

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

IN0010, SoSe 2018

Übungsblatt 7

4. Juni – 8. Juni 2018

Hinweis: Mit * gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Lösung vorhergehender Teilaufgaben lösbar.

Aufgabe 1 Subnetting

Der GRNVS AG werden die Adressbereiche 131.159.32.0/22 und 131.159.36.0/24 zugewiesen. Für die Aufteilung dieses Adressbereichs ist die GRNVS AG selbst verantwortlich. Nach einer sorgfältigen Bedarfsanalyse ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Subnetze und die Mindestanzahl **nutzbarer** IP-Adressen:

Subnetz	NET 1	NET 2	NET 3	NET 4	NET 5
IPs	300	300	15	40	4

Bei der Erhebung dieser Zahlen wurde die an das jeweilige Router-Interface zu vergebende IP-Adresse bereits berücksichtigt.

a)* Geben Sie jeweils die erste und letzte IP-Adresse der beiden vergebenen Adressbereiche an.

- 131.159.32.0/22:
Erste IP: 131.159.32.0 (Netzadresse)
Letzte IP: 131.159.35.255 (Broadcast-Adresse)
- 131.159.36.0/24:
Erste IP: 131.159.36.0 (Netzadresse)
Letzte IP: 131.159.36.255 (Broadcast-Adresse)

b) Wie viele IP-Adressen stehen der GRNVS AG insgesamt zur Verfügung? Können alle davon zur Adressierung von Hosts verwendet werden?

- 131.159.32.0/22: $2^{32-22} = 2^{10} = 1024$ Adressen
- 131.159.36.0/24: $2^{32-24} = 2^8 = 256$ Adressen

Insgesamt stehen also $1024 + 256 = 1280$ Adressen zur Verfügung. Allerdings sind die erste (Netzadresse) und letzte Adresse (Broadcast-Adresse) eines jeden Netzes nicht zur Adressierung von Hosts nutzbar. Es stehen also zunächst maximal $1022 + 254 = 1276$ Adressen zur Hostadressierung zur Verfügung.

c)* Ist es möglich, den von den beiden Adressblöcken gebildeten Adressbereich in einem einzigen Subnetz zusammenzufassen?

Nein. Die Subnetze sind nicht gleich groß (/22 und /24) und können damit keinesfalls zusammengefasst werden, da das nächst größere Subnetz mit einem /21 Präfix in jedem Fall weitere Netze enthalten würde.

(Ein einzelnes Subnetz hat als Größe immer eine Zweierpotenz, wir bräuchten hier aber eines mit $1024 + 256 = 1280$ Adressen.)

Achtung: Das obige Kriterium ist nur notwendig, nicht hinreichend! Zwei gleich große Subnetze können auch nur dann zusammengefasst werden, wenn sie aufeinander folgen **und** sich im nächst größeren Subnetz zusammen fassen lassen. (Letzteres Kriterium ist gleichbedeutend mit einem gemeinsamen Vaterknoten der beiden Subnetze, wenn man sich den Adressraum als Binärbaum vorstellt.)

d)* Teilen Sie nun die beiden Adressbereiche gemäß der Bedarfsanalyse auf, so dass Subnetze der passenden Größe entstehen. Gehen Sie mit den Adressen so sparsam wie möglich um. Es soll am Ende ein

möglichst großer zusammenhängender Adressbereich für zukünftige Nutzung frei bleiben. Für jedes Subnetz ist anzugeben:

- die Größe des Subnetzes
- die Anzahl nutzbarer Adressen
- das Subnetz in Präfixschreibweise
- die Subnetzmaske in Dotted-Decimal-Notation
- die Netz- und Broadcastadresse

Um die Vorgaben zu erfüllen, müssen wir die Subnetze gemäß ihrer Größe in absteigender Reihenfolge bearbeiten. Andernfalls könnten wir die folgende Situation erhalten:

- An Netz 3 wird der Adressbereich 131.159.36.0/27 vergeben.
- Vergibt man nun aber an Netz 4 den Bereich 131.159.36.32/26, macht man einen Fehler. Um dies zu verstehen, muss man sich die Binärschreibweise der Netzadresse und Subnetz-Maske ansehen:
131.159. 36.0010 0000 (IP)
255.255.255.1100 0000 (Subnetz-Maske)
Eine UND-Verknüpfung beider Zeilen ergibt, dass die IP-Adresse 131.159.36.32 in das Subnetz 131.159.36.0/26 fällt!
- Wir müssten also den Bereich 131.159.36.64/26 an Netz 4 vergeben. Dann allerdings entstünde eine Lücke zwischen Netz 3 und Netz 4.
- Vergibt man die Adressen gemäß der Größe der Subnetze in absteigender Reihenfolge, umgeht man das Problem. Dieses Vorgehen könnte natürlich wieder anderen Kriterien widersprechen – beispielsweise der Vergabe zusammenhängender Adressblöcke an einzelne Niederlassungen.

Subnetz	NET 1	NET 2	NET 3	NET 4	NET 5
Bedarf	300	300	15	40	4
Größe	512	512	32	64	8
Nutzbar	510	510	30	62	6
Präfixnotation	131.159.32.0/23	131.159.34.0/23	131.159.36.64/27	131.159.36.0/26	131.159.36.96/29
Subnetzmaske	255.255.254.0	255.255.254.0	255.255.255.224	255.255.255.192	255.255.255.248
Netzadresse	131.159.32.0	131.159.34.0	131.159.36.64	131.159.36.0	131.159.36.96
Broadcast	131.159.33.255	131.159.35.255	131.159.36.95	131.159.36.63	131.159.36.103

Aufgabe 2 Statisches Routing

Wir betrachten die Netztopologie des Unternehmens *GRNVS AG*, welche in Abbildung 1 dargestellt ist. Es soll die Erreichbarkeit der Subnetze NET1-3 untereinander sowie mit dem Internet sichergestellt werden.

Die Router R1 und R2 sollen jeweils die höchste nutzbare IP-Adresse in den jeweiligen Subnetzen erhalten. Zur Verbindung zwischen den Routern stehen Transportnetze mit jeweils nur zwei nutzbaren Adressen zur Verfügung. Der Router mit dem lexikographisch kleineren Namen (z. B. R1 < R2) soll hier die niedrigere IP-Adresse erhalten.

Der Gateway der *GRNVS AG* sei über sein öffentliches Interface ppp0 mit dem Internet verbunden. Sein Default Gateway sei 93.221.23.1.

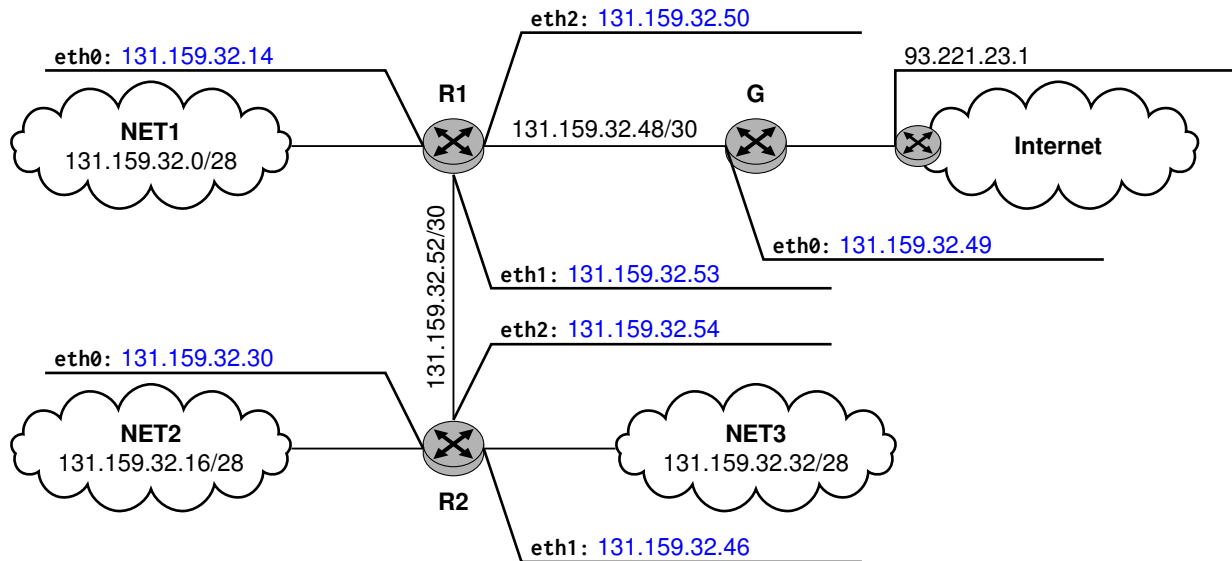


Abbildung 1: Netztopologie und IPv4-Adressierung

a)* Weisen Sie jedem Interface der Router R1, R2 und G jeweils eine IPv4-Adresse zu (Router G nur Interface eth0). Tragen Sie die Adressen direkt in Abbildung 1 ein.

Siehe Abbildung 1.

Die Routingtabelle von R2 sei wie folgt gegeben:

Destination	Next Hop	Iface
131.159.32.52/30	0.0.0.0	eth2
131.159.32.16/28	0.0.0.0	eth0
131.159.32.32/28	0.0.0.0	eth1
0.0.0.0/0	131.159.32.53	eth2

Tabelle 1: Routing-Tabelle von R2

Der Eintrag 0.0.0.0 in der Spalte „Next Hop“ bedeutet, dass kein Gateway benötigt wird (Netz ist direkt angeschlossen). Die letzte Zeile ist der Eintrag für den sog. *Default-Gateway*. Dorthin werden Pakete an all diejenigen Netze weitergeleitet, für die keine bessere Route bekannt ist.

b) Geben Sie die Routingtabellen der Router R1 und G an. Fassen Sie dabei einzelne Routen soweit möglich zusammen und sortieren Sie die Einträge absteigend in der Länge des Präfixes.

Destination	Next Hop	Iface
131.159.32.48/30	0.0.0.0	eth2
131.159.32.52/30	0.0.0.0	eth1
131.159.32.0/28	0.0.0.0	eth0
131.159.32.16/28	131.159.32.54	eth1
131.159.32.32/28	131.159.32.54	eth1
0.0.0.0/0	131.159.32.49	eth2

Routing-Tabelle von R1

Destination	Next Hop	Iface
131.159.32.48/30	0.0.0.0	eth0
131.159.32.52/30	131.159.32.50	eth0
131.159.32.32/28	131.159.32.50	eth0
131.159.32.0/27	131.159.32.50	eth0
0.0.0.0/0	93.221.23.1	ppp0

Routing-Tabelle von G

c)* Weswegen benötigt Router G nicht notwendiger Weise eine Route ins Transportnetz 131.159.32.52/30?

Router G benötigt diese Route nur dann, wenn er Ziele innerhalb dieses Transportnetzes erreichen muss. Dies ist aber (gemäß der Aufgabenstellung) nicht erforderlich. Auf die Erreichbarkeit der Subnetze NET2 und NET3 hat dies keinen Einfluss!

Die Leitung der GRNVS AG hat 2015 beschlossen, nun endlich mit der Migration auf IPv6 zu beginnen. Die zusätzliche IPv6-Adressierung ist in Abbildung 2 dargestellt.

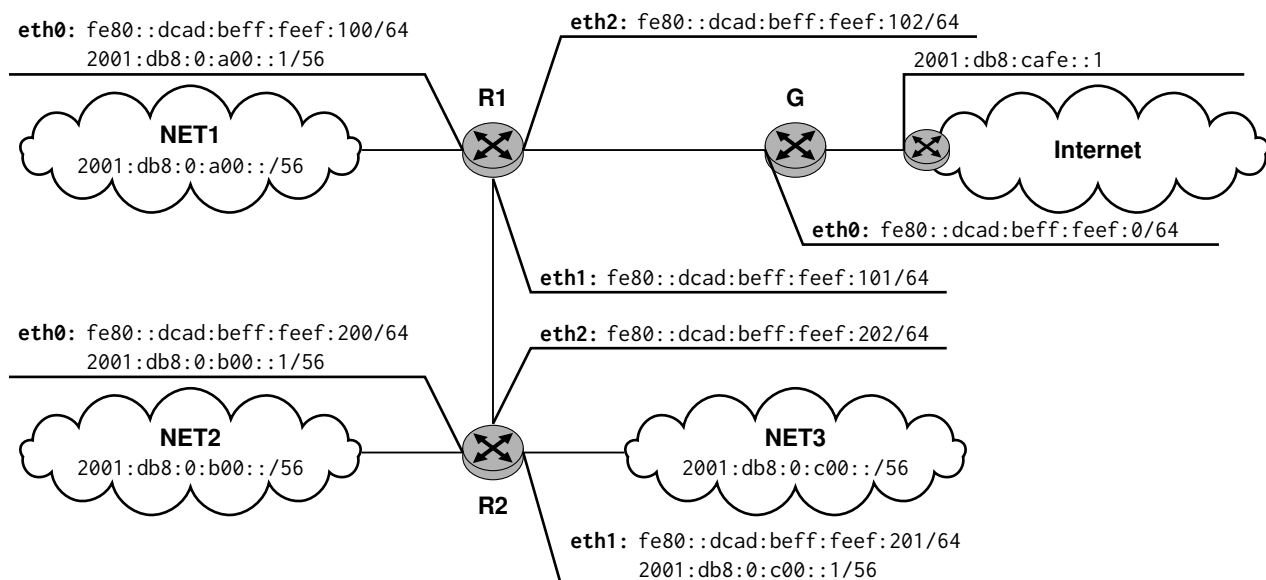


Abbildung 2: Netztopologie und IPv6-Adressierung

d)* Was ist der Unterschied zwischen den beiden IPv6-Adressen fe80::dcad:beff:feef:201/64 und 2001:db8:0:c00::1/56 an Interface eth1 von R2?

Bei fe80::dcad:beff:feef:201/64 handelt es sich um eine Link-Local Adresse, die mittels SLAAC zugewiesen wurde. 2001:db8:0:c00::1/56 ist hingegen eine Global-Unique Adresse.

e)* Geben Sie die erste und letzte Adresse des Subnetzes an, zu dem die Adresse fe80::dcad:beff:feef:201/64 gehört.

fe80:: – fe80::ffff:ffff:ffff:ffff

f) In welchem Subnetz befinden sich demnach die Link-Local Adressen der übrigen Geräte aus Abbildung 2?

Alle im selben – nämlich fe80::/64.

g) Stellt es ein Problem dar, dass das Subnetz fe80::/64 offenbar mehrfach vergeben ist?

Nein, da Link-Local Adressen ohnehin nur im lokalen Subnetz (scope link) Gültigkeit haben und niemals geroutet

werden.

h) Der Default-Gateway von G sei `2001:db8:cafe::1` und über sein externes Interface `ppp0` erreichbar. Stellen Sie für Router G die IPv6 Routing-Tabelle auf. Fassen Sie dazu wieder Einträge soweit wie möglich zusammen und sortieren Sie die Einträge absteigend in der Länge des Präfixes.

Destination	Next Hop	Iface
<code>fe80::/64</code>	<code>::</code>	<code>eth0</code>
<code>2001:db8:0:c00::/56</code>	<code>fe80::dcad:bef:f:feef:102</code>	<code>eth0</code>
<code>2001:db8:0:a00::/55</code>	<code>fe80::dcad:bef:f:feef:102</code>	<code>eth0</code>
<code>::/0</code>	<code>2001:db8:cafe::1</code>	<code>ppp0</code>

IPv6 Routing-Tabelle von G

Aufgabe 3 Drahtthai (Hausaufgabe)

Hinweis: Klausuraufgabe Endterm 2015

Gegeben sei der in Abbildung 3 dargestellte Hexdump in Network-Byte-Order eines Ethernet-Rahmens, welcher im Folgenden analysiert werden soll.

```

0x0000  d0 e1 40 97 ec ea 00 0d 2e 00 40 01 08 00 45 00
0x0010  00 38 00 00 00 00 f1 01 8c 2b 3e 9a 59 2e ac 13
0x0020  f9 bd 0b 00 bf 50 00 00 00 00 45 00 00 3c 15 b2
0x0030  00 00 01 11 ea 81 ac 13 f9 bd 81 bb 91 f1 d4 0f
0x0040  82 be 00 28 de b8
  
```

Abbildung 3 zeigt einen Hexdump eines Ethernet-Rahmens. Die ersten 14 Bytes (0x0000 bis 0x000f) bilden den Ethernet-Header. Die Bytes 0x0010 bis 0x001f bilden den IPv4-Header. Die Bytes 0x0020 bis 0x002f bilden den ICMPv4-Header. Die Bytes 0x0030 bis 0x003f bilden den UDP-Header. Die Bytes 0x0040 bis 0x004f bilden den Datenbereich.

Abbildung 3: Hexdump eines Ethernet-Rahmens in Network-Byte-Order

Hinweis: Zur Lösung der Aufgabe sind Informationen aus dem Cheatsheet notwendig.

a)* Markieren Sie in Abbildung 3 Beginn und Ende des Ethernet-Headers.

b) Begründen Sie, welches Protokoll auf Schicht 3 verwendet wird.

EtherType 0x0800 steht für IPv4.

c) Bestimmen Sie die Länge des Headers auf Schicht 3 (Begründung) und markieren Sie dessen Ende in Abbildung 3.

Bei IPv4 ist die Headerlänge als Vielfaches von 4 B im unteren Nibble des ersten Bytes (IHL) kodiert.

Konkret: $0x45 \rightarrow 0x5 = 20 \text{ B}$.

d) Geben Sie – sofern im Paket enthalten – TTL bzw. HopCount in dezimaler **und** hexadezimaler Schreibweise an.

TTL ist $0xf1 = 241$

e) Begründen Sie, zu welchem Protokoll die L3-SDU gehört.

Protokollnummer ist $0x01 = \text{ICMPv4}$.

Gegeben sei die in Abbildung 4 dargestellte SDU der Schicht 3 **eines anderen Pakets**. Es sei bekannt, dass es sich hierbei um ICMPv4 handelt.

```

0x0000  0b 00 bf 50 00 00 00 00 45 00 00 3c 15 c6 00 00
0x0010  01 11 ea 6d ac 13 f9 bd 81 bb 91 f1 ec 38 82 c4
0x0020  00 28 c6 89
  
```

Abbildung 4 zeigt eine ICMP-Nachricht inklusive ICMP-Header in Network-Byte-Order. Die ersten 4 Bytes (0x0000 bis 0x0003) bilden den ICMPv4-Header. Die Bytes 0x0004 bis 0x000f bilden den IPv4-Header. Die Bytes 0x0010 bis 0x001f bilden den UDP-Header. Die Bytes 0x0020 bis 0x0023 bilden den Datenbereich.

Abbildung 4: ICMP-Nachricht inklusive ICMP-Header in Network-Byte-Order

f)* Bestimmen Sie Typ und Code der ICMP-Nachricht.

Time Exceeded / TTL expired in transit

g) Wodurch wird eine solche Nachricht hervorgerufen?

Wenn ein Router ein Paket mit TTL=1 (bzw. bei IPv6 mit HopCount 1) erhält, welches weitergeleitet werden soll, so wird dieses verworfen und stattdessen ein Time Exceeded / TTL expired in transit an den ursprünglichen

Absender des verworfenen Pakets zurückgeschickt.

h)* Markieren Sie das Ende des ICMP-Headers in Abbildung 4.

i) Erläutern Sie, was die Payload einer solchen Nachricht grundsätzlich enthält.

Die Payload enthält den IP-Header sowie die ersten 8 B der L3-SDU desjenigen Pakets, welches die ICMP TTL Exceeded Nachricht ausgelöst hat.