

Übungsblatt 2

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert
Anton Lydike

Donnerstag 07.11.2019

Aufgabe 1)

___ /1p.

1

- a) Nein.
- b) Nein.
- c) Nein.

Aufgabe 2)

___ /1p.

1

- a)
 - Das Nyquist-Shannon-Abtasttheorem schreibt $f_A = 2 \times 14\text{kHz} = 28\text{kHz}$ vor.
 - Es tritt der Alias-Effekt auf. Damit können nur Informationen bis 7kHz vollständig rekonstruiert werden. Ein Signal mit einer Frequenz von 14kHz wird z.B. als konstanter Wert gemessen und kann nicht vernünftig rekonstruiert werden.
 - Es sind insgesamt 8 Bit zur Amplitudendiskretisierung verfügbar, dies ermöglicht theoretisch die Darstellung von $2^8 = 256$ Zuständen. Da es jedoch ein Vorzeichen-Bit gibt, haben wir die Werte -0 und 0 , welche identisch behandelt werden. Somit erhalten wir effektiv 255 Zustände.
- b)
 - Die Coderate des (7,4)-Hamming-Codes beträgt $\frac{4}{7} \approx 0.57$
 - $0011 \ 1111 \xrightarrow{(7,4)\text{-H}} 0011\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{0}\textcolor{green}{1} \ 1111\textcolor{green}{0}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{0}$
 - $p_1 = u_1 \oplus u_2 \oplus u_3$
 - $p_2 = u_2 \oplus u_3 \oplus u_4$
 - $p_3 = u_1 \oplus u_2 \oplus u_4$
 - Erkennt werden alle ein- und zwei-Bit Fehler. Korrigiert werden können nur ein-Bit Fehler.

Aufgabe 3)

___ /1p.

1

- a)
 - Nein
 - Ja
 - Nein, Frequenz wäre $\frac{1}{2T}$
- b) Die *Bandbreite* des Übertragungskanales ist definiert als der vorgegebene Frequenzbereich
- c) *AWGN* wird modelliert mit $r(t) = s(t) + n(t)$. Es soll das Thermische Rauschen in elektronischen Bauteilen repräsentieren. Die einzelnen Terme sind folgendermaßen definiert:
 - $r(t)$ Das **empfangene** Signal
 - $s(t)$ Das **gesendete** Signal

$n(t)$ Sogenannte „Gaussian White Noise“, also ein **gaußverteiltes, allfrequentes** Rauschen. Dieser Term wird einfach auf das gesendete Signal addiert, wie der Name suggeriert.

d) *Ausbreitungsverzögerung (Propagation Delay)* t_p wird definiert als:

$$t_p := \frac{d}{v \cdot c} = \frac{\text{Leitungslänge in m}}{\text{Signalgeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Damit ist die physikalisch vorgeschriebene Verzögerung die zwischen dem Senden und dem Empfangen des Signales verstreicht gemeint, da die Signalgeschwindigkeit grundsätzlich auf Lichtgeschwindigkeit begrenzt ist.

e) Das *Nyquist-Shannon-Abtasttheorem* besagt, dass die Abtastfrequenz f_A mindestens doppelt so hoch sein muss, wie die höchste im Signal vorkommende Frequenz f_{max} um die verlustfreie rekonstruktion aus dem zeitdiskreten Signal zu garantieren ($f_A \geq 2f_{max}$).

Falls dies nicht gegeben ist, treten Artefakte auf (der sog. Alias-Effekt).

Gesamtpunkte:

___ /3p.

Übungsblatt 3

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert
Anton Lydike

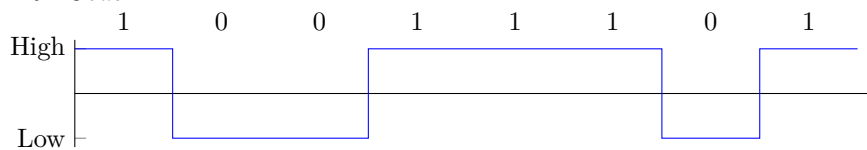
Mittwoch 13.11.2019

Aufgabe 1)

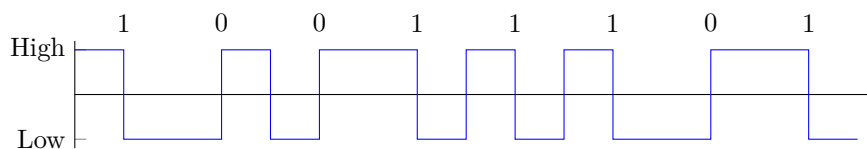
___ /1p.

a) Zu übertragende Bitfolge: 1001 1101

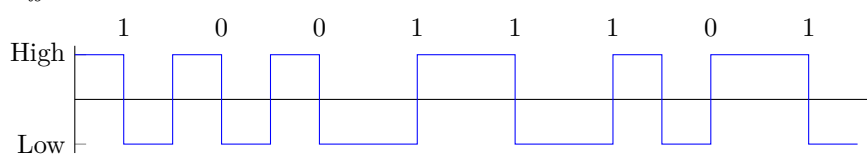
- *NRZ-Code:*



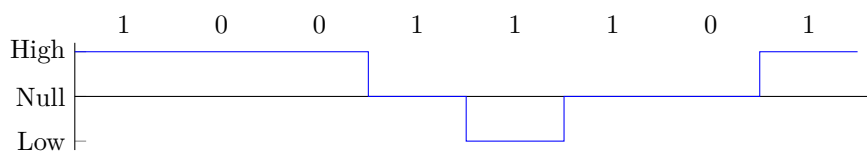
- *Manchester-Code:*



- *Differentieller Manchester-Code:*



- *MLT-3-Code:*



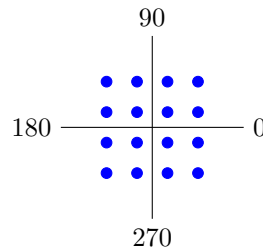
- b)
- Nein.
 - Ja.
 - Ja.
 - Nein, da die „Art der verwendeten Grundimpulse und deren Abfolge“ keine Einfluss auf den verwendeten Frequenzbereich haben sollte.

Aufgabe 2)

___ /1p.

- a)
- Hier handelt es sich um FSK
 - FSK ist daran zu erkennen, dass die Frequenz des Trägersignales verändert wird um verschiedene zustände im Datensignal dar zu stellen.

- b) • Das Konstellationsdiagramm sieht aus wie folgt:



- 25% und 75%
- Folgende Winkel definieren folgende Zustände:

$22,5^\circ \rightarrow 0001$	$202,5^\circ \rightarrow 1101$
$45 \rightarrow 0000, 0011$	$225^\circ \rightarrow 1100, 1111$
$67,5^\circ \rightarrow 0010$	$247,5^\circ \rightarrow 1110$
$112,5^\circ \rightarrow 1001$	$292,5^\circ \rightarrow 0101$
$135^\circ \rightarrow 1000, 1011$	$315^\circ \rightarrow 0100, 0111$
$157,5^\circ \rightarrow 1010$	$337,5^\circ \rightarrow 0110$

- c) Gegeben sei $T = 100\mu\text{ s}$ im ein 64-QAM-Verfahren, also ist $N = 64\text{ b}$

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{T} \cdot \log_2(N) &= \frac{1}{100\mu\text{ s}} \cdot \log_2(64\text{ b}) \\
 &= \frac{1}{10^{-4}\text{ s}} \cdot 6\text{ b} \\
 &= 6 \cdot 10^4\text{ bps} \\
 &= 60\text{ kbps}
 \end{aligned}$$

- d) Angenommen eine Bitrate von 100 Mbps und ein 16-QAM-Verfahren. Daraus folgt, dass $T = 25\mu\text{ s}$. Das ergibt eine Baudrate von

$$\frac{1}{T} = 25 \cdot 10^6\text{ Baut} = 25\text{ MBaut}$$

Aufgabe 3)

___ /1p.

- a) Rechner A)

$$\text{Ausbreitungsverzögerung } t_{pA} = \frac{d_A}{v_A} = \frac{3\text{ m}}{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,5 \cdot 10^{-8}\text{ s}$$

$$\text{Übertragungsverzögerung } t_{sA} = \frac{L}{R_A} = \frac{1.500 \cdot 8\text{ b}}{16 \cdot 10^9 \frac{\text{b}}{\text{s}}} = 7,5 \cdot 10^{-7}\text{ s}$$

- Rechner B)

$$\text{Ausbreitungsverzögerung } t_{pB} = \frac{d_B}{v_B} = \frac{10\text{ m}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3 \cdot 10^{-7}\text{ s}$$

$$\text{Übertragungsverzögerung } t_{sB} = \frac{L}{R_B} = \frac{1.500 \cdot 8\text{ b}}{600 \cdot 10^6 \frac{\text{b}}{\text{s}}} = 2 \cdot 10^{-5}\text{ s}$$

Insgesamt $2,1065 \cdot 10^{-5}\text{ s}$

b)

$$F = \frac{P}{P_e} \iff P_e = \frac{20 \text{ W}}{120 \text{ dB}} \approx 0,167 \text{ W} \approx 22,22 \text{ dBm}$$

c)

- 10 dB
- Dämpfung [dB] = $10 \cdot \log_{10} \frac{1 \text{ W}}{100 \text{ mW}} = 10 \text{ dB}$

d) Die Bandbreite B des Übertragungsweges bestimmt die maximal mögliche Symbolrate:

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) \text{ bps}$$

Die Stärke der Störungen $\text{SNR} = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}}$ begrenzt den maximalen Informationsgehalt eines Symbols

e)

- Richtig
- Richtig
- Falsch

Gesamtpunkte:**___ /3p.**

Übungsblatt 4

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert
Anton Lydike

Mittwoch 20.11.2019

Aufgabe 1) ___ /1p.

Wir verwenden folgende Markierungen: Escape-Sequenzen in **Grün** und Flags in **Blau**.

- a) Jede beliebige Bit-Zeichen-Kombination der darüberliegenden Schicht L3 muss sich in den Nutzdaten übertragen lassen. Nutzdatensymbole \neq Steuersymbole.
- b)
 - Richtig
 - Falsch
 - Falsch, ESC-Bytes werden verwendet um flags im Nutzdatenfeld zu kodieren
 - Falsch, Bit-Stuffing ist eine Art Steuerzeichen in den Nutzdaten zu kodieren und fügt nach n aufeinanderfolgenden Einsen eine Null ein.
- c) **01111110** 0011111**0**0011111**0**10 **01111110**
- d) **01111110** 01000001 **01111101** 01111101 01000010 **01111101** 01111110 **01111110**

Aufgabe 2) ___ /1p.

- a)
 - Falsch
 - Richtig
 - Falsch

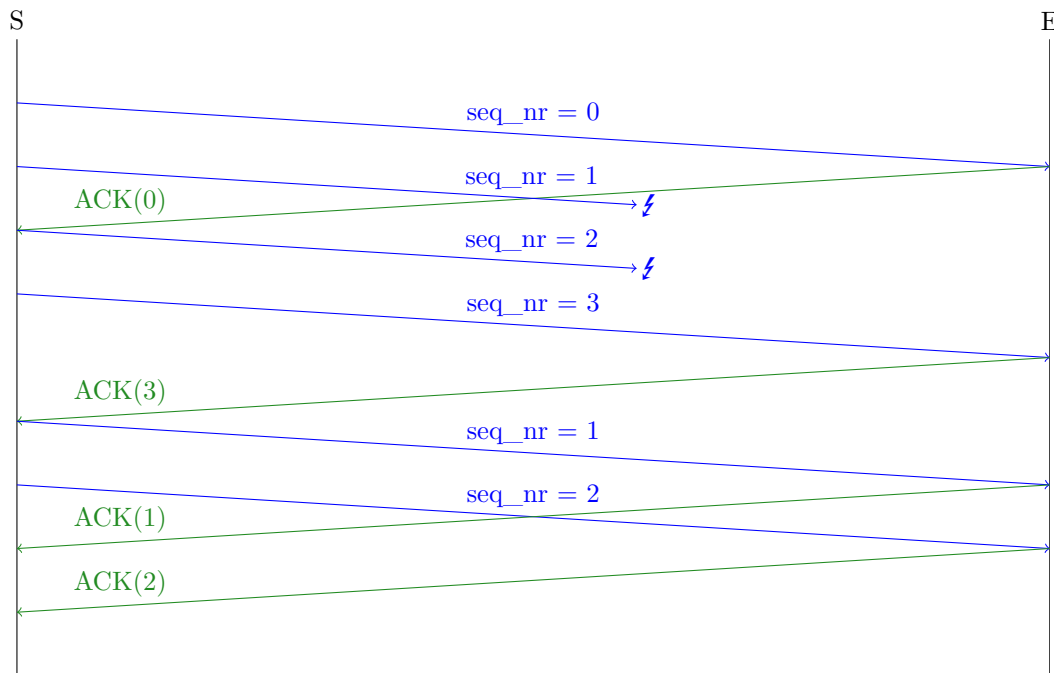
b) **Berechnung der Checksumme:**

101101100000 : 10011	=
<u>:10011</u>	= 1
=0010111	= 10
<u>:10011</u>	= 101
=0010000	= 1010
<u>:10011</u>	= 10101
=00011000	= 1010100
<u>:10011</u>	= 10101001
=01011	= 10101001
Checksumme ist 01011	= 10101001

Gesicherte Bitfolge:

1011 0110 01011

- c) Empfänger teilt durch Checksumme und kann anhand des Restes sehen, ob Übertragung erfolgreich war.

Aufgabe 3)**__ /1p.****a) ARQ Selective-Repeat:**

- b)
 - $n = 3$
 - Da 5 rahmen überprüft werden müssen, muss bis 5 gezählt werden. Dafür sind 3 bits notwendig.
- c) Das Bandbreite-Verzögerungs-Produkt (bandwidth-delayproduct) wird aus der Bandbreite und der Ausbreitungszeit berechnet.
- d) Da Verarbeitungszeit vernachlässigbar ist, ergibt sich folgende formel für die gesamte Übertragungszeit in abhängigkeit der Rahmenlänge L (in bits):

$$BDP = t_{\text{ausbreitung}} \cdot R$$

$$t_{\text{send}} = \frac{L}{1 \text{ Gbps}} = \frac{L}{10^9 \text{ bps}}$$

Wir wollen nun, dass wir 80% prozent der zeit senden, also dass das verhältnis von Sendezeit t_{send} zu Wartezeit $t_{\text{wait}} = 2 \cdot D/v = 10^{-6} \text{ s}$ größer als 0.8 ist.

$$\begin{aligned} \frac{R \cdot t_{\text{send}}}{R \cdot t_{\text{wait}}} > 0.8 &\Leftrightarrow \frac{\frac{L}{10^9 \text{ bps}}}{10^{-6} \text{ s}} > 0.8 \\ &\Leftrightarrow \frac{L}{10^3 \text{ b}} > 0.8 \\ &\Leftrightarrow L > 0.8 \cdot 10^3 \text{ b} = 800 \text{ b} = 100 \text{ B} \end{aligned}$$

Gesamtpunkte:**__ /3p.**

Übungsblatt 5

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert

Anton Lydike

Mittwoch 27.11.2019

Aufgabe 1)

___ /1p.

1. Schritt						2. Schritt						3. Schritt						
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
a)	A	0	1	∞	∞	8	A	0	1	3	10	7	A	0	1	3	9	4
	B		0	2	∞	6	B		0	2	8	3	B		0	2	5	3
	C			0	∞	1	C			0	3	1	C			0	3	1
	D				0	2	D				0	2	D				0	2
	E					0	E					0	E					0

b) Beste ist $D_B(C) = 4$, aber beste richtige ist $D_B(C) = 7$

	Iteration	N'	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)
	0	A	1, A	∞	∞	8, A
c)	1	A, B	1, A	3, B	10, E	7, B
	2	A, B, C	1, A	3, B	10, E	7, B
	3	A, B, C, E	1, A	3, B	9, E	4, C
	4	A, B, C, E, D	1, A	3, B	6, E	4, C

Aufgabe 2)

___ /1p.

- a) 1) $B \xrightarrow{2} A \xrightarrow{3} D$
 2) $D \xrightarrow{3} A \xrightarrow{2} B \xrightarrow{1} E$
 3) $C \xrightarrow{2} A \xrightarrow{3} D$
 4) $B \xrightarrow{2} A \xrightarrow{3} D$

Tabelle in Router A						Tabelle in Router B					
		1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.			1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.
A	—					A	A/2				
B	B/2					B	—				
C	C/2					C	E/?				
D	D/3					D	E/?		A/5		
E	B/?					E	E/1				
F	D/?					F	E/?				
Tabelle in Router C						Tabelle in Router D					
		1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.			1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.
A	A/2					A	A/3				
B	A/?					B	A/?	A/5			A/5
C	—					C	A/?			A/5	
D	A/?					D	—				
E	E/5					E	F/?				
F	F/4					F	F/4				
Tabelle in Router E						Tabelle in Router F					
		1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.			1.Pkt.	2.Pkt.	3.Pkt.	4.Pkt.
A	B/?					A	D/?				
B	B/1					B	E/?				
C	C/5					C	C/4				
D	C/?		B/6			D	D/4				
E	—					E	E/2				
F	F/2					F	—				

- b) • Während der Lernperiode ist das Routing nicht optimal.
 • Da Ausfälle/Überlastungen nicht mitgeteilt werden, müssen tabellen periodisch alle informationen vergessen und neu initialisiert werden.

Aufgabe 3)

— /1p.

- a) Bei der *verbindungsorientierten Kommunikation* ist eine Wegsuche Notwendig und die Sendereihenfolge wird strikt eingehalten. Bei der *verbindungslosen Kommunikation* wird keine Wegsuche betrieben, stattdessen werden die Pakete einfach einzeln auf die Reise geschickt und können unterschiedliche Pfade beschreiten. Hierbei verlässt man sich auf die Entscheidungen der Router auf dem Weg.
- b) • Richtig
 • Richtig
 • Falsch, da die Packetvermittlung ein Oberbegriff für verschiedene Strategien ist. Es existieren Packetvermittlungen, für welche die Aussage stimmt, und andere, für die das nicht gilt.
 • Falsch
- c) *Broadcast* ist eine Nachricht an alle erreichbaren Hosts, während ein *Multicast* nur an ein subset der erreichbaren Hosts adressiert ist.
- d) *HELLO-Pakete* werden verwendet, um festzustellen, ob ein Netzwerkpartner noch am Leben ist. Außerdem werden sie von neuen Netzwerkteilnehmern emittiert, wenn sie einem Netzwerk beitreten. *Link-State-Advertisement* wird verwendet, um deine direkten Nachbarn (zusammen mit den Kosten der Verbindung) an die große, weite Welt zu broadcasten.

	<i>Link-State</i>	<i>Backwards Learning</i>
StatischesRouting:	○	⊗
e) AdaptivesRouting:	⊗	○
VerteiltesRouting:	⊗	⊗
IsoliertesRouting:	○	⊗

Gesamtpunkte:**__ /3p.**

Übungsblatt 6
Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert

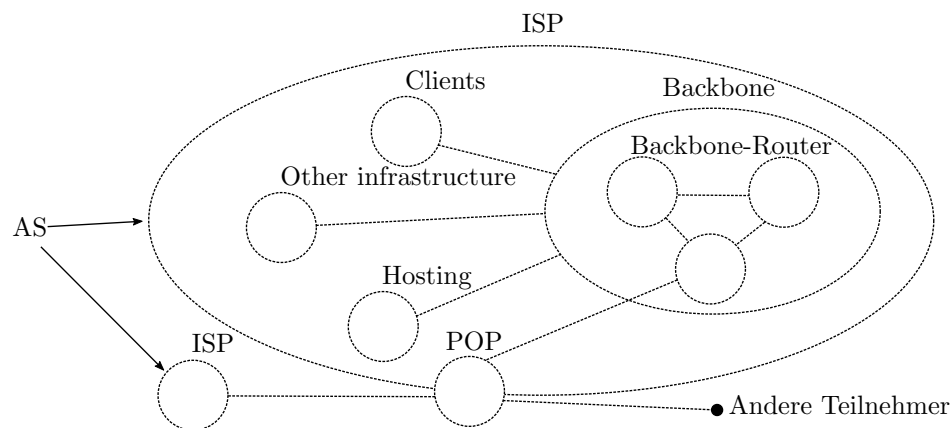
Anton Lydike

Mittwoch 4.12.2019

Aufgabe 1)

— /1p.

a)



b) „So gut wie möglich“ das paket mit den aktuell vorhandenen Ressourcen zustellen.

c)

- Wahr
- Falsch
- Wahr
- Wahr

d)

- *Time To Live (TTL)* bezeichnet die Anzahl der "Hops" durch Knoten, bevor das Package nicht mehr weitergeleitet wird. Das TTL-Feld wird von jedem Router dekrementiert.
- Das *Protocol*-Feld enthält die Nummer des Protokolls der höheren Schicht, zu dem die im IPv4-Paket transportierten Nutzdaten gehören.

- e)
 - Das *Checksum*-Feld fällt weg. Dieses musste bei jedem Hop neu berechnet werden, da das TTL-Feld dekrementiert wird.
 - Starke vereinfachung des Paketaufbaus, nur 8 statt 13 header Feldern.

Aufgabe 2)

_____/1p.

a) • Verbindung Host A – R1:

<i>Paket / Fragment</i>	<i>Total Length</i>	<i>Identification</i>	<i>MF Flag</i>	<i>Fragment Offset</i>
1	1480 Byte	x	0	0

- Verbindung Host R1 – R2:

<i>Paket / Fragment</i>	<i>Total Length</i>	<i>Identification</i>	<i>MF Flag</i>	<i>Fragment Offset</i>
1.1	1220 Byte	<i>x</i>	1	0
1.2	300 Byte	<i>x</i>	0	150

- Verbindung Host R2 – B:

<i>Paket / Fragment</i>	<i>Total Length</i>	<i>Identification</i>	<i>MF Flag</i>	<i>Fragment Offset</i>
1.1.1	580 Byte	x	1	0
1.1.2	580 Byte	x	1	70
1.1.3	120 Byte	x	0	140
1.2	300 Byte	x	0	150

- b) Wenn die *MF-Flag* gesetzt ist, oder das *Fragment-Offset* nicht null ist.
- c) Fragmentierung ist während der Übertragung aus Performance-Gründen nicht mehr erlaubt. Nur der Absender darf Pakete fragmentieren: Hierfür wird der „Fragment“ Extension Header verwendet

Aufgabe 3)

___ /1p.

- a) Sende *ICMP Echo-Request-Packages* mit $TTL = 1, \dots, n$ wobei n entweder die Anzahl der hops bis zum Zielhost, oder die maximale Anzahl der hops ist, je nach dem, welcher wert kleiner ist. Anhand der *Echo-Packages*, die entstehen, wenn das jeweilige Package das ende seiner *TTL* erreicht, kann die verwendete Route nachvollzogen werden.
- b)
 - Wahr
 - Falsch
 - Falsch
 - Wahr
- c)
 - – *Echo-Request* (Type 8, Code 0)
 - – *Echo-Reply* (Type 0, Code 0)
 - – *Echo-Request* (Type 8, Code 0)
 - – *Echo-Reply* (Type 0, Code 0)
- `tracert -I -w 10 -q 1 -m 5 192.168.5.1`

1. Nachricht		Antwort	
Sendeadresse:	192.168.1.1	Sendeadresse:	192.168.1.254
Empfangsadresse:	192.168.5.1	Empfangsadresse:	192.168.1.1
Nachrichtentyp:	ICMP	Nachrichtentyp:	ICMP
TTL-Wert:	1	Information:	Typ 11, Code 0
Letzte Nachricht		Antwort	
Sendeadresse:	192.168.1.1	Sendeadresse:	192.168.5.254
Empfangsadresse:	192.168.5.1	Empfangsadresse:	192.168.1.1
Nachrichtentyp:	ICMP	Nachrichtentyp:	ICMP
TTL-Wert:	5	Information:	Typ 11, Code 0

Gesamtpunkte:

___ /3p.

Übungsblatt 7

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert

Anton Lydike

Mittwoch 11.12.2019

Aufgabe 1)

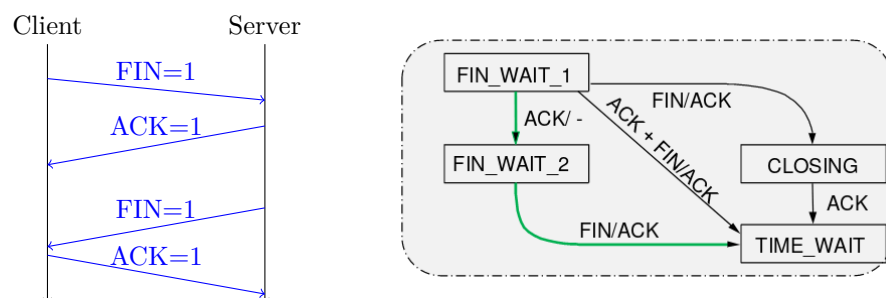
__ /1p.

- a)
 - UDP
 - TCP
 - TCP
 - TCP
- b) UDP ist ein einfacheres Protokoll, deswegen gibt es weniger overhead, Programme sind einfacher zu implementieren und schneller.
- c) $MSS = MTU - H_{TCP} - H_{IP}$ (H ist die Header-Größe der jeweiligen Protokolle)
- d) Ein Urgent Pointer signalisiert, dass ein package sofort verarbeitet/weitergeleitet werden sollte, und nicht in die Warteschlange gepackt werden soll. Solche Pakete werden auch als OOB (out of band) Pakete bezeichnet.
- e)
 - Falsch
 - Richtig
 - Falsch
 - Richtig

Aufgabe 2)

__ /1p.

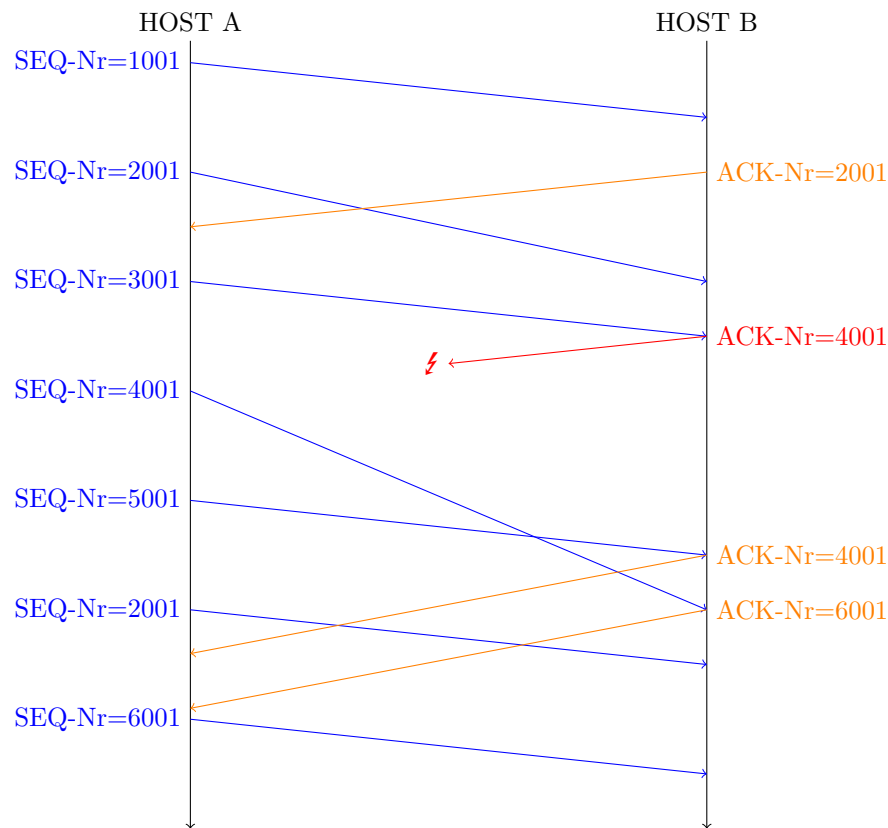
- a)
 - Richtig
 - Richtig
 - Richtig
- b) Host A sendet ACK, und ist damit im *established* zustand. B befindet sich noch im Zustand *SYN-RCVD* und sendet SYN+ACK erneut (nach RTO).
- c) Das Anpassen der Wartezeit ist wünschenswert, falls z.B. die umstände es nicht zulassen, die ganzen 120 sekunden zu warten, oder wenn die latenz höher ist, als 120 sekunden.



Aufgabe 3)

___ /1p.

a)



b) Delayed-ACK wird verwendet, um z.B. die Anzahl der Packages in Netzwerken zu verringern, wenn diese nahe ihrer Maximalkapazität sind.

c) Die rekursiv-definierte Formel lautet: $RTT_E[k] = (1-\alpha) \cdot RTT_E[k-1] + \alpha \cdot RTT_S[k]$ mit $RTT_E[0] = RTT_S[0] = 0$. Daraus folgt:

- $RTT_E[4] = (1-\alpha) \cdot ((1-\alpha) \cdot ((1-\alpha) \cdot ((1-\alpha) \cdot RTT_E[0] + \alpha \cdot RTT_S[1]) + \alpha \cdot RTT_S[2]) + \alpha \cdot RTT_S[3]) + \alpha \cdot RTT_S[4]$
- $RTT_E[4] \approx 2.47$

Gesamtpunkte:

___ /3p.

Übungsblatt 8

Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert

Anton Lydike

Mittwoch 18.12.2019

Aufgabe 1)

___ /1p.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

Aufgabe 2)

___ /1p.

- a)
- b)
- c)

Aufgabe 3)

___ /1p.

- a)
 - 8.8.8.8 ist **keine** Adresse die für die Nutzung in privaten Netzwerken freigegeben ist.
 - **Ja**, da 127.0.126.1 eine sog. loopback-Adresse ist.
 - 192.168.1.255/24 ist **keine** Broadcast-Adresse im /19-er Raum, da das dritte Oktett Nullen enthält, wo laut Netzmaske nur Einsen sein sollten.
 - 137.250.172.0/19 ist **keine** Netzadresse, da das dritte Oktett (10101100) noch Einsen enthält, wo laut Netzmaske schon keine mehr sein sollten.
- b) Eine CIDR-Rotation von 123.122.121.120/19 erzeugt:
 - Die Subnetzmaske 255.255.224.0
 - Die Netzadresse 123.122.96.0, die man erhält, wenn man die Host ID mit der Subnetzmaske und-verknüpft (123.122.121.120 & 255.255.224.0)
 - Und die Broadcast-Adresse 123.122.127.255
- c)
 - ::f ist **eine** valide IPv6 Adresse.
 - ff01::fb ist **eine** valide IPv6 Adresse.
 - fe:80:02:02:b3:13 ist **keine** valide IPv6 Adresse, da zwei Segmente à 16 Bit fehlen.
 - 2019:4g:2020:e1f2::13 ist **keine** valide IPv6 Adresse, da g keine Hexadezimalzahl ist.
- d) Die gegebene IPv6-Adresse 2001:0db8:0000:0067:0230:0000:0001:ff00 ist
 - 2001:db8::67:230:0:1:ff00
- e)

Gesamtpunkte:

___ /3p.