

Eexam

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 / Hausaufgabe 9
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Datum: Dienstag, 30. Juni 2020
Uhrzeit: 14:00 – 23:59

Bearbeitungshinweise

- Die erreichbare Gesamtpunktzahl beträgt 38 Punkte.
- Bitte geben Sie bis spätestens Montag, den **29. Juni um 23:59 CEST** über TUMexam ab.
Bitte haben Sie Verständnis, wenn das Abgabesystem noch nicht reibungslos funktioniert. Wir arbeiten daran!
- Ihren **persönlichen** Link zur Abgabe finden Sie auf Moodle. Geben Sie diesen **nicht** weiter.
- Bitte haben Sie Verständnis, falls die Abgabeseite zeitweilig nicht erreichbar ist.

Bitte nehmen Sie die Hausaufgaben dennoch ernst:

- Neben der Einübung des Vorlesungsstoffs und der Klausurvorbereitung dienen die Hausaufgaben auch dazu, den Ablauf der Midterm zu erproben.
- Finden Sie einen für sich selbst praktikablen und effizienten Weg, die Hausaufgaben zu bearbeiten. Hinweise hierzu haben wir auf https://grnvs.net.in.tum.de/homework_submission_details.pdf für Sie zusammengestellt.

Hörsaal verlassen von _____ bis _____ / Vorzeitige Abgabe um _____

Aufgabe 1 Statisches Routing (16 Punkte)

Wir betrachten die Netztopologie des Unternehmens *TUMexam AG*, welche in Abbildung 1.1 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 *TUMexam AG* sei über sein öffentliches Interface ppp0 mit dem Internet verbunden. Sein Default Gateway sei 93.221.23.1.

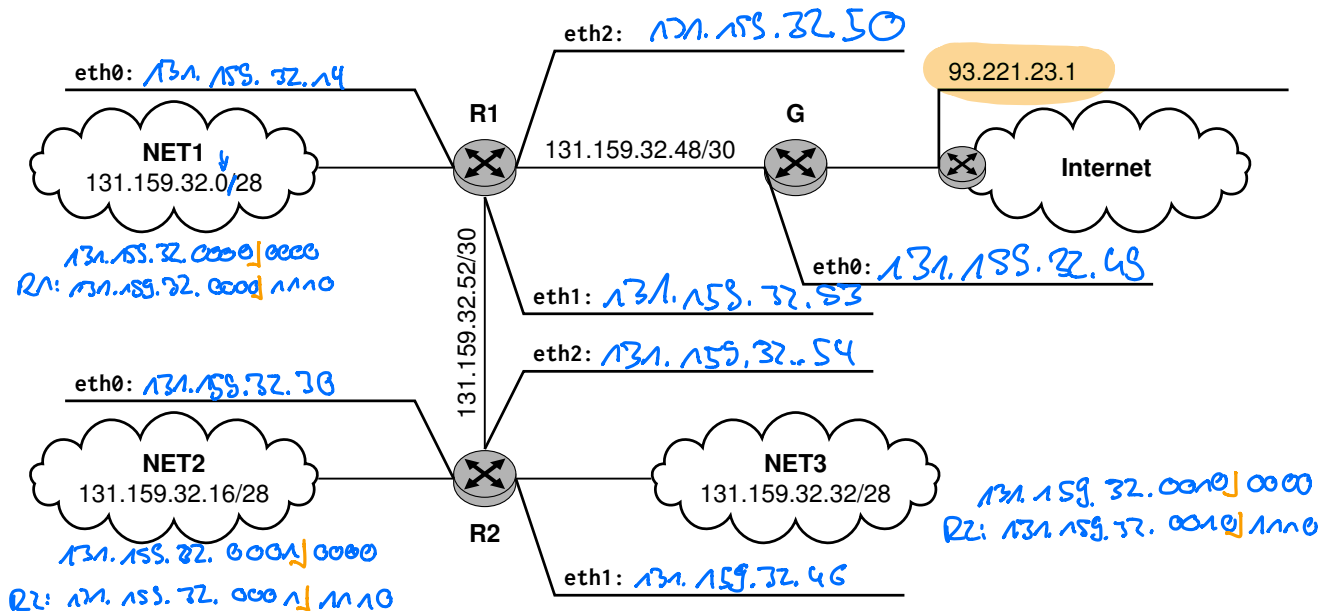


Abbildung 1.1: Netztopologie und IPv4-Adressierung

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 1.1 ein.

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 1.1: 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.

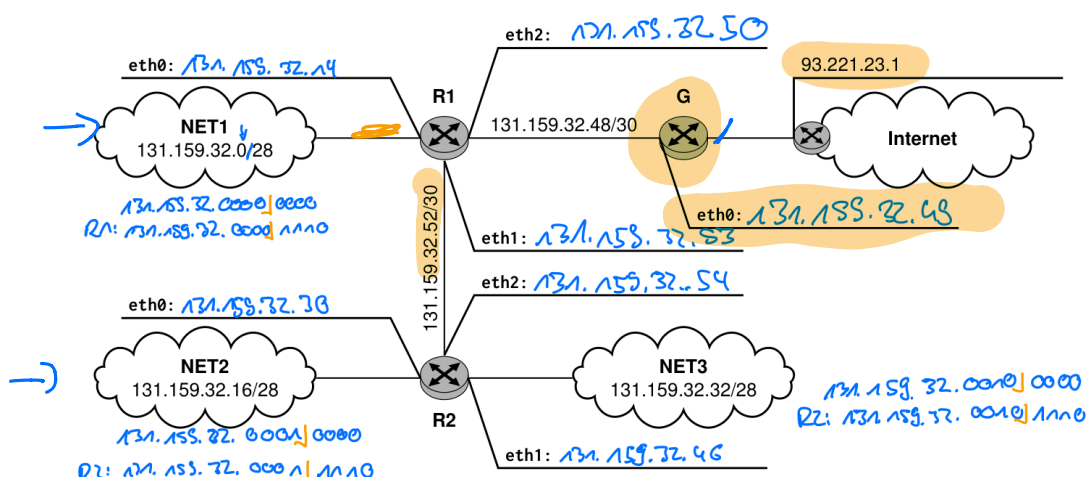


Abbildung 1.1: Netztopologie und IPv4-Adressierung

IP-Adressen zusammenfassen:

- ① Länge der Subnetmaske gleich
- ② Schreib IPs dürfen sich nur im letzten bit unterscheiden.

$$\begin{array}{l} 131.159.32.0/28 \\ 131.159.32.16/28 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} & 8\text{bit} & & 16\text{bit} & & 24\text{bit} & & 4\text{bit} & & 128 \\ & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 131.159.32.0000 & | & 0000 \\ 131.159.32.0001 & | & 0000 \end{array} \\ 131.159.32.000 | 00000 /27 \\ \Rightarrow 131.159.32.0/27 \end{array}$$

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
MET1: 131.159.32.0/28	0.0.0.0	eth0
MET2: 131.159.32.16/28	131.159.32.54	eth1
MET3: 131.159.32.32/28	131.159.32.54	eth1
0.0.0.0/0	131.159.32.49	eth2

Routing-Tabelle von R1

Die Subnetze 131.159.32.16/28 und 131.159.32.32/28 sind zusammenfassen, aber sie unterschiedliche Next Hop, weshalb die Einträge nicht zusammengefasst werden können

Destination	Next Hop	Iface
131.159.32.48/30	0.0.0.0	eth0
131.159.32.52/30	131.159.32.50	eth0
131.159.32.0/27	131.159.32.50	eth0
131.159.32.16/28	131.159.32.50	eth0
131.159.32.32/28	131.159.32.50	eth0
0.0.0.0/0	93.221.25.1	ppp0

Routing-Tabelle von G

MET1
MET2
MET3

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

Da nach Aufgabenstellung nicht gefragt ist, dass R1, R2 direkt adressierbar sein müssen.

Die Leitung der TUMexam AG hat 2015 beschlossen, nun endlich mit der Migration auf IPv6 zu beginnen. Die zusätzliche IPv6-Adressierung ist in Abbildung 1.2 dargestellt.

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

fe80::/64 Link Local Adresse, die mittels SLAAC auto konfiguriert werden. 2001:db8:0:c00::1/56 ist eine global unique Adresse.

verwandelt

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

fe80::dcad:bfff:feef:201/64
fe80::0:0:0:0/64
linke Adresse: fe80::
größte Adresse: fe80::ffff:ffff:ffff:ffff
fe80::1

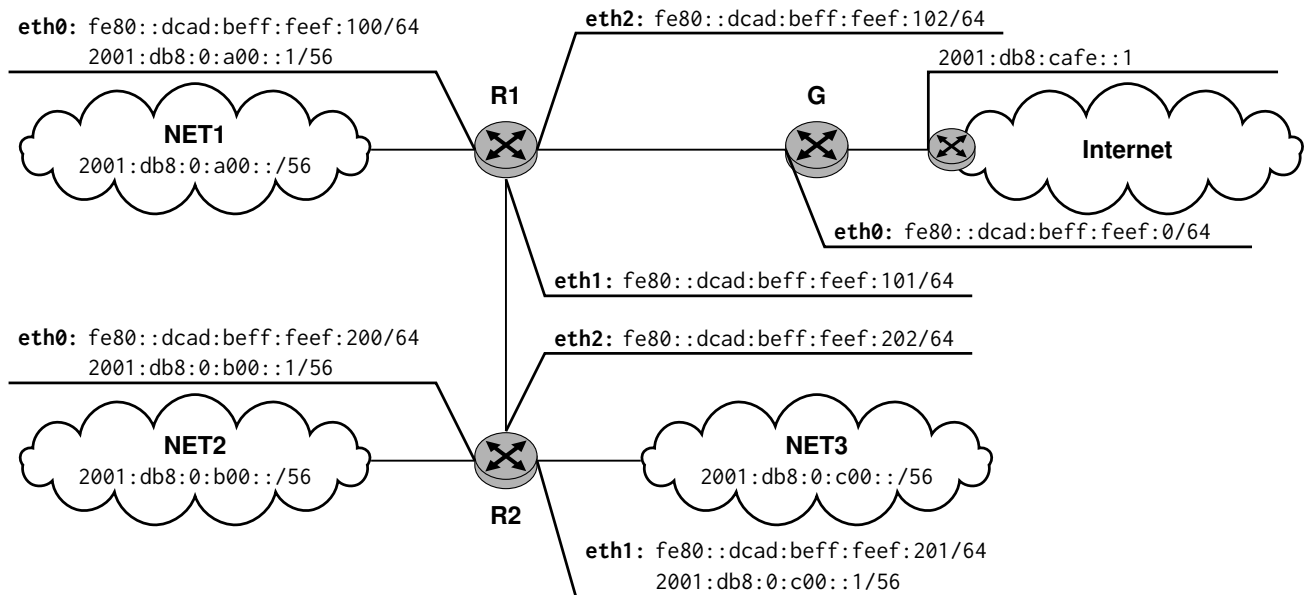


Abbildung 1.2: Netztopologie und IPv6-Adressierung

f) In welchem Subnetz befinden sich demnach die Link-Local Adressen der übrigen Geräte aus Abbildung 1.2?

Befinden sich alle in gleichen Subnetz `fe80::/64`

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

Nein, da es sich bei `fe80::/64` um Link Local Adressen handelt, die nicht 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

IPv6 Routing-Tabelle von G

Aufgabe 2 Distanz-Vektor-Routing (22 Punkte)

Gegeben sei die in Abbildung 2.1 dargestellte Topologie mit den vier Routern A bis D. Die Linkkosten sind jeweils an den Kanten angegeben. Wir notieren die Routingtabellen in Kurzform als Vektor $[(x_A, y_A), \dots, (x_D, y_D)]$. Die Tupel (x, y) geben dabei die Kosten sowie den Next-Hop zum Ziel an.

Zum Beispiel geht der kürzeste Pfad von A nach B über B mit Kosten 2, von A nach C über C mit Kosten 1 und von A nach D über C mit Kosten 2. Router erreichen sich selbst per Definition mit Kosten 0. Das ergibt für Router A dann die Routingtabelle $[(0, A) (2, B) (1, C) (2, C)]$ (die Position innerhalb des Vektors gibt das jeweilige Ziel an). Zu Beginn seien die Routingtabellen noch leer, d. h. die Router kennen noch nicht einmal ihre direkten Nachbarn. Dies wird durch die Schreibweise $(/, /)$ angedeutet. Sich selbst erreichen die Router natürlich mit Kosten 0.

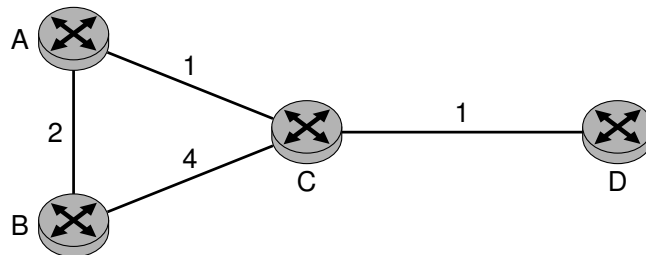


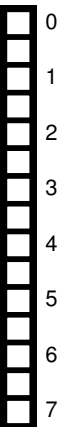
Abbildung 2.1: Netztopologie (Aufgabe 3)

Die Router beginnen nun damit, in periodischen Zeitabständen ihre Distanz-Vektoren mit ihren direkten Nachbarn auszutauschen. Dabei schickt beispielsweise Router B ein Update an Router C, welches lediglich die Distanz zum jeweiligen Ziel enthält (nicht aber den Next-Hop). Wenn nun Router A ein solches Update von B erhält und darin eine Route zu D finden würde, so wüsste A, dass er D über B erreicht. Die Kosten zu D entsprechen dann den Kosten zu B zuzüglich der Kosten, mit denen B das Ziel erreichen kann.

Im Folgenden wollen wir dieses Verhalten untersuchen. Da das Ergebnis allerdings davon abhängt, in welcher Reihenfolge Updates ausgetauscht werden, treffen wir die idealisierte Annahme, dass alle Router exakt zeitgleich ihre Updates verschicken.

a)* Geben Sie gemäß obiger Definitionen die Routingtabellen aller vier Router in den folgenden Schritten an. Brechen Sie ab, sobald ein konvergenter Zustand erreicht ist.

Schritt	Router A	Router B
0	$[(0, A) (/, /) (/, /) (/, /)]$	$[(/, /) (0, B) (/, /) (/, /)]$
1	$[(0, A), (2, B), (1, C), (/, /)]$	$[(2, A), (0, B), (4, C), (/, /)]$
2	$[(0, A), (2, B), (1, C), (2, D)]$	$[(2, A), (0, B), (3, A), (5, C)]$
3	$[(0, A), (2, B), (1, C), (2, D)]$	$[(2, A), (0, B), (3, A), (4, A)]$
Schritt	Router C	Router D
0	$[(/, /), (/, /), (0, C), (/, /)]$	$[(/, /), (/, /), (/, /), (0, D)]$
1	$[(1, A), (4, B), (0, C), (1, C)]$	$[(1, A), (/, /), (1, C), (0, D)]$
2	$[(1, A), (3, A), (0, C), (1, C)]$	$[(2, C), (5, A), (1, C), (0, D)]$
3	$[(1, A), (3, A), (0, C), (1, C)]$	$[(2, C), (4, C), (1, C), (0, D)]$



0 ☐

1 ☐

b) Welcher (Graph-)Algorithmus findet hier Verwendung?

Verteilte Implementierung des Bellman-Ford Algorithmus.

Nun fällt die Verbindung zwischen den Knoten C und D aus. Die Knoten C und D bemerken dies und setzen die entsprechenden Pfadkosten auf unendlich.

0 ☐

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

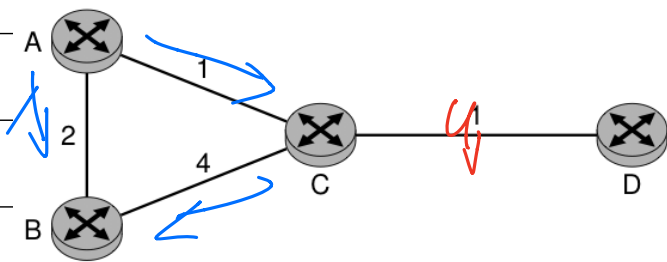
5 ☐

6 ☐

7 ☐

8 ☐

c) Was passiert in den folgenden Schritten, in denen die aktiven Knoten weiter ihre Distanzvektoren austauschen? Geben Sie nach jedem Schritt die Distanztabellen an, bis das weitere Ergebnis klar ist.

Schritt	Router A	Router B
4	$[(0,A), (2,B), (1,C), (2,C)]$	$[(2,A), (0,B), (7,A), (4,A)]$
5	$[(0,A), (2,B), (1,C), (6,B)]$	$[(2,A), (0,B), (3,A), (4,A)]$
6	$[..., (4,C)]$	$[..., (7,C)]$
7	$(8,C)$	$(6,A)$
		
Schritt	Router C	Router D
4	$[(1,A), (3,A), (0,C), (1,)]$	$[(4,1), (4,1), (4,1), (0,D)]$
5	$[(1,A), (3,A), (0,C), (3,A)]$	$[(4,1), (4,1), (4,1), (0,D)]$
6	$[..., (7,A)]$	$[(4,1), (4,1), (4,1), (0,D)]$
7	$(5,A)$	$[(4,1), (4,1), (4,1), (0,D)]$
		$[(4,1), (4,1), (4,1), (0,D)]$
	Count-to-Infinity Problem	

d)* In der Vorlesung wurden **Split Horizon**, **Triggered Updates** und **Path Vector** als mögliche Gegenmaßnahmen für das Count-to-Infinity-Problem genannt. Erläutern Sie in der Gruppe die Funktionsweise dieser Verfahren.

Split-Horizon:
Routen werden nicht über das Interface beworben, über das sie erhalten wurden
⇒ Löst das Problem hier nicht, da Ring topologie der Router leben.

Triggered Updates:

Sobald Änderungen der Routen im Netzwerk erkannt werden, werden eigene Updates versendet
⇒ Löst Count-to-Infinity Problem nicht! Das Hop Limit (Reset) wird schneller erreicht.
⇒ Kurzzeitig große Auslastung des Netzwerks durch Routing updates

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

Path Vector

In jedem Update wird der komplette Pfad einer Route mitgesendet.

+ Löst das Count-to-Infinity Problem

- Große Path updates

