Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste
Fakultät für Informatik
Technische Universität München

Esolution
Sticker mit SRID hier einkleben

Hinweise zur Personalisierung:

- Ihre Prüfung wird bei der Anwesenheitskontrolle durch Aufkleben eines Codes personalisiert.
- Dieser enthält lediglich eine fortlaufende Nummer, welche auch auf der Anwesenheitsliste neben dem Unterschriftenfeld vermerkt ist.
- Diese wird als Pseudonym verwendet, um eine eindeutige Zuordnung Ihrer Prüfung zu ermöglichen.

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Klausur:	IN0010 / Retake	**Datum:**	Dienstag, 29. September 2020
Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Georg Carle	**Uhrzeit:**	11:30 – 13:00

Lösungsvorschlag

Bearbeitungshinweise

- Diese Klausur umfasst **16 Seiten** mit insgesamt **6 Aufgaben**.
  Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Die Gesamtpunktzahl in dieser Prüfung beträgt 90 Punkte.
- Das Heraustrennen von Seiten aus der Prüfung ist untersagt.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
  - **alle elektronischen und nicht elektronischen Hilfsmittel**
  - **ausdrücklich nicht** erlaubt sind Internet und Teamarbeit
- Mit * gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen der Lösungsweg erkennbar ist.** Auch Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, sofern es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.
- Das Kopieren von Lösungsvorschlägen aus Altklausuren oder anderen Quellen stellt keine Eigenleistung dar. Wir behalten uns vor, in derartigen Fällen die jeweilige Aufgabe mit 0 Punkten zu bewerten.
- Schreiben Sie weder mit roter / grüner Farbe noch mit Bleistift.

Hörsaal verlassen von _____ bis _____ / Vorzeitige Abgabe um _____

Aufgabe 1 Multiple Choice (19 Punkte)

Die nachfolgenden Teilaufgaben sind *Multiple Choice Multiple Answer* mit 1 Punkt pro richtigem und -1 Punkt pro falschem Kreuz. Es können mehrere Antworten richtig sein.
Die minimale Punktzahl pro Teilaufgabe beträgt 0 Punkte, d. h. Negativpunkte übertragen sich nicht auf andere Teilaufgaben.

Hinweise zur Bearbeitung auf Papier bzw. wenn Ihr PDF-Editor die Ankreuzfunktion nicht unterstützt:

Kreuzen Sie richtige Antworten an ☒
Kreuze können durch vollständiges Ausfüllen gestrichen werden ■
Gestrichene Antworten können durch nebenstehende Markierung erneut angekreuzt werden ✕■

a)* Bei einem Segment handelt es sich um eine . . .

- ☒ L3-SDU
- ☐ L2-SDU
- ☒ L4-PDU
- ☐ L3-PDU
- ☐ L1-PDU
- ☐ L4-SDU
- ☐ L2-PDU
- ☐ L1-SDU

b)* Welche Aussagen zur Fouriertransformation sind zutreffend?

- ☒ Das Spektrum ist kontinuierlich.
- ☐ Das Spektrum ist diskret.
- ☐ Das Spektrum ist immer komplex.
- ☐ Das Spektrum ist immer begrenzt.
- ☐ Wird zur Analyse periodischer Signale verwendet.
- ☒ Wird zur Analyse nicht-periodischer Signale verwendet.

c)* Gegeben sei ein wertkontinuierliches Signal, welches mit 3 bit linear im Intervall $I = [7; 16]$ quantisiert werden soll. Bestimmen Sie den maximalen Quantisierungsfehler **innerhalb** von I auf zwei Dezimalstellen gerundet.

- ☐ 1,00
- ☐ 3,00
- ☐ 1,13
- ☒ 0,56
- ☐ anderer Wert

d)* Gegeben sei ein wertkontinuierliches Signal, welches mit 2 bit linear im Intervall $I = [0; 15]$ quantisiert werden soll. Bestimmen Sie den maximalen Quantisierungsfehler **außerhalb** von I auf zwei Dezimalstellen gerundet.

- ☐ 3,75
- ☐ 1,88
- ☐ 7,50
- ☐ 2,50
- ☒ anderer Wert

e)* Gegeben sei ein Leitungscode, der 3 bit pro Symbol kodiert. Es soll eine Datenrate von 8 Mbit/s erziehlt werden. Bestimmen Sie die minimal notwendige Bandbreite unter den gegebenen Bedingungen auf zwei Dezimalstellen genau.

- ☐ anderer Wert
- ☒ 1,33 MHz
- ☐ 5,33 MHz
- ☐ 4,43 MHz
- ☐ 17,72 MHz

f)* Was versteht man unter Quellenkodierung?

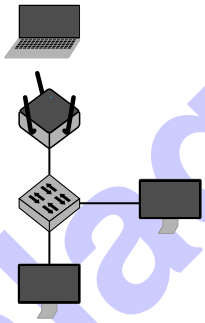
- ☐ Darstellung von Daten durch Abfolge von Sendegrundimpulsen
- ☐ Gezieltes Hinzufügen von Redundanz
- ☒ Die Entfernung von Redundanz
- ☐ nichts davon

Lösungsvorschlag

g)* Gegeben sei eine Richtfunkstrecke, die in beide Richtungen die gleichen Bedinungen aufweist. Die Übertragungsrate sei mit 20 Mbit/s gegeben. Die Distanz betrage 126 km. Bestimmten Sie die RTT eines 1091 B großen Rahmens (z. B. Echo Request/Reply) auf zwei Dezimalstellen genau. Gehen Sie davon aus, dass durch Medienzugriff und Verarbeitung an den Knoten keine weiteren Zeitverzögerungen entstehen.

- ☐ 420 ms
- ☐ 840 ms
- ☐ 873 ms
- ☐ 436 ms
- ☒ 1.713 ms
- ☐ 856 ms

h)* Wenn das Notebook (NB) in der nebenstehenden Abbildung einen Rahmen an einen der PCs senden will, wessen MAC-Adresse(n) werden verwendet um das Ziel anzugeben?



- ☒ PC
- ☐ NB
- ☐ Switch
- ☒ AP

i)* Wenn das Notebook (NB) in der nebenstehenden Abbildung einen Rahmen an einen der PCs senden will, wessen IP-Adresse(n) werden verwendet um das Ziel anzugeben?

- ☒ PC
- ☐ AP
- ☐ Switch
- ☐ NB

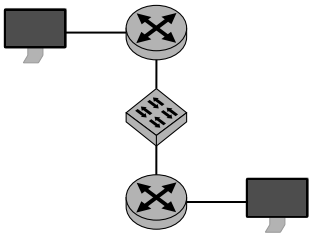
j)* Was ist die Binärdarstellung der Zahl `0x474802`?

- ☐ `001011010001001100011011`
- ☐ `100010001111011011110000`
- ☒ `010001110100100000000010`
- ☐ `101101011110011100101000`
- ☐ `100101001101100100011101`
- ☐ `011111001011101101100011`

k)* Sie empfangen eine Nachricht von der IPv6-Adresse `fd00:32:15:8:e7be:0dff:fe56:23a4`. Was ist höchstwahrscheinlich die MAC-Adresse des sendenden Interfaces?

- ☒ `e5:be:0d:56:23:a4`
- ☐ `0d:ff:fe:56:23:a4`
- ☐ `e7:be:0d:56:23:a4`
- ☐ `32:00:16:00:08:27`

l)* Aus wie vielen Broadcast-Domänen besteht das nebenstehende Netzwerk?



- ☐ 1
- ☐ 6
- ☐ 4
- ☐ 2
- ☒ 3
- ☐ 5

m)* Aus wie vielen Kollisionsdomänen besteht das nebenstehende Netzwerk?

- ☐ 6
- ☒ 4
- ☐ 5
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

n)* Sie beobachten folgenden Datenstrom einer unbekannten Quelle. Bei welchem bzw. welchen Zeichen ist der Informationsgehalt maximal?

G H B B A A B F B H G F H A G B A H B H F A G F

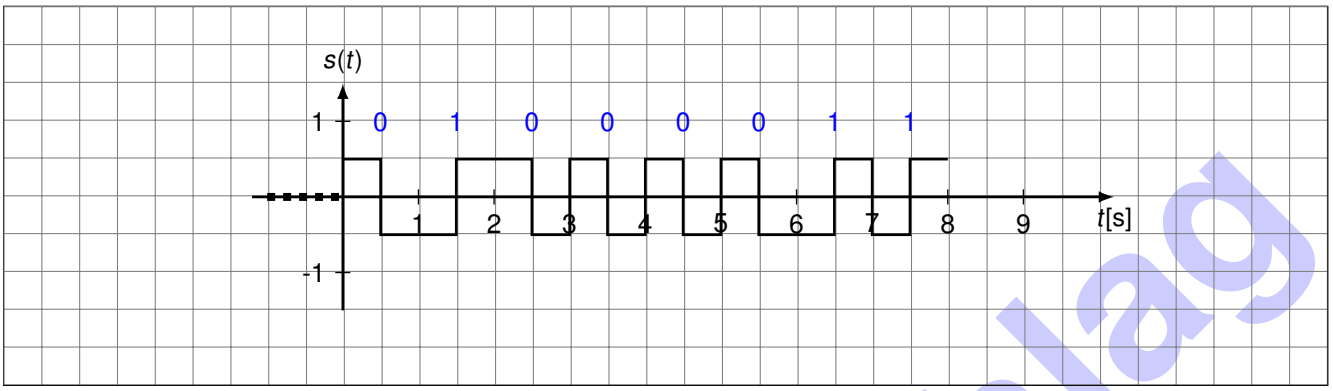
- ☐ H
- ☐ I
- ☐ A
- ☐ B
- ☒ F
- ☒ G

Lösungsvorschlag

Aufgabe 2 Kurzaufgaben (7 Punkte)

0 1

a)* Geben Sie eine zum unten abgebildeten Signal passende Bitfolge an, wobei die Dauer eines einzelnen Symbols 1 s beträgt. **Hinweis:** Es gibt zwei äquivalente Lösungen. Geben Sie eine davon an.



0 1 2 3

b)* Aus der Vorlesung ist für die Übertragungszeit einer Nachricht der Länge L aufgeteilt auf Pakete der Größe $p_{\max}$ mit Headerlänge L_h pro Paket über eine Distanz von d mit insgesamt n Hops und konstanter Datenrate r der folgende Zusammenhang bekannt:

$$T_{PV} = \frac{1}{r}\left(\left\lceil \frac{L}{p_{\max}} \right\rceil \cdot L_h + L\right) + \frac{d}{\nu c_o} + n \cdot \frac{L_h + p_{\max}}{r}.$$

Bestimmen Sie die optimale Paketgröße p, so dass die Übertragungszeit minimiert wird. Gehen Sie vereinfachend davon aus, dass L ein ganzzahliges Vielfaches der Paketgröße ist.

Da L/p ganzzahlig ist, entfällt das Aufrunden. Ableiten nach p ergibt:

$$\frac{d}{dp} T_{PV}(p) = -\frac{1}{r} \cdot \frac{L}{p^2} \cdot L_h + \frac{n}{r} = 0$$

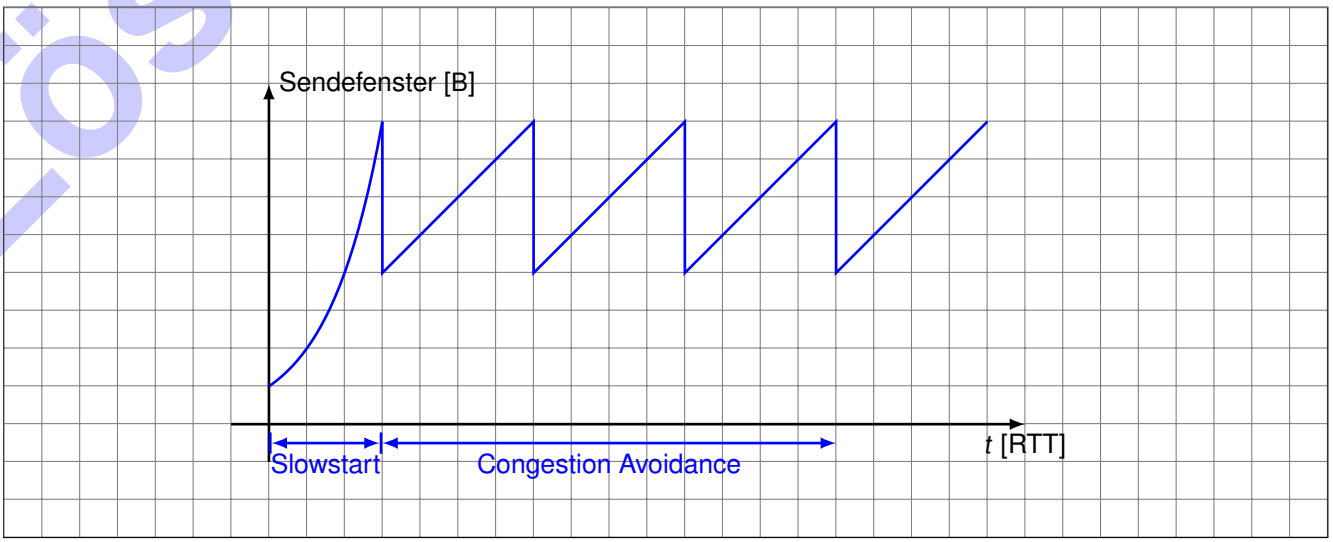
$$\frac{L \cdot L_h}{p^2} = n$$

$$p^2 = \frac{L \cdot L_h}{n}$$

$$p = \sqrt{\frac{L \cdot L_h}{n}}$$

0 1 2 3

c)* Skizzieren Sie frei Hand einen für TCP (Reno) typischen Verlauf der Sendefenstergröße. Gehen Sie davon aus, dass zum Zeitpunkt $t = 0$ die Verbindung gerade neu aufgebaut wurde. **Kennzeichnen und Benennen Sie unterschiedliche Phasen der Staukontrolle.**



Lösungsvorschlag

Aufgabe 3 I Spy (15 Punkte)

Ein Nachbar von Frau Roberts[1] sitzt im Café und betrachtet begeistert die Wand neben sich. Dabei fällt der nahe RJ45-Port auf. Geschwind wird der eigene Laptop, mit Interface `eth0`, an diesen Port, mit dem Patchkabel für besondere Fälle, angeschlossen. Kurz darauf kann der in Abbildung 3.1 dargestellte Rahmen beobachtet werden.

Ethertype

0x0000	52	54	00	e7	b2	31	52	54	00	40	83	6c	08	06	00	01
0x0010	08	00	06	04	00	02	52	54	00	40	83	6c	0a	05	3d	35
0x0020	52	54	00	e7	b2	31	0a	05	3d	07						

Operation

Sender Protocol Address

Abbildung 3.1: Zufällig beobachteter Ethernet-Rahmen

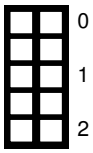
a)* Benennen Sie die in Abbildung 3.1 vorkommende Schicht 2 SDU. (Begründung!)

ARP, da das Header-Feld `Ethertype` den Wert `0x0806` hat. Siehe Markierung in Abbildung 3.1.

b)* Geben Sie die Art der in Abbildung 3.1 dargestellten Schicht 2 SDU an. (Begründung!)

ARP Reply, da es sich um eine ARP Nachricht (siehe `Ethertype`) handelt und das `Operation` Feld den Wert `0x002` hat. Siehe Markierung in Abbildung 3.1.

c)* Geben Sie für das 7. Header-Feld der Schicht 2 SDU aus Abbildung 3.1 Name, Wert und Funktionsbeschreibung an. Verwenden Sie dabei die jeweils übliche Darstellungsform. (Begründung!)



`Sender Protocol Address` mit Wert `10.5.61.53`. Funktionsbeschreibung: Schicht 3 Adresse (hier: Typ IPv4) des Senders der Nachricht. Siehe Markierung in Abbildung 3.1.

[1] Fiktive Person; vgl. xkcd #341 ff.

Lösungsvorschlag

Durch weitere Beobachtung fällt auf, dass einige der beobachtbaren Ethernet-Rahmen die IPv4-Adressen `10.17.29.47` und `10.47.31.23` enthalten.

0 1 2 d)* Geben Sie für die beiden IPv4-Adressen das kleinste Netz an welches diese enthält. (Begründung!)

`10.0.0.0/10`, da die Broadcastadresse zu `10.0.0.0/11` `10.31.255.255` lautet und damit zwei nebeneinander liegende /11 Netze benötigt werden. Zudem sind kleinere, die Adressen enthaltende Netz nicht benachbart.

0 1 2 e) Geben Sie mit den im Verlauf dieser Aufgabe gesammelten Informationen eine gültige statische IPv4 Konfiguration für einen zusätzlichen Netzteilnehmer an.
Hinweis: Es darf davon ausgegangen werden, dass der Router die größte nutzbare Adresse besitzt.

Netzadresse	10.0.0.0	Default Gateway	10.63.255.254
Broadcast-Adresse	10.63.255.255	Laptop-Adresse `eth0`	10.17.29.6

0 1 2 f)* Wie ließe sich validieren, dass die in Teilaufgabe e) gewählte IPv4-Adresse nicht mit der IPv4-Adresse eines anderen Teilnehmers kollidiert? (Begründung!)

Durch das Durchführen einer ARP-Anfrage nach der gewünschter Adresse. Wenn keine Antwort auf diese ARP-Anfrage erfolgt, dann wird dies Adresse vermutlich momentan nicht verwendet.

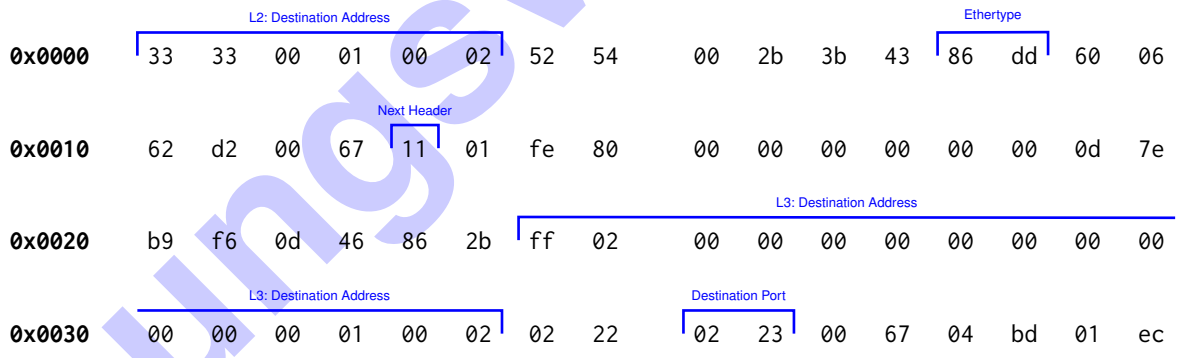


Abbildung 3.2: Beginn eines weiteren beobachteten Ethernet-Rahmens

Nach einer Weile kann der in Abbildung 3.2 dargestellte Ethernet-Rahmen beobachtet werden.

0 1 2 g)* Bestimmen Sie die verwendeten Protokolle auf den Schichten 3 und 4 im obigen Rahmen. (Begründung!)

IPv6 (vgl. `Ethertype`) und UDP (vgl. `Next Header`). Siehe Markierung in Abbildung 3.2.

0 1 2 3 h)* Geben Sie die auf den Schichten 2, 3 und 4 verwendeten Zieladressen in der jeweils üblichen Darstellung an. (Begründung!)

Schicht 2: `33:33:00:01:00:02`, Schicht 3: `ff02::1:2` und Schicht 4: `547`. Siehe Markierung in Abbildung 3.2.

Lösungsvorschlag

Aufgabe 4 NAT und Routing (18 Punkte)

Gegeben ist die Netztopologie aus Abbildung 4.1. PC1 und PC2 sind über den WLAN Access Point AP mit Router R1 verbunden, welcher Zugang zum Internet ermöglicht.

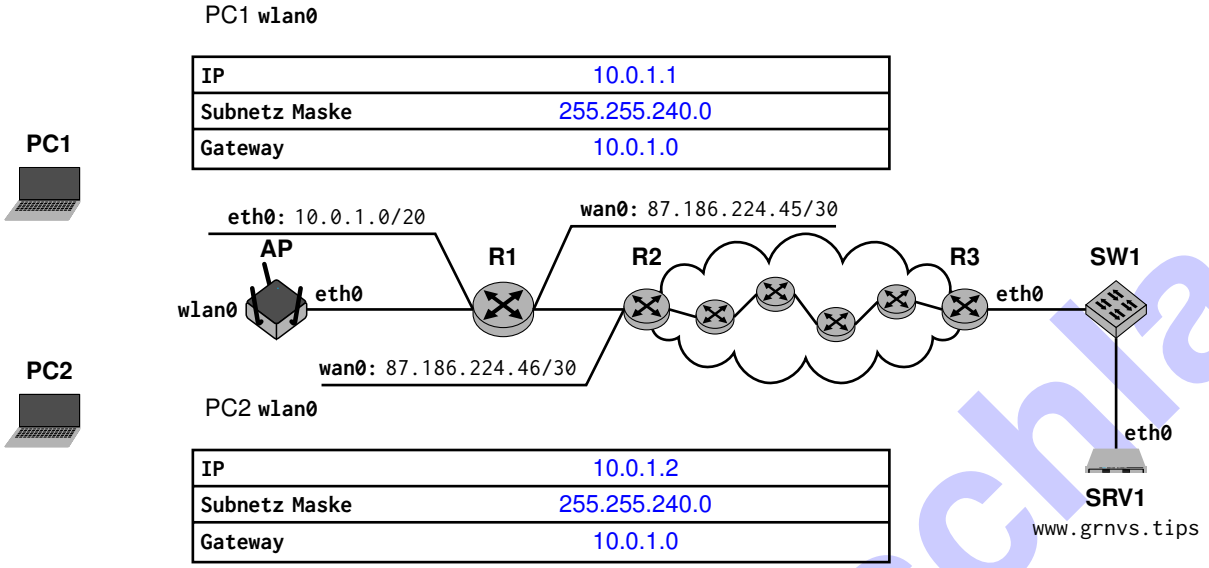


Abbildung 4.1: Netztopologie

a)* Begründen Sie, ob die Adresse `10.0.1.0` für das gegebene Präfix nutzbar ist. Falls nein, vergeben Sie an R1 eine sinnvolle Adresse im selben Netz.

0 1

10.0.1.0 ist eine gültige Hostadresse im Netz 10.0.0.0/20, da es sich weder um die erste noch die letzte Adresse im Subnetz handelt (sofort ersichtlich am kleinen Präfix und der 1 im 3. Oktett).

b)* Bestimmen Sie die Netzadresse und Broadcastadresse des Netzwerks, in dem sich PC1, PC2 und R1 befinden.

0 1

Netzadresse 10.0.0.0
Broadcastadresse 10.0.15.255

c) Wie viele IP-Adressen stehen in diesem Netzwerk zur Adressierung von Geräten zur Verfügung? Geben Sie auch den Rechenweg an!

0 1

Die erste und letzte Adresse ist nicht für Geräte nutzbar und müssen abgezogen werden.

$$2^{32-20} - 2 = 4094$$

d) Weisen Sie PC1 und PC2 jeweils eine sinnvolle IP-Adresse, Subnetzmaske und Gateway-Adresse zu, so dass diese eine Verbindung zum Internet herstellen können. Tragen Sie die Werte direkt in Abbildung 4.1 ein. Beachten Sie eine eventuell abweichende IP von R1 aus Aufgabe a).

0 1 2

e)* Wie viele /20 Subnetze gibt es im Netz 10.0.0.0/8? Geben Sie auch den Rechenweg an!

0 1

$$2^{20-8} = 4096$$

Lösungsvorschlag

0
1

f)* Begründen Sie, weswegen R1 NAT unterstützen muss, damit PC1 und PC2 mit Hosts im Internet kommunizieren können.

PC1 und PC2 befinden sich in einem privaten Netzwerk, deren IP-Adressen sind nicht global eindeutig und werden deshalb nicht geroutet.

0
1

g)* Welche Informationen muss R1 mind. in seiner NAT-Tabelle vorhalten?

Lokale IPs der PCs, lokale Portnummer und globale Quellportnummern.
(Globale IP ist nicht notwendig, da R1 nur eine globale IP-Adresse besitzt; Auch Zielportnummern sind für die grundlegenden Aufgaben nicht erforderlich)

Im Folgenden kürzen wir IP- und MAC-Adressen nach folgendem Schema ab: `<Gerätename>` oder `<Gerätename>.<Interface>` wenn das Interface nicht eindeutig ist, z. B. PC1 oder R1.wan0. Beachten Sie zur Bearbeitung der beiden folgenden Teilaufgaben außerdem, dass sich zwischen R2 und R3 mehrere Router befinden. PC1 greift nun auf die Webseite `https://www.grnvs.tips` zu.

0
1
2
3
4
5

h)* Ergänzen Sie für die Anfrage von PC1 an `www.grnvs.tips` die Headerfelder in den drei leeren Kästen in Abbildung 4.2. Sofern ein Feld nicht eindeutig bestimmt ist, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.

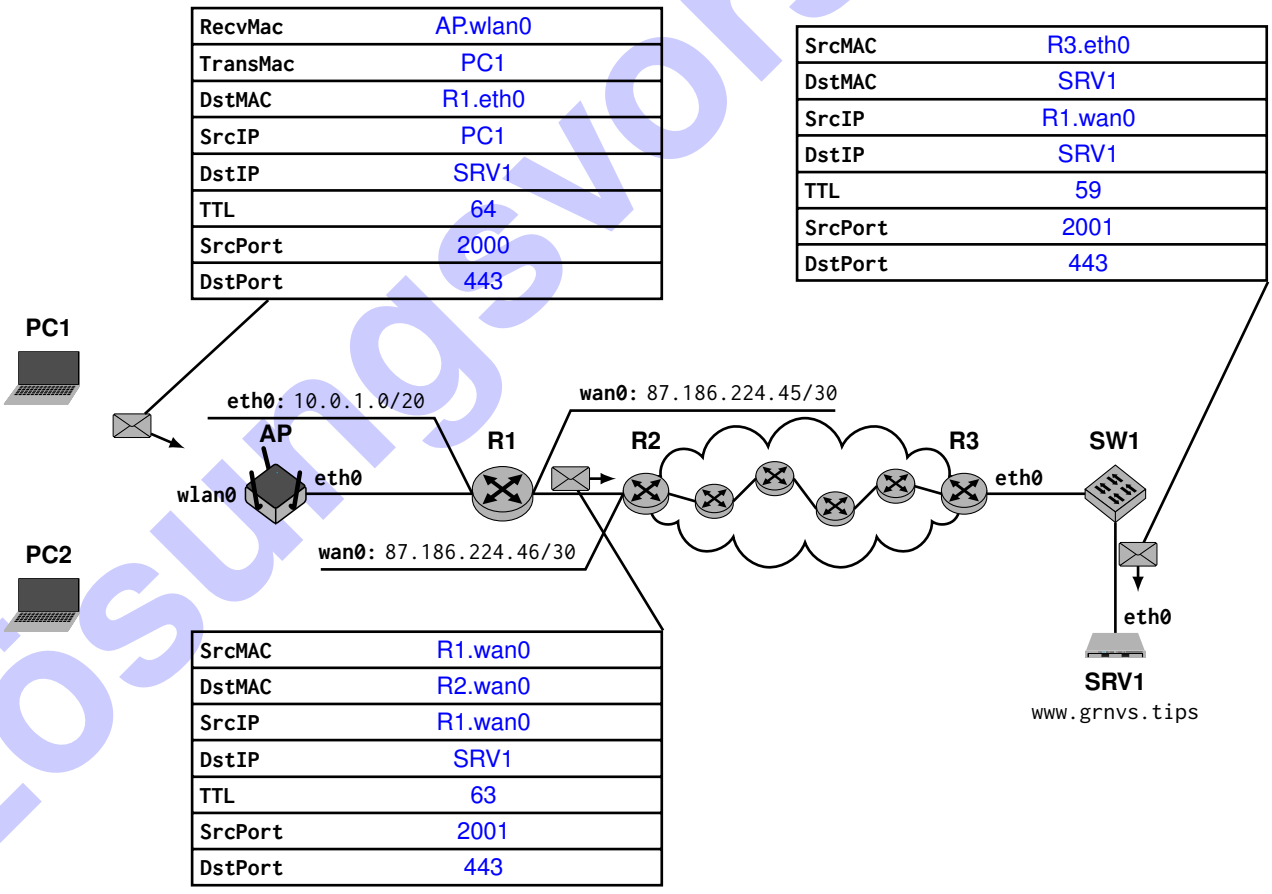


Abbildung 4.2: Netztopologie

Lösungsvorschlag

i) Ergänzen Sie für die Antwort von `www.grnvs.tips` an PC1 die Headerfelder in den drei leeren Kästen in Abbildung 4.3. Sofern ein Feld nicht eindeutig bestimmt ist, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.

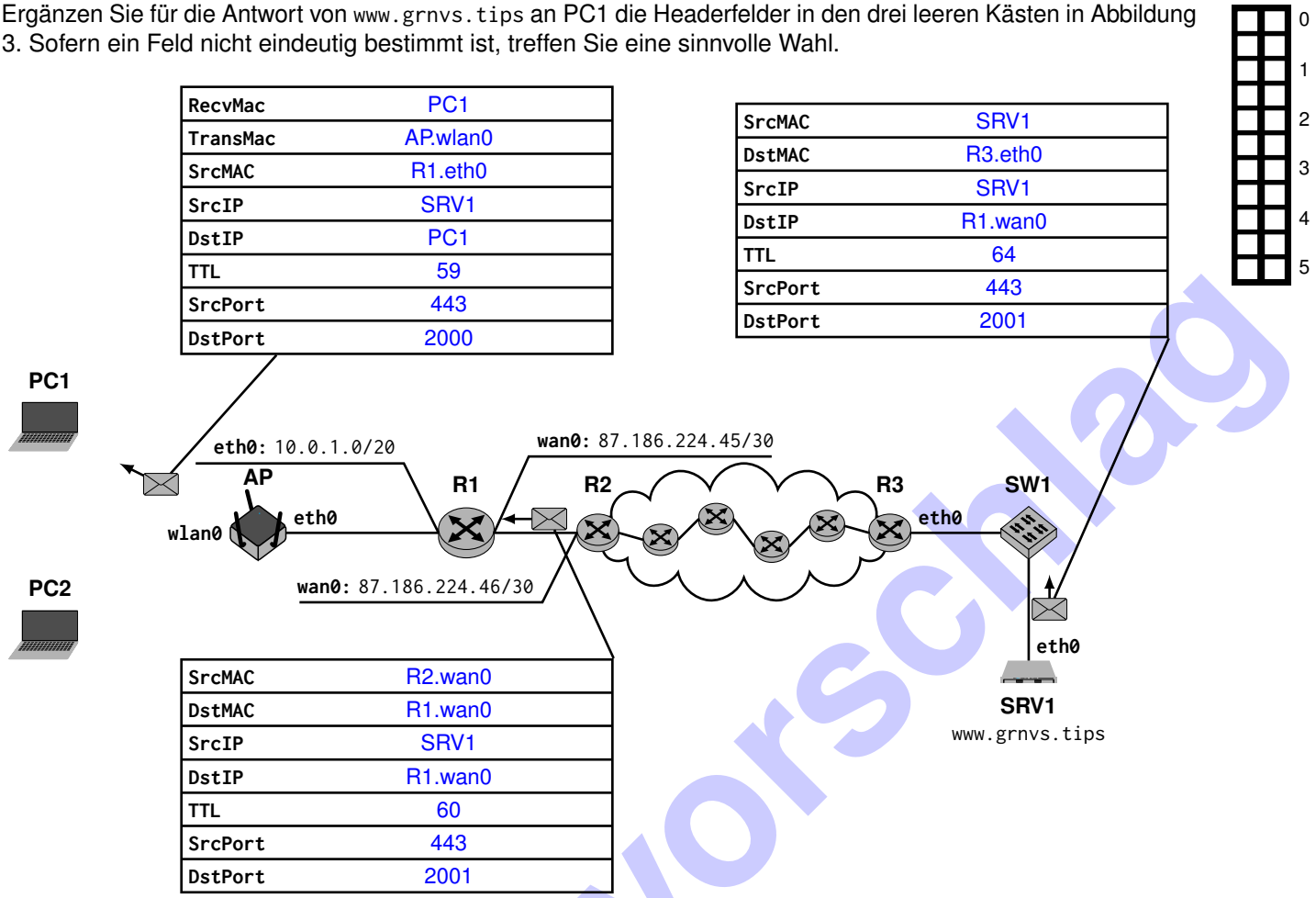


Abbildung 4.3: Netztopologie

Lösungsvorschlag

Aufgabe 5 Verlustfreie Datenkompression (10.5 Punkte)

Um Ihre Internetleitung noch effizienter nutzen zu können und mehr Daten schneller zu übertragen, verwenden Sie eine verlustfreie Kompression: Einen Huffman-Code. Da Sie im Vorfeld nicht wissen, welche Daten übertragen werden sollen, orientieren Sie sich an den in der Vergangenheit übertragenen Daten und haben bereits Codewörter erlernt.
Gegeben ist das Alphabet $\mathcal{A} = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I\}$ und folgende Tabelle mit den gelernten Codewörtern für jedes Zeichen $x \in \mathcal{A}$:

x	Codewort	x	Codewort
A	00	F	0111
B	10	G	0101
C	110	H	01001
D	111	I	01000
E	0110		

0 1

a)* Wie lang ist jedes Codewort, wenn sie statt dem Huffman-Code einen uniformen Code verwenden würden? Geben Sie auch den Rechenweg an!

9 Codewörter $\Rightarrow \lceil log_2(9) \rceil bit = 4bit$

Sie wollen nun folgendes Wort (20 Zeichen) mit dem obigen Code komprimieren:

G D A B A A C B E B H F A C B C D E H A

0 1 2 3

b)* Sei X die Zufallsvariable einer gedächtnislosen Quelle, die das Wort erzeugt hat. Leiten Sie aus der Menge der jeweiligen Zeichen die Auftrittswahrscheinlichkeit $P[X = x]$ für alle $x \in \mathcal{A}$ ab. Es reicht, die Wahrscheinlichkeit als gekürzten Bruch anzugeben.

x	$P[X = x]$	x	$P[X = x]$
A	5/20 = 1/4	F	1/20
B	4/20 = 1/5	G	1/20
C	3/20	H	2/20 = 1/10
D	2/20 = 1/10	I	0/20 = 0
E	2/20 = 1/10		

Lösungsvorschlag

c) Wie groß ist die mittlere Codewortlänge, falls die Wahrscheinlichkeiten aus Teilaufgabe b) für die Quelle repräsentativ wären? Geben Sie einen nachvollziehbaren Rechenweg an.

0 1 2 3

Sei $c(z)$ der Huffman-Codes für das Zeichen z, dann ist die durchschnittliche Codewortlänge der Quelle:

$$\sum_{z \in \mathcal{A}} Pr[X = z] \cdot |c(z)| = \frac{1}{4} \cdot 2 + \frac{1}{5} \cdot 2 + \frac{3}{20} \cdot 3 + \frac{1}{10} \cdot 3 + \frac{1}{10} \cdot 4 + \frac{1}{20} \cdot 4 + \frac{1}{20} \cdot 4 + \frac{1}{10} \cdot 5 + \frac{0}{20} \cdot 5 = 2.95$$

d) Die tatsächliche mittlere Codewortlänge beträgt 2,9 bit/Zeichen. Wieso unterscheidet sich dieser Wert von dem errechneten Wert aus Teilaufgabe c)?

0 1

Eine so kleine Menge an Zeichen reicht nicht aus um repräsentative Auftrittswahrscheinlichkeiten zu finden.

e) Wie groß ist die erwartete Einsparung bei Kompression vieler Wörter dieser Quelle mit diesem Code im Vergleich zu einem uniformen Code? Geben Sie einen nachvollziehbaren Rechenweg an.

0 1

Man erreicht eine durchschnittliche Einsparung von:

$$1 - \frac{2.9bit}{4bit} = 27.5\%$$

f)* Kodieren Sie die ersten 6 Zeichen des Wortes mit dem angegebenen Huffman-Code.

0 1

$$\overbrace{0101}^{G}\,\overbrace{111}^{D}\,\overbrace{00}^{A}\,\overbrace{10}^{B}\,\overbrace{00}^{A}\,\overbrace{00}^{A}$$

Lösungsvorschlag

Aufgabe 6 IPv6 (20.5 Punkte)

Gegeben ist die Netzwerktopologie in Abbildung 6.1. Der Router *R* ist mit dem Netz *NET1* über *GW* an das Internet angebunden und versorgt die Netze *NET2* und *NET3*. *NET3* wird für WLAN-Clients verwendet.

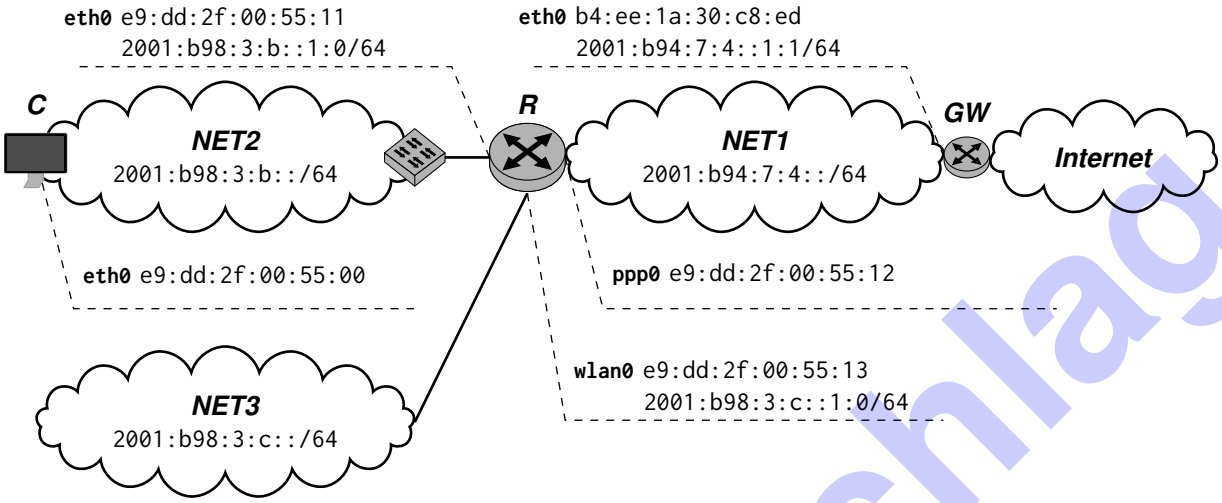


Abbildung 6.1: Topologie

0 1

a)* Welche IP-Adresse wird *R* am Interface `ppp0` durch SLAAC erhalten?

`2001:b94:7:4:ebdd:2fff:fe00:5512`

0 1 2

b) Erläutern Sie woher die einzelnen Teile dieser IP-Adresse stammen.

SLAAC generiert die IPv6-Adresse aus dem Prefix-Announcement und der MAC-Adresse des Interfaces zwischen Herstellerkennung und Device-ID wird `ff:fe` eingefügt. Das vorletzte Bit im ersten Oktett des OUI wird geflippt.

0 1 2

c)* Zeigen Sie, dass *NET2* und *NET3* auf *GW* nicht aggregiert werden können.

NET2 und *NET3* sind nicht im gleichen /63 Präfix.
Für die Bits 61 bis 64: $b_{16} = 1011_2$, $c_{16} = 1100_2$. Sie dürften sich nur in der letzten Stelle unterscheiden.

Lösungsvorschlag

d)* Tragen Sie die üblichen Spaltennamen in der Routingtabelle 6.1 ein.

0 1

e) Vervollständigen Sie die Routingtabelle 6.1 für *R*, sodass die angeschlossenen Netze das Internet erreichen und von dort erreicht werden können. Aggregieren Sie soweit möglich.

0 1 2

Destination	Next Hop	Interface
`2001:b94:7:4::/64`	`::`	ppp0
`2001:b98:3:b::/64`	`::`	eth0
`2001:b98:3:c::/64`	`::`	wlan0
`::/0`	`2001:b94:7:4::1:1`	ppp0
-	-	-
-	-	-

Tabelle 6.1: Routingtabelle auf *R*

f) Argumentieren Sie, wohin Router *R* ein Paket mit der Zieladresse `fe80::9:a:ff:fef1:b477` weiterleitet.

0 1 2

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

Client *C* ist nicht IPv6-fähig. Um Kommunikation zwischen *C* und dem Internet zuzulassen, hat der Netzadministrator *R* am Interface `eth0` lediglich die IPv4-Adresse `10.1.0.10/24` zugewiesen.

g)* Mit welchem Verfahren könnte man *C* eine IPv4-Adresse aus diesem Netz automatisch zuweisen?

0 1

Auf Router *R* kann man eine DHCP Server installieren, welcher richtig konfiguriert *C* eine gültige IPv4-Adresse zuweisen kann.

Der Netzadministrator weißt nun *C* manuell die IP-Adresse `10.1.0.11/24` zu und setzt das Default-Gateway von *C* auf die IPv4-Adresse von Interface `eth0` auf *R*.

h)* Argumentieren Sie, ob *C* nun mit dem Internet kommunizieren kann.

0 1 2

C kann nicht mit dem Internet kommunizieren. *C* kann zwar mit *R* kommunizieren, jedoch gibt es keine automatische Übersetzung von IPv4 zu IPv6.Da keine IPv4-Adressen in *NET1* konfiguriert sind, ist hier nur Kommunikation via IPv6 möglich.

Lösungsvorschlag

Um einige Probleme zu lösen, versucht der Netzadministrator einen Mapping-Mechanismus von IPv4 zu IPv6 zu installieren. Dieser soll die Kommunikation zwischen für IPv4 und IPv6 konfigurierten Geräten ermöglichen. Um Client *C* vom Internet aus erreichbar zu machen, wird für Client *C* eine virtuelle IPv6-Adresse generiert. Diese besteht aus dem IPv6-Präfix des Netzes, in welchem sich *C* befindet, wobei die niederwertigen Bits gleich der IPv4-Adresse gesetzt werden.

0 1 2

i)* Geben Sie die so generierte virtuelle IPv6-Adresse von *C* an und argumentieren Sie, wieso diese Adresse sinnvoll gewählt ist. Benutzen Sie die für IPv6-Adressen übliche Notationsweise.

`2001:bc4:6:c::a01:b`
IPv6-Adresse kann direkt vom Internet geroutet werden wenn *NET2* erreichbar ist.*R* kann direkt aus der IPv6-Adresse erkennen für welche IPv4-Adresse ein ankommendes Paket addressiert ist.

Der Mapping-Mechanismus funktioniert nun und eingehende Pakete an die virtuelle IPv6-Adresse werden korrekt in IPv4-Pakete übersetzt.

0 1

j)* Ein Server *S* befindet sich im Internet. Kann *S* eine Nachricht an *C* senden?

Ja, eine Nachricht die von *S* an *C* geschickt werden soll kommt bei *C* durch das Mapping an.

0 1

k) Was muss in Router *R* passieren, damit eine bidirektionale Kommunikation zwischen *S* und *C* möglich ist?

Für eine Bi-Direktionale Kommunikation muss *R* zum Beispiel automatisch eine neue IPv4-Adresse für *S* generieren um ein Paket von *C* wieder der IPv6-Adresse von *S* zuordnen zu können.

0 1 2

l) Client *C* möchte nun einen Steuerbefehl an eine Drohne mit der IP Adresse `2001:bc4:6:b::c1a7:19f0` senden, welche per WLAN durch *NET3* mit *R* verbunden ist. Erklären Sie, zu welchen Problemen es bei der Kommunikation kommen kann und wie diese vom Netzadministrator behoben werden können. Der Drohne eine IPv4-Adresse zu geben, ist leider nicht möglich.

Da Client *C* nur mittels IPv4 kommunizieren kann, ist es nicht möglich eine IPv6-Adresse als Empfänger anzugeben.Um eine Kommunikation zu ermöglichen könnte der Administrator eine virtuelle IPv4-Adresse auf Router *R* generieren, welche durch eine Art NAT auf die IPv6-Adresse der Drohne gemapped wird.

0 1

m) Um das Problem zu lösen, legt der Administor eine Mapping-Tabelle in *R* an. Tragen Sie in Tabelle 6.2 alle Mappings ein, um eine reibungslose Kommunikation zwischen *C* und der Drohne zu ermöglichen.

IPv6-Address	IPv4-Adresse
`2001:b98:3:b::a01:b`	10.1.0.11
`2001:b98:3:c::c1a7:19f0`	193.169.25.240

Tabelle 6.2: IPv6-zu-IPv4 Mapping-Tabelle auf *R*

Lösungsvorschlag

Zusätzlicher Platz für Lösungen. Markieren Sie deutlich die Zuordnung zur jeweiligen Teilaufgabe. Vergessen Sie nicht, ungültige Lösungen zu streichen.

Lösungsvorschlag

Lösungsvorschlag