} > 41 \text{ ms}$$

## AUFGABE 4.2 C)

Statt Stop-and-Wait wird nun ein Sliding-Window-Verfahren mit Go-Back-N zur Übertragungswiederholung verwendet. Sie überlegen, ob Sie eine Fenstergröße von 4 Rahmen oder besser eine Fenstergröße von **160** Rahmen verwenden sollten.

### Aufgabe

Berechnen Sie daher für beide Fenstergrößen jeweils die Auslastung.

- 160 Rahmen haben 160 ms Sendedauer
- $160 \text{ ms} > 41 \text{ ms}$
- Also kommt das erste ACK an, bevor wir mit dem Senden fertig sind
- Wir können also durchgehend senden

⇒ Auslastung 100%

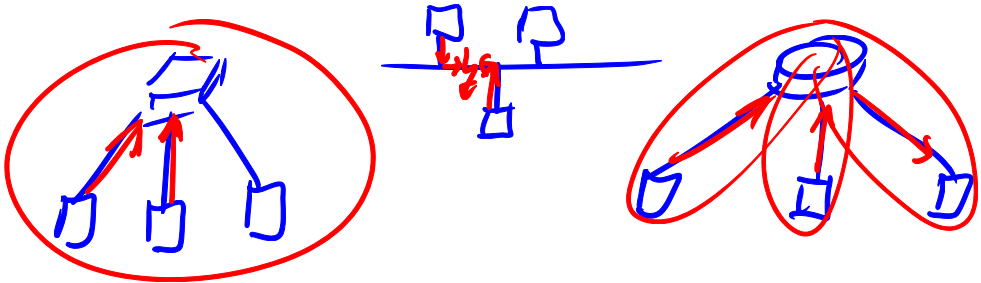


## **AUFGABE 4.3: HUBS UND SWITCHES**

## AUFGABE 4.3 A)

### Aufgabe

Welche Vorteile haben Switches gegenüber Hubs?



### Aufgabe

Welche Vorteile haben Switches gegenüber Hubs?

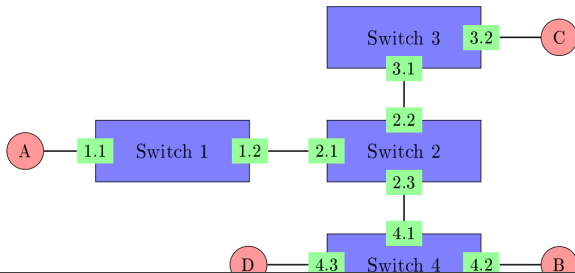
- Hubs unterbrechen die Kollisionsdomäne nicht, es kann immer nur eine Station senden
- Also braucht man Medienzugriffsverfahren (CSMA/CD)
- Switches unterbrechen die Kollisionsdomäne, Broadcasten also im Regelfall nicht alle empfangenen Daten
- Bei genug Buffer treten keine Kollisionen mehr auf
- Langsame Stationen begrenzen nicht die Datenrate des ganzen Netzes

## AUFGABE 4.3 B)

### Aufgabe

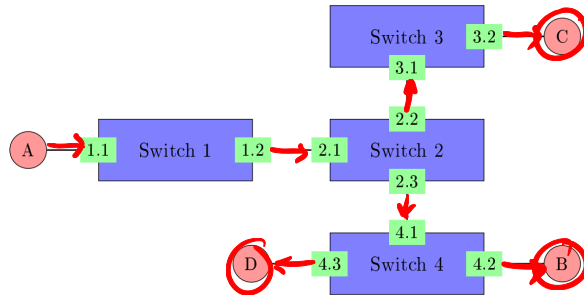
Wie sehen die Weiterleitungstabellen der Switches 1 bis 4 nach Versenden dieser Rahmen aus? *Geben Sie für jeden der drei versendeten Rahmen an, welche Switches und Hosts durchlaufen werden und welche Einträge die Switches in ihren Weiterleitungstabellen erzeugen.* Die Einträge altern nicht, d.h., sie bleiben ewig bestehen.

1. A sendet an C
2. C sendet an A
3. B sendet an C



## AUFGABE 4.3 B)

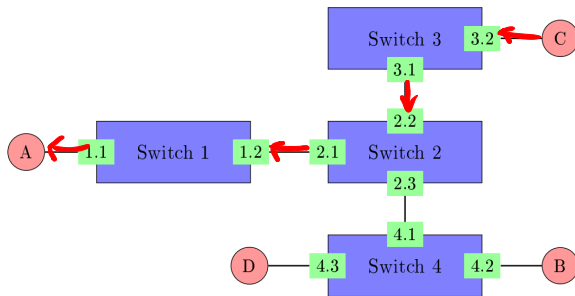
1. A sendet an C
2. C sendet an A
3. B sendet an C



Switch 1: (A, 1.1)  
Switch 2: (A, 2.1)  
Switch 3: (A, 3.1)  
Switch 4: (A, 4.1)

## AUFGABE 4.3 B)

1. A sendet an C
2. C sendet an A
3. B sendet an C



Weiterleitungstabellen:

A sendet an C:

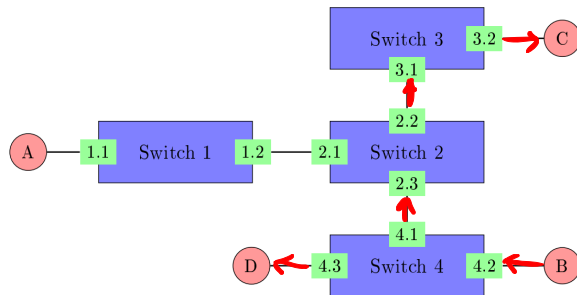
Durchlaufen: 1, 2, 3, 4

Daten erhalten: B, C, D

- Switch 1: (A, Port 1.1) *(C, 1.2)*
- Switch 2: (A, Port 2.1) *(C, 2.2)*
- Switch 3: (A, Port 3.1) *(C, 3.2)*
- Switch 4: (A, Port 4.1)

## AUFGABE 4.3 B)

1. A sendet an C
2. C sendet an A
3. B sendet an C



Weiterleitungstabellen:

C sendet an A:

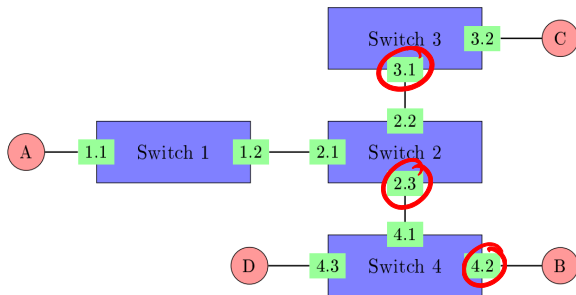
Durchlaufen: 3, 2, 1

Daten erhalten: A

- Switch 1: (A, Port 1.1), (C, Port 1.2)
- Switch 2: (A, Port 2.1), (C, Port 2.2)
- Switch 3: (A, Port 3.1), (C, Port 3.2)
- Switch 4: (A, Port 4.1)

## AUFGABE 4.3 B)

1. A sendet an C
2. C sendet an A
3. B sendet an C



Weiterleitungstabellen:

B sendet an C:

Durchlaufen: 4, 2, 3

Daten erhalten: C, D

- Switch 1: (A, Port 1.1), (C, Port 1.2)
- Switch 2: (A, Port 2.1), (C, Port 2.2), (B, Port 2.3)
- Switch 3: (A, Port 3.1), (C, Port 3.2), (B, Port 3.1)
- Switch 4: (A, Port 4.1), (B, Port 4.2)



## AUFGABE 4.3 C)

### Aufgabe

Welche Funktionen könnten moderne Switches noch bieten?

### Aufgabe

Welche Funktionen könnten moderne Switches noch bieten?

- Datensammler: Bandwidth Usage, Collision Rates, Traffic Type
- Firewalls
- Deep Packet Inspection
- L3 Funktionalitäten
- VLAN
- uvm.

ÜBUNGSBLATT 4 ABGABEFRIST:  
07.06.2021 18:00

NÄCHSTES TUTORIUM:  
MITTWOCH 09.06.2021 12:30