

## Willkommen bei Kommunikations- und Netztechnik!

- Von Kupferkabel, Glasfaser und Mikrowelle über Telefon, Ethernet und TCP zu E-Mail, Webserver und REST.

..

- Heute: Transportschicht: Von Anwendung zu Anwendung.

## Organistatorisches

- sci-hub und libgen bekannt?

## Wiederholung

- Routing: Quell- Senken Bäume
- VC (virtuelle Verbindung) vs. Paket
- Fluten + Optimierung
- Routing-Tabellen
- Warteschlangen verstehen
- Drosseln
- IPv4 vs IPv6

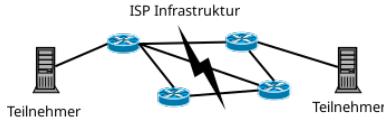
### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Ziele heute I

- Sie verstehen, dass die Transportschicht Segmente mit eigenem Header an die Vermittlungsschicht reicht
- Sie verstehen, dass die Transportschicht Prozesse verbindet und über Ports addressiert und IPs über die Vermittlungsschicht laufen
- Sie können ein 3-way Handshake-Diagramm aufschreiben
- Sie können ein 3-way Verbindungsabbau-Diagramm aufschreiben
- Sie wissen, dass es bei 2 Teilnehmenden immer essentielle Nachrichten gibt, die nicht verloren gehen dürfen
- Sie wissen, dass Datenverlust bei Servercrash unvermeidbar ist
- Sie verstehen AIMD (additive increase multiplicative decrease)

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Gründe für Transportschicht



- in der Netzwerkschicht kommt es zu Problemen
- diese können nicht auf Netzwerkschicht behoben werden

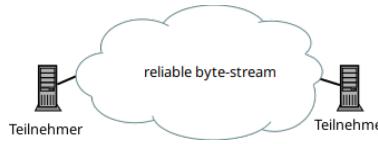
### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Ziele heute II

- Sie kennen den TCP-Header
- Sie können einen Varianzbasierten RTO berechnen (retransmission timeout)

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Gründe für Transportschicht



#### Transportschicht macht unzuverlässige Netzwerkschicht zuverlässig

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

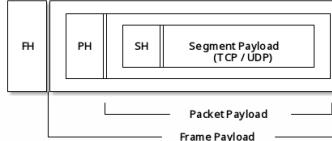
#### Gemeinsamkeiten Vermittlungsschicht

- verbindungslos und -orientiert möglich
- Adressierung von Hosts
- Flusskontrolle

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Segmente: Noch ein Header

Die Transportschicht verschickt Segmente, die in Netzwerkschicht Pakete eingebettet sind.



### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Zusammenfassung

- Kanal zwischen Prozessen
- Segmente in Paketen

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Eigenschaften von Transport Protokollen

- Probleme bei Paketen:
  - out-of-order
  - packet loss
  - duplication
- Aufgaben Transportschicht:
  - Fehler-
  - Fluss-
  - Überlastkontrolle
  - Sequenzierung

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Praktisch: Berkeley Sockets

Werden in vielen OS (Operating System) verwendet.

Function	Bemerkung
socket()	definiere verwendetes Protokoll
bind()	ordne Socket eine Netzwerkkadresse zu
listen()	erzeuge Queue, bereit für Verbindung
connect()	blocking; baut Verbindung zu Server auf
accept()	blocking; erzeugt Filedescriptor für Verbindung
send(), receive()	sende und empfange Daten
close()	beende Verbindung

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Problem: doppelte Segmente

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Eigenschaften

- jedes Segment verfügt über eine Id
- Nachteil: Sender & Empfänger müssen Buch führen
- Buch muss auch Neustarts überleben
- -> teuer

#### Lösung: Ids?

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Adressierung

- Netzwerkschicht: Adresse (Bsp: IP)
- Transportschicht: Ports (Bsp: 80 HTTP)
- Ports werden verwendet, um eine IP für mehrere Prozesse zu teilen
- Problem: auf welchen Port soll connected werden?
  - well known ports: 22, 25, 80, 443
  - portmapper: wie Telefonauskunft

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Folgendes Szenario:

- Überweisung per Online Banking
- Segment mit Überweisung benötigt zu lange
- wiederholte Übermittlung
- beide Segmente kommen an
- Überweisung wird doppelt ausgeführt

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Eigenschaften

- Lebenszeit von Segmenten beschränken
  - Hop Counter
  - Timestamp
- -> garantiert, dass Segmente sterben können
- Id kann nach Periode T wieder verwendet werden
- T ist mehrfaches der maximalen Paketlebenszeit
- im Internet: 120s

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

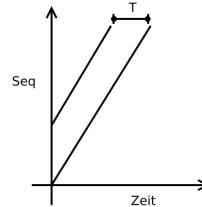
#### Eigenschaften

### Arne Babenhausenheide und Carlo Götz Netztechnik 5: Transportschicht

#### Eigenschaften

- Segmente werden mit Sequenznummer versehen
- Sequenznummer ist innerhalb T eindeutig
- Maximum Seq abhängig von Rate und T
- Duplikate können immer noch existieren

- wie wird die Sequenznummer initialisiert?
  - muss die Garantie erhalten
- Möglichkeiten:
  - warte T Sekunden nach Neustart
  - Sequenznummer basiert auf Uhr, die auch während Ausfall weiterläuft

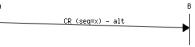


### 3-way Handshake



- A möchte sich mit B verbinden
- A sendet CONNECTION REQUEST mit eigener Sequenznummer x

### Handshake mit alten Segmenten



- B empfängt CR
- CR ist alt
- B kann das nicht erkennen

### Sequenznummern und TCP

#### Netzwerkverbindungen werden immer schneller

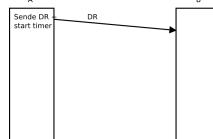
- TCP verwendet 32 bit Sequenznummer
- -> zusätzliches Timestamp, um Verbindungen zu schützen
- weiteres Problem: vorhersehbare Sequenznummern
  - problematisch für Sicherheit
  - -> Initialisierung mit zufälligem Wert

### Two Army Problem

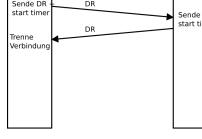
- Blaue Armeen können einzeln nicht die weiße Armee besiegen
- -> müssen ihren Angriff koordinieren
- dazu werden Boten verwendet
- Boten können gefangen werden
- Kann ein gemeinsamer Angriff koordiniert werden?

### Two Army Problem, Fragen

- angenommen es existiert ein Protokoll
- letzte Nachricht ist entweder essentiell oder nicht
- falls nicht kann sie entfernt werden
- jede nicht essentielle Nachricht wird entfernt
- -> Protokoll besteht nur noch aus essentiellen Nachrichten
- -> sobald eine essentielle Nachricht verloren geht, funktioniert das Protokoll nicht mehr



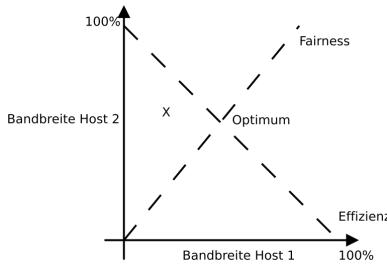
- A möchte Verbindung schließen
- sendet dazu DR
- startet gleichzeitig einen Timer



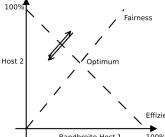
- B empfängt DR
- B startet Timer
- B sendet DR
- A empfängt DR
- A trennt Verbindung



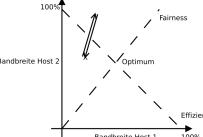
## Startpunkt der Bandbreite-Nutzung



## Additive Erhöhung/Senkung der Senderrate

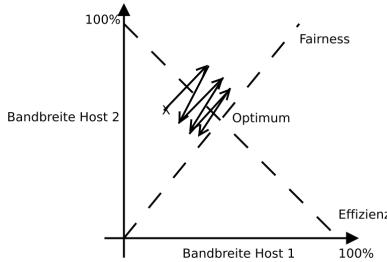


## Multiplikative Erhöhung/Senkung



## Fehlerkontrolle

### AIMD (additive increase multiplicative decrease)



### Zusammenfassung

Außerdem: *TCP and The Lower Bound of Web Performance*  
<https://www.youtube.com/watch?v=C8orjQLacTo>

- Gerade durch Punkt mit Steigung 1
- Arbeitspunkt oszilliert um Effizienz
- -> keine Konvergenz

## Fehlerkontrolle

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### UDP (User Datagram Protocol)

- Gerade durch Arbeitspunkt und Ursprung
- Arbeitspunkt oszilliert um Effizienz
- -> keine Konvergenz

## Fehlerkontrolle

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

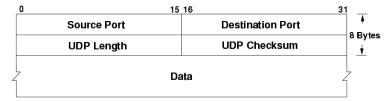
Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### UDP Header

#### UDP Header



- Source und Destination Ports
  - Bsp: 53 (DNS)
- Length: beinhaltet Header und Data
  - min: 8 Bytes
  - max: 65.515 Bytes (begrenzt durch IP)
- Checksum:
  - optional

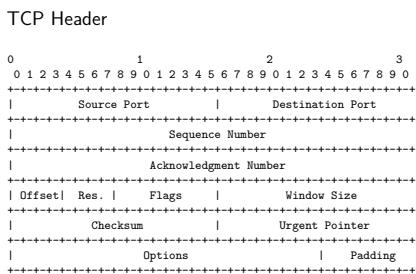
#### UDP - nicht enthalten

- Flusskontrolle
- Überlastkontrolle
- Zuverlässigkeit
- -> muss in Anwendungsschicht implementiert werden, falls gewünscht

#### Zusammenfassung

- UDP ist minimal: Port + Checksumme (+ Länge)
- Addressiert Prozesse (Port) statt Rechner (IP)

## TCP (Transmission Control Protocol)



### TCP Header

#### Source / Destination Port

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

- Bsp: 80 (HTTP)
- Port + IP definieren einen Endpunkt
- 2 Endpunkte definieren eine Verbindung

## Sequence / Acknowledgment Number

### TCP Header

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Auswahl Flags

- ACK: 1 wenn ACK Number valide ist (Segment enthält ACK)
- PSH: Daten sollen direkt an Anwendung gereicht werden (kein Buffering)
- RST: Connection Reset
- SYN: Verbindungsauftau
  - Connection Request (SYN=1, ACK=0)
  - Connection Accepted (SYN=1, ACK=1)
- FIN: Verbindungsabbau

#### Window Size

### TCP Header

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

- wieviele Bytes dürfen ab ACK Number gesendet werden?
- 0 ist legaler Wert
- Weiteres Senden möglich nach Segment mit gleicher ACK No und Window Size > 0

## Weitere

### TCP Header

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Optionen

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Zusammenfassung

Anne Babenhausheide und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### Verbindungsauftau

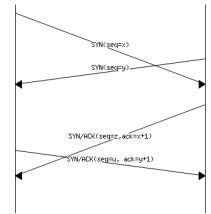
### Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg Transportschicht Eigenschaften UDP TCP QUIC Zusammenfassung Anhang

Fehlerkontrolle

### TCP Verbindungsauftau

TCP doppelte Verbindung?



Wieviele Verbindungen werden geöffnet?

### TCP Sliding Window

- Window = 0 ist legaler Wert
  - bedeutet: keine weiteren Daten senden
  - außer: urgent data
  - oder: Window Probe
- Sender können Daten buffern vor dem Senden
- Empfänger müssen ACK nicht sofort senden

### TCP Sliding Window

#### Nagle zu Delayed ACK

Client Server

Window auf 1024

1: 384 bytes

2: 402 bytes

3: 204 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 418

4: 380 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

5: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

6: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

7: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

8: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

9: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

10: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

11: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

12: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

13: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

14: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

15: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

16: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

17: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

18: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

19: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

20: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

21: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

22: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

23: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

24: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

25: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

26: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

27: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

28: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

29: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

30: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

31: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

32: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

33: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

34: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

35: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

36: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

37: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

38: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

39: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

40: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

41: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

42: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

43: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

44: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

45: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

46: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

47: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

48: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

49: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

50: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

51: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

52: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

53: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

54: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

55: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

56: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

57: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

58: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

59: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

60: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

61: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

62: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

63: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

64: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

65: 38 bytes

Warte auf ACK

ACK: 1

Window auf 38

66: 38 bytes

Warte auf ACK

## AIMD - Initialisierung

- Annahme: window wird mit 1 Paketgröße initialisiert
- additive Erhöhung recht langsam
- sollte das window größer initialisiert werden?
  - kann zu Problemen bei langsamem oder kleinen Leitungen führen

## Arne Babenhausen und Carlo Götz

Netztechnik 5: Transportschicht

Einstieg 0000 Transportschicht Eigenschaften 0000 UDP 0000 TCP 0000 QUIC 0000 Zusammenfassung 00 Anhang

### AIMD - Initialisierung

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

Übungsbogen Transportschicht  
Beispiel Lösung Multiple Choice

1, 2

Übungsbogen Transportschicht  
Aufgabe 1

Kreuze die korrekten Aussagen an:

- 1 UDP Segmente kommen immer in Absendereihenfolge beim Empfänger an.
- 2 UDP Segmente können verloren gehen.
- 3 Erfolgreich empfangene UDP Segmente können beschädigt sein.
- 4 Segmente können vom Netzwerklayer dupliziert werden.
- 5 Die Funktion `accept()` wird in der Regel client-seitig aufgerufen.
- 6 Ein Telefongespräch wird symmetrisch getrennt.

Übungsbogen Transportschicht  
Aufgabe 2

Zeichne das Sequenzdiagramm für folgende Client- und Serverkonfiguration. Kommt es zu duplizierten/verlorenen Daten oder ist alles in Ordnung?

- Client: Always retransmit
- Server: First write then ACK
- Eventreihenfolge: Write, Crash, Ack

Übungsbogen Transportschicht  
Aufgabe 3

Erkläre die 3 Kriterien: Effizienz, Fairness und Konvergenz.

Übungsbogen Transportschicht  
Aufgabe 4

Vervollständige das Sequenzdiagramm für folgende 3 Fälle bis zur Trennung der Verbindung:

- 1 FIN Timer wird ausgelöst.
- 2 Retransmission Timer wird ausgelöst.
- 3 B sendet ein ACK Segment mit seq=y und ack=x+1

Übungsbogen Transportschicht  
Aufgabe 5

Zeichne ein Diagramm mit Congestion Window Größe (in Segmenten) auf der y-Achse und Transmission Round (von 0 bis 8) auf der x-Achse für folgende Parameter:

- Threshold = 16 Segmente
- Packet Loss in Transmission Round 6
- Verwendung von Slow Start und Fast Recovery