

Matrikelnummer

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Modul: IN0010
Prüfer: Prof. Dr. Uwe Baumgarten

Datum: 12.06.2015
Prüfung: Midterm

Erstkorrektur

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	<input type="checkbox"/>									
A2	0	1	2	3	4	5	6	7		
	<input type="checkbox"/>									
A3	0	1	2	3	4					
	<input type="checkbox"/>									

Zweitkorrektur

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	<input type="checkbox"/>									
A2	0	1	2	3	4	5	6	7		
	<input type="checkbox"/>									
A3	0	1	2	3	4					
	<input type="checkbox"/>									

Nur von der Aufsicht auszufüllen

Hörsaal verlassen von _____ bis _____

von _____ bis _____

Vorzeitig abgegeben um _____

Sonstiges _____

Lösungsvorschlag



Midterm

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Prof. Dr. Uwe Baumgarten
Fachgebiet für Betriebssysteme
Fakultät für Informatik
Technische Universität München

Freitag, 12.06.2015
18:00 – 18:45

- Diese Klausur umfasst
 - **9 Seiten** mit insgesamt **3 Aufgaben** sowie
 - eine beidseitig bedruckte **Formelsammlung**.Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Mit * gekennzeichnete Aufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen ein Lösungsweg erkennbar ist.** Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, falls es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.
- Schreiben Sie weder mit roter / grüner Farbe noch mit Bleistift.
- Die Gesamtzahl der Punkte beträgt 20. Diese werden bei Anrechnung mit dem Faktor 0,5 gewichtet. Beim Auftreten von Viertelpunkten wird auf das nächste Vielfache von 0,5 aufgerundet.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
 - ein **ein nicht-programmierbarer Taschenrechner**
 - ein **Wörterbuch** Deutsch ↔ Muttersprache **ohne Anmerkungen**
- Schalten Sie Ihre **Mobiltelefone vollständig aus** und packen Sie diese sowie alle weiteren elektronischen Geräte und sonstige Unterlagen in Ihre Taschen und verschließen Sie diese.

9

Problem 1 IPv6 und Routing (9 Punkte)

Gegeben ist die Netzwerktopologie in Abbildung 1.1. Der Router *R* ist über *GW* an das Internet angebunden und versorgt die Netze *NET1* und *NET2*. *NET2* wird für WLAN Clients verwendet.

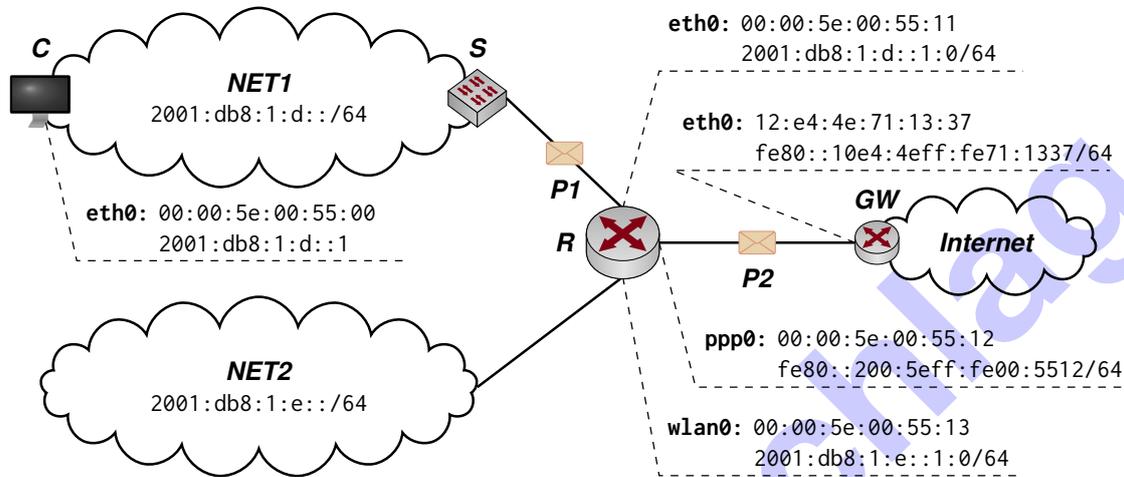


Abbildung 1.1: Topologie

a)* Begründen Sie, weswegen *NET1* und *NET2* auf *GW* nicht aggregiert werden können.

1

NET1 und *NET2* sind nicht im gleichen /63 Präfix. Für die Bits 61 bis 64: $d_{16} = 110_2$, $e_{16} = 111_2$.

b)* Erklären Sie, wie ein Router entscheidet, über welches Interface ein Paket weitergeleitet wird?

1

Longest Prefix Matching. Die Routing Tabelle wird mit absteigender Präfixlänge durchsucht. Wenn die Ziel-IP in das Präfix fällt, so wird dieser Eintrag (mit Interface) gewählt.

c)* Geben Sie die vollständige Routingtabelle für *R* an, sodass *NET1* und *NET2* das Internet erreichen und von dort erreicht werden können. Aggregieren Sie soweit möglich.

Hinweis: Es sind zusätzliche Leerzeilen gegeben. Streichen Sie ungültige Einträge deutlich.

2

Destination	Next Hop	Interface
$2001:db8:1:d::/64$::	eth0
$2001:db8:1:e::/64$::	wlan0
$fe80::/64$::	ppp0
$::/0$	$fe80::10e4:4eff:fe71:1337$	ppp0

Matrikelnummer:

d)* Wie erhält *R* am Interface `ppp0` die IP-Adresse `fe80::200:5eff:fe00:5512`?

Es handelt sich um eine Link-Local-Adresse. Der Router generiert diese über Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC) aus der MAC-Adresse des Interfaces.

1

e)* Argumentieren Sie, wohin Router *R* ein Paket mit der Zieladresse `fe80::1:2ff:fe03:405` weiterleitet.

Der Router leitet das Paket nicht weiter, da es sich um eine Link-Local-Adresse handelt.

1

Client *C* sendet einen ICMPv6 Echo Request an die IPv6 Adresse `2001:db8::1`. ICMPv6-Header und Payload seien insgesamt 64 Oktette lang.

f)* Geben für den Ethernet-Header des versendeten Echo Requests die konkreten Werte der Headerfelder an den Punkten *P1* und *P2* (siehe Abbildung 1.1) an. Das verwendete Zahlensystem ist eindeutig zu kennzeichnen. Adressen können über das Format `<Gerät>.<Interface>.<Adresstyp>` (z.B. `R.wlan0.MAC`) referenziert werden. Sofern ein Feld nicht eindeutig bestimmt ist, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.
Hinweis: Auf Seite 8 ist bei Bedarf ein zusätzlicher Vordruck zu finden.

1

P1:	R.eth0.MAC: 00:00:55:00:55:11	C.eth0.MAC: 00:00:55:00:55:00	0x86dd	Payload	FCS
P2:	GW.eth0.MAC: 12:e4:4e:71:13:37	R.ppp0.MAC: 00:00:55:00:55:12	0x86dd	Payload	FCS

g)* Geben Sie für den IPv6-Header der versendeten Echo Requests die konkreten Werte der Headerfelder an den Punkten *P1* und *P2* (siehe Abbildung 1.1) an. Beachten Sie auch den Hinweis in Teilaufgabe 1f).

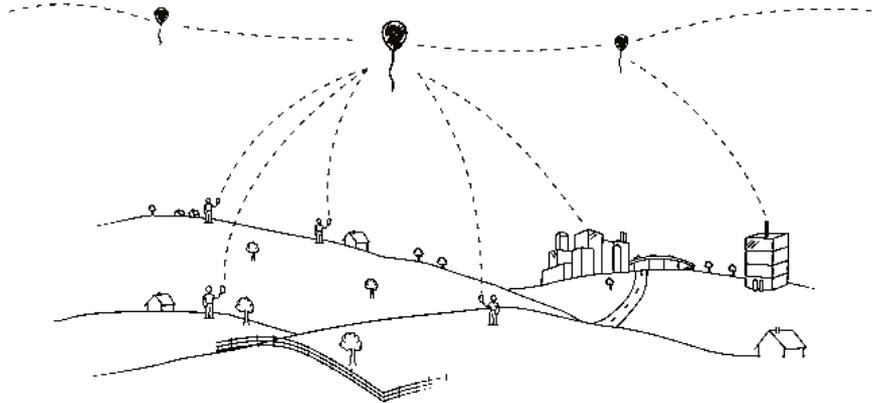
2

P1:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0B	0x6		0x00						0x00000																							
4B	0x0040						0x3a						0x40																			
8B	C.eth0.IPv6: 2001:db8:1:d::1																															
24B	2001:db8::1																															
ICMPv6 Header and Payload																																
P2:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0B	0x6		0x00						0x00000																							
4B	0x0040						0x3a						0x3f																			
8B	C.eth0.IPv6: 2001:db8:1:d::1																															
24B	2001:db8::1																															
ICMPv6 Header and Payload																																



Aufgabe 2 Google Loon – Internet über Helium-Ballons (7 Punkte)

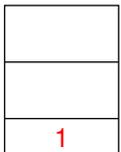
Die flächendeckende Versorgung dünn besiedelter Gebiete mit Internet stellt bekanntlich eine große Herausforderung dar. Eine der innovativeren Ideen für eine wirtschaftliche Lösung stammt von Google und heißt *Project Loon*: Mit Helium gefüllte Ballons treiben in einer Höhe von rund 30 km und versorgen mittels Funk jeweils eine Fläche von etwa 1200 km² (siehe Abbildung 2.1). Die Anbindung der Ballons ans Internet erfolgt dabei mittels Richtfunk zu einer Bodenstation.

Abbildung 2.1: Google Loon¹

Im Folgenden betrachten wir einen *Ballon* und die beiden Nutzer *A* und *B*. Vereinfachend nehmen wir an, dass als Medienzugriffsverfahren CSMA ohne weitere Mechanismen zur Kollisionserkennung- oder Vermeidung verwendet wird. Die Slotzeit betrage $t_{\text{slot}} = 20 \mu\text{s}$. Der Downlink (vom Ballon zum Nutzer) habe eine Datenrate von $r_{\text{down}} = 60 \text{ Mbit/s}$. Der Uplink (vom Nutzer zum Ballon) betrage lediglich $r_{\text{up}} = 16 \text{ Mbit/s}$. Beide Übertragungsrichtungen verwenden dabei denselben Frequenzbereich. Ferner seien die Wegstrecken zwischen dem Ballon und allen beteiligten Nutzer gleich, d.h. $d = 30 \text{ km}$ für alle Verbindungen.

1. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \mu\text{s}$ beginnt der *Ballon* mit der Übertragung einer 1500 B langen Nachricht *N1* an einen Nutzer im Zielgebiet.
2. Zum Zeitpunkt $t_1 = 120 \mu\text{s}$ liegt an Nutzer *A* eine 200 B lange Nachricht *N2* zum senden vor.
3. Zum Zeitpunkt $t_2 = 200 \mu\text{s}$ liegt auch an Nutzer *B* eine 200 B lange Nachricht *N3* zum senden vor.

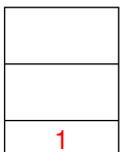
a)* Bestimmen Sie Serialisierungszeiten der einzelnen Nachrichten.



$$t_{s,1} = \frac{p_1}{r_{\text{down}}} = \frac{1500 \cdot 8 \text{ bit}}{60 \cdot 10^6 \text{ bit/s}} = 200 \mu\text{s}$$

$$t_{s,2} = t_{s,3} = \frac{p_2}{r_{\text{up}}} = \frac{200 \cdot 8 \text{ bit}}{16 \cdot 10^6 \text{ bit/s}} = 100 \mu\text{s}$$

b)* Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerungen.



$$t_p = \frac{d}{\nu c} = \left|_{\nu=1} \frac{30 \cdot 10^3 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 100 \mu\text{s}$$

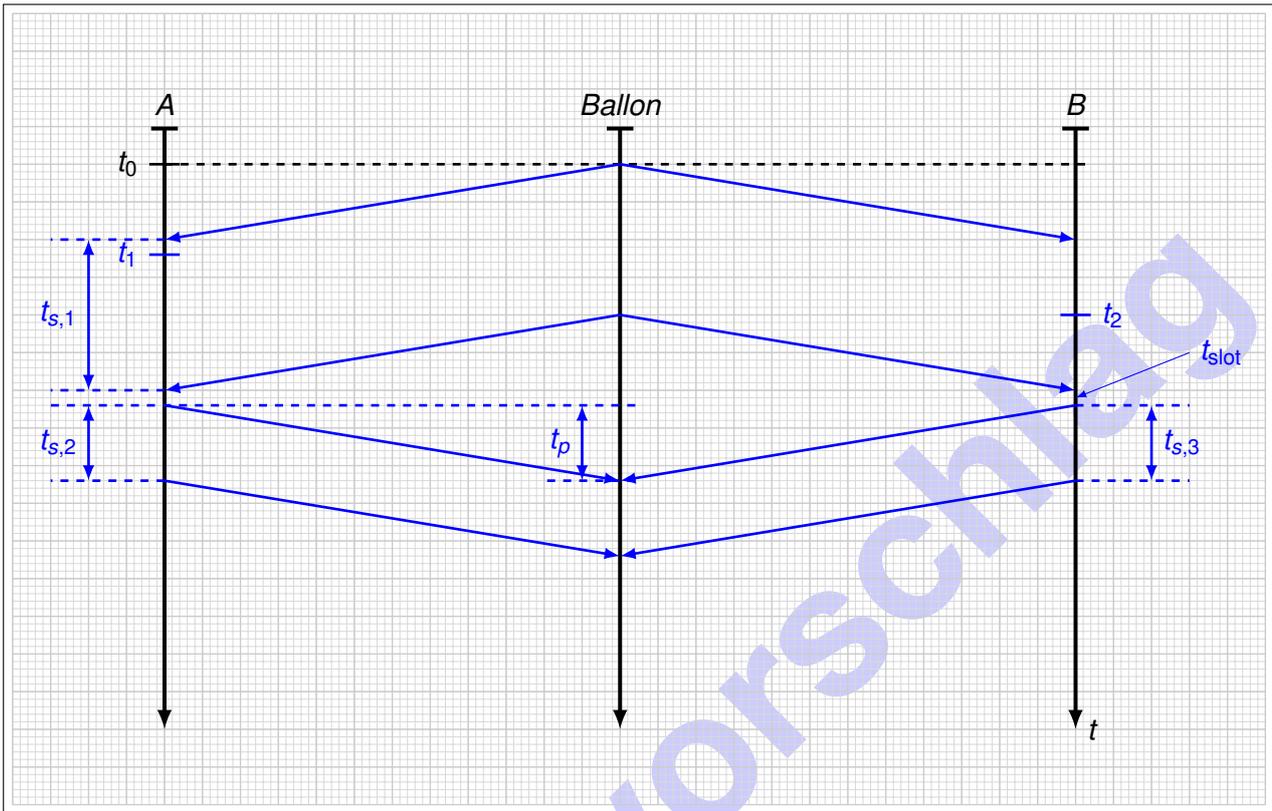
($\nu = 1$ da elektromagnetische Welle in Luft/Vakuum)

¹Bild: <https://www.google.com/loon/how>

Matrikelnummer:

c) Zeichnen Sie ein detailliertes Weg-Zeit-Diagramm aller Ereignisse ab $t_0 = 0 \mu\text{s}$. Markieren deutlich sichtbar Serialisierungszeiten und Ausbreitungsverzögerungen sowie etwaige Kollisionen und Sendepausen. **Maßstab:** $10 \mu\text{s} = 1 \text{ mm}$. **Hinweis:** Bei Bedarf finden Sie auf Seite 8 einen weiteren Vordruck.

3



d) Erläutern Sie die Probleme, die in Teilaufgabe 2c) aufgetreten sind.

1

1. Es kommt zu einer Kollision am Ballon, so dass beide Nachrichten verloren gehen.
2. Weder A noch B wissen etwas davon, da sie selbst außer Reichweite sind.
3. Dadurch, dass sendebereite Station deterministisch im nächsten Zeitslot zu senden beginnen, nachdem das Medium als frei erkannt wurde, kommt es in solchen Fällen immer zu einer Kollision.

(2 davon reichen)

e) Erläutern Sie kurz, ob CSMA/CA das in Teilaufgabe 2c) auftretende Problem vermeidet.

1

Nein, da $t_{\text{slot}} < t_p$ und somit das „Senden im nächsten Slot wenn Medium frei“ nicht ausreicht, um Kollisionen zu vermeiden. Aus diesem Grund funktioniert auch die Randomisierung mittels Contention Window nicht wie erhofft, welche CA vorschreibt.

4

Aufgabe 3 CRC (4 Punkte)

In dieser Aufgabe soll die zwei Oktette lange Nachricht 01101010 10010111 mittels des in der Vorlesung vorgestellten CRC-Verfahrens gesichert werden. Das Reduktionspolynom sei $r(x) = x^4 + x + 1$.

2

a)* Bestimmen Sie die gesicherte Nachricht $s(x)$.

0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	:	1	0	0	1	1		
1	0	0	1	1																								
0	1	0	0	1	1																							
1	0	0	1	1																								
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0																		
						1	0	0	1	1	1	1	0															
						0	0	0	0	1	1	1	1	0														
											1	0	0	1	1													
											0	1	1	0	1	0												
															1	0	0	1	1									
															0	1	0	0	1	0								
																		1	0	0	1	1						
																		0	0	0	0	1	0					

⇒ $s(x) = 01101010\ 10010111\ 0010$

Matrikelnummer: _____

b)* Bei der Übertragung trete nun das Fehlermuster 00000000 00100110 0000 auf. Zeigen oder begründen Sie, ob der Fehler erkannt wird.

1

Der Fehler $e(x) = r(x)x^6$ ist ein Vielfaches des Reduktionspolynoms.

c)* Welche Fehler können mittels CRC korrigiert werden?

Keine. CRC ist ein fehlererkennender Code.

1

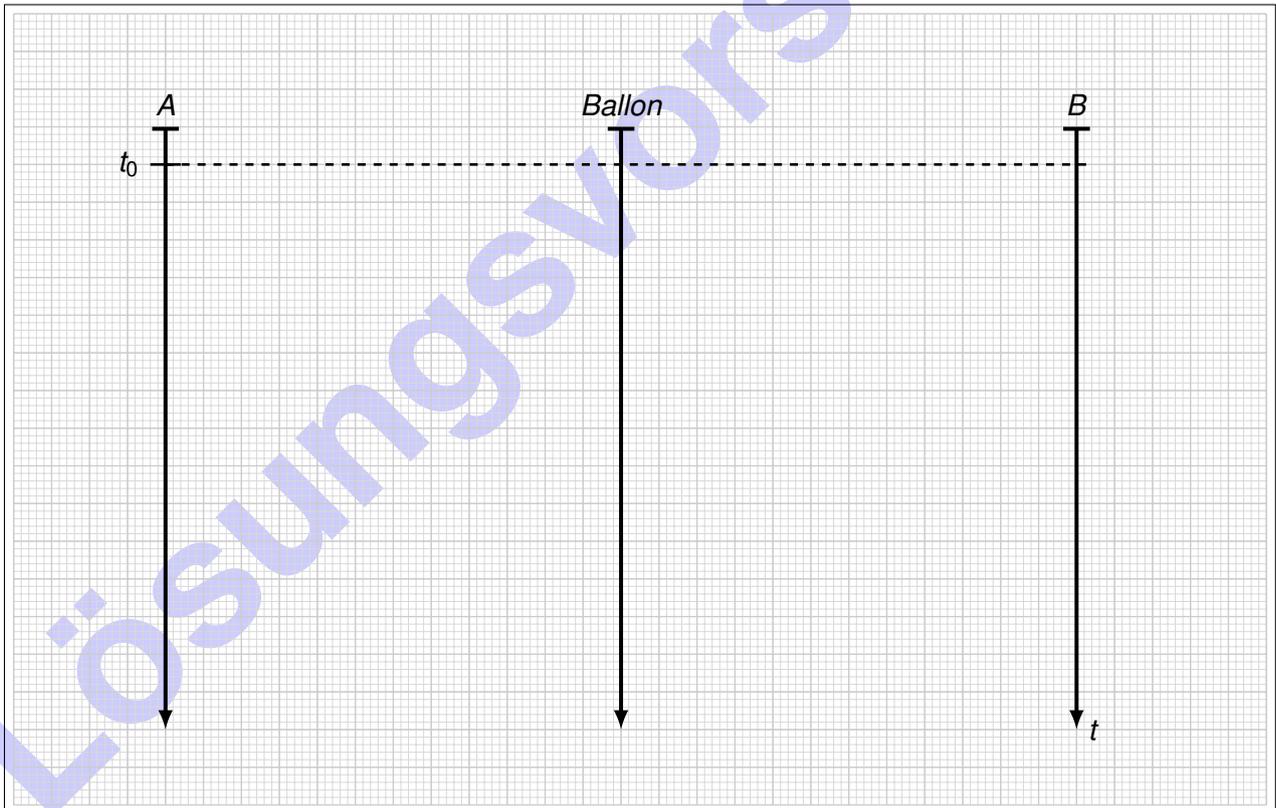
Matrikelnummer:

Zusätzliche Vordrucke zu den Teilaufgaben 1f) und 1g). Geben Sie unbedingt eine Zuordnung zu den Beobachtungspunkten an und streichen Sie ungültige Lösungen deutlich.

				Payload	FCS
--	--	--	--	---------	-----

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																
0 B																																																																																																
4 B																																																																																																
8 B																																																																																																
≈																																≈																																																																
24 B																																																																																																
≈																																≈																																																																
ICMPv6 Header and Payload																																																																																																

Zusätzlicher Vordruck zu Teilaufgabe 2c). Bitte streichen Sie ungültige Lösungen deutlich.



Matrikelnummer: _____

Zusätzlicher Platz für Lösungen – bitte markieren Sie deutlich die Zugehörigkeit zur jeweiligen Aufgabe und streichen Sie ungültige Lösungen!

The image shows a large rectangular area filled with a fine grid, intended for writing solutions. A large, semi-transparent blue watermark with the text "Lösungsvorschlag" is oriented diagonally across the grid from the bottom-left towards the top-right.

Lösungsvorschlag