

Exam

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 8
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

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

Bearbeitungshinweise

- Die erreichbare Gesamtpunktzahl beträgt 63.5 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 Subnetting (Hausaufgabe) (24.5 Punkte)

Der TUMexam AG werden die Adressbereiche 131.159.32.0/22 und 131.159.36.0/24 zugewiesen. Für die Aufteilung dieses Adressbereichs ist die TUMexam 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.

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

- Subnetz 131.159.32.0/22:
Erste Adresse: 131.159.32.1
(Netzadresse)
(Broadcast)
Letzte Adresse: 131.159.35.255
- Subnetz 131.159.36.0/24:
Erste Adresse: 131.159.36.0
(Netzadresse)
(Broadcast)
Letzte Adresse: 131.159.36.255

(Hier ist nicht noch nutzbare Adressen gefragt)

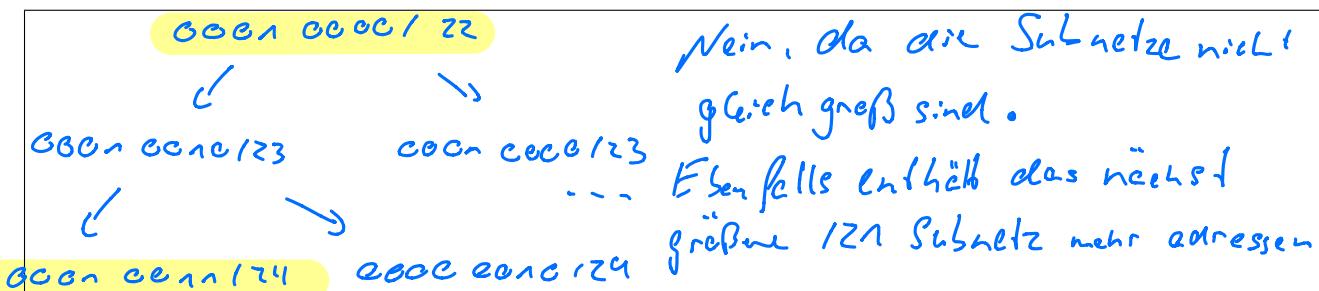
131.159.32.0
↓ Dezimal → Binär
131.159.00010000.0000 0000
↓ Bits der Dezen. ID auf 1 setzen
131.159.0001.0000.0000 1111
↓ Binär → Dezimal
131.159.35.255

- 0 b) Wie viele IP-Adressen stehen der TUMexam 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

Davon stehen $1024 + 256 = 1280$ Adressen zur Verfügung.
Da jedoch jeweils die erste (Netzadresse) und die letzte (Broadcast) nicht verwendet werden können, sind $1022 + 254 = 1276$ Adressen tatsächlich nutzbar.

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



Zwei Subnetze können nur zusammengefasst werden, wenn diese in eben gezeichneten Baum den gleichen Elternknoten besitzen.

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

Subnetz	NET 1	NET 2	NET 3
Bedarf	300	300	15
Größe	512	512	32
Nutzbar	510	510	30
Präfixnotation	131.159.32.0/23	131.159.34.0/23	131.159.36.64/27
Subnetzmaske	255.255.254.0	255.255.254.0	255.255.255.224
Netzadresse	131.159.32.0	131.159.34.0	131.159.36.64
Broadcast	131.159.33.255	131.159.35.255	131.159.36.95

Subnetz	NET 4	NET 5
Bedarf	48	5
Größe	64	8
Nutzbar	62	6
Präfixnotation	131.159.36.0/26	131.159.36.80/29
Subnetzmaske	255.255.255.192	255.255.255.248
Netzadresse	131.159.36.0	131.159.36.96
Broadcast	131.159.36.63	131.159.36.103

Mögliche Aufteilung für Addressbereich Z:

Netze sollten der Größe nach absteigend sortiert verteilt werden. Semt kann es passieren, dass Adressbereiche nicht zusammenhängend sind.

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Aufgabe 2 IPv6 & Supernetting (8 Punkte)

Der TUMexam AG wurden nun die IPv6 Adressbereiche 2001:0db8:0001:000d:0000:0000:0000:0000/64 (NET1) und 2001:0db8:0001:000e:0000:0000:0000:0000/64 (NET2) zugeteilt.

- 0 a)* Geben Sie die in NET1 enthaltenen IPv6 Adresse 2001:0db8:0001:000d:0000:0000:0000:0000 in kompakter Schreibweise an.

1 ① führende Nullen weglassen
② größten konsekutiven 2er Block durch :: abkürzen

Dann: 2001:0db8:1:0:0:f0::

- 0 b)* Wieviele Adressen enthält jedes Präfix?

$$2^{128-64} = 2^{64} \approx 18,4 \text{ Trilliarden}$$

- 0 c) Wie oft kann der gesamte IPv4 Adressbereich (0.0.0.0/0) in NET1 abgebildet werden?

1 IPv4 Adressbereich: 2^{32} Adressen

$$\Rightarrow 2^{128-64}/2^{32} = 2^{128-64-32} = 2^{32} \approx 4,2 \text{ Milliarden}$$

- 0 d)* Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit 2 Subnetze aggregiert werden können?

1 ① Die Präfixlänge muss gleich sein
2 ② Die Netze müssen benachbart sein (Adressen liegen auf
3 einem der
③ Es muss eine valide Prefixmaske existieren, die sich
von den beiden Netzadressen nur im letzten Bit unterscheidet

- 0 e)* Können die beiden Subnetze NET1 und NET2 in ein /63 Subnetz aggregiert werden?

$$d_{10} = 1101_2 \quad e_{10} = 1110_2$$

1 Da sich die beiden Netzadressen nicht nur im letzten Bit unterscheiden können diese nicht zusammengefasst werden.

Aufgabe 3 Neighbor Discovery Protocol und IP-Fragmentierung bei IPv6 (31 Punkte)

In Abbildung 3.1 ist eine Anordnung von Netzkomponenten mit ihren MAC-Adressen dargestellt. PC1 und PC2 seien mittels SLAAC sowohl Link-Local (LL) als auch Global-Unique (GU) Adressen zugewiesen. Für letztere werde das Präfix 2001:db8:1::/64 (PC1/R1) bzw. 2001:db8:2::/64 (PC2/R2) verwendet.

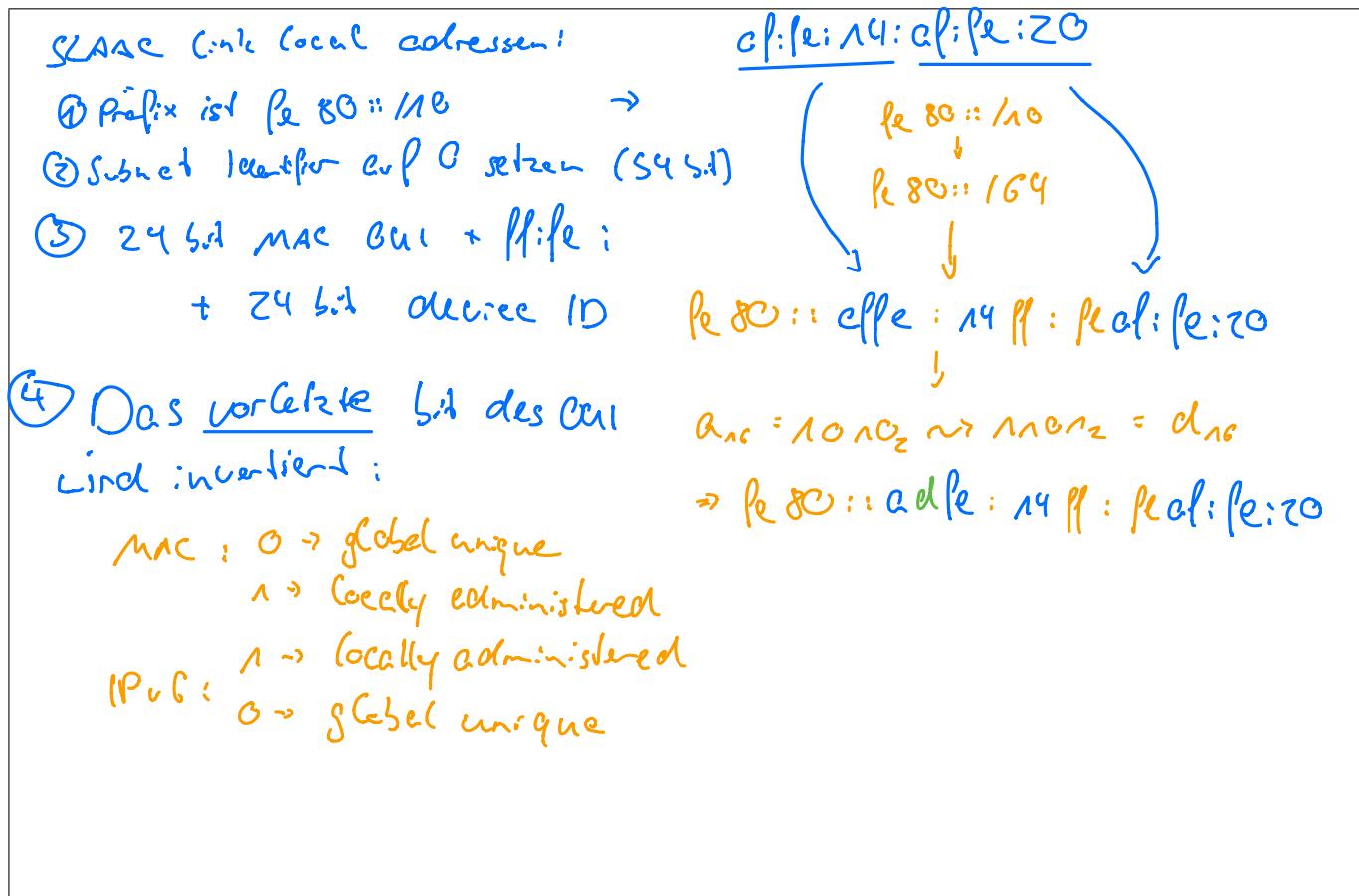
PC1 sendet ein IP-Paket mit 1400 B Nutzdaten an PC2. Die MTU auf dem WAN-Link zwischen R1 und R2 betrage 1280 B¹. Innerhalb der lokalen Netzwerke gelte die für Ethernet übliche MTU von 1500 B.



Abbildung 3.1: Netztopologie

Zunächst soll die Adressvergabe mittels SLAAC nachvollzogen werden.

a)* Bestimmen Sie die Link-Local Adressen aller Interfaces.



¹Dies entspricht der minimalen MTU, die laut RFC 2460 Schicht 2 für IPv6 unterstützen muss.

- 0 b) Bestimmen Sie die Global-Unique Adressen von PC1 und PC2. Nehmen Sie dazu an, dass Router R1 mit dem Präfix 2001:db8:1::/64 und Router R2 mit 2001:db8:2::/64 konfiguriert ist.

1
2 Cennen wie bei Link Local Adressen, nur dass das Präfix des Routers, welches die Advertisements versendet, benutzt werden.

PC1: cl:fe:14:ef:fe:20 → 2001:db8:1:: e0fe:14ff:feaf:fe:20

PC2: cl:fe:14:ef:fe:25 → 2001:db8:2:: e0fe:14ff:feaf:fe:25

- 0 c)* An welcher Stelle im Netzwerk wird die Fragmentierung stattfinden?

1 Bei PC1, da IPv6 Fragmentierung nur beim Sender unterstützt.
2

- 0 d)* In wie viele Fragmente muss das Paket mindestens aufgeteilt werden?

1 • IPv6 Header: 4B
2 • Fragment Header: 8B (Annahme: keine weiteren Extension Header)

$$N = \lceil \frac{1400B}{1280B - 40B - 8B} \rceil = 2$$

- 0 e) Bestimmen Sie die Größe der L3-SDU für jedes Fragment.

1 Pre Fregment stehen 1280B - 40B - 8B = 1232B zur Verfügung
2 Das ist ein Vielfaches von 8B, damit als Fragmentlänge nutzbar
 $|F_1| = 1232B$ (Vielfache von 8B vgl. IPv4)
 $|F_2| = 1400B - 1232B = 168B$

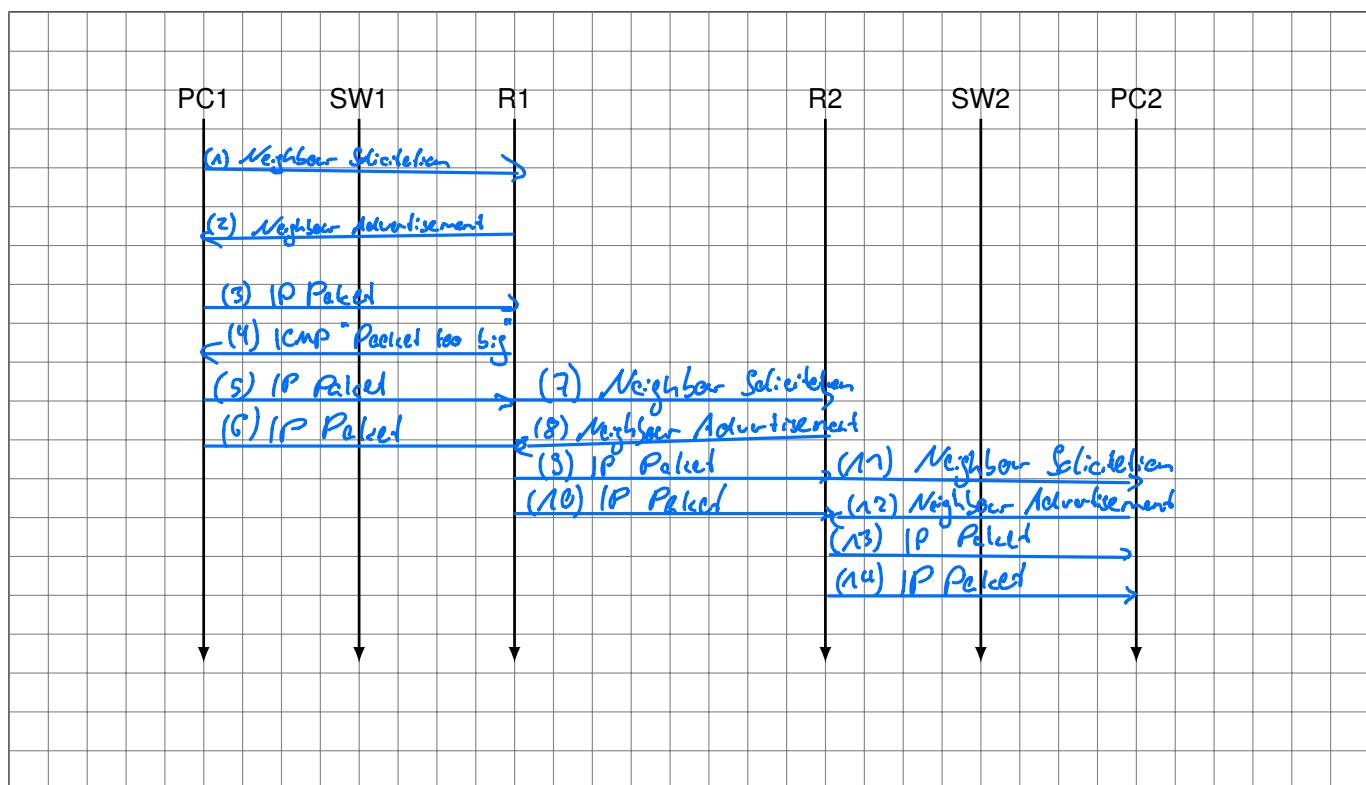
- 0 f)* Begründen Sie, an welcher Stelle im Netzwerk werden die Fragmente reassembliert werden.

1 Bei PC2. I.A. nur bei dem Empfänger

- g) Skizzieren Sie ein einfaches Weg-Zeit-Diagramm, welches **alle Rahmen** berücksichtigt, die auf den jeweiligen Verbindungen übertragen werden müssen. **Nennen Sie die Art der ausgetauschten Rahmen und geben Sie den Rahmen Nummern (1,2,3,...).** (Das Diagramm muss nicht maßstabsgetreu sein. Serialisierungszeiten und Ausbreitungsverzögerungen sind zu vernachlässigen.)

Gehen Sie davon aus, dass derzeit keinerlei Mappings zwischen IP- und MAC-Adressen gecached sind.

Nummerieren Sie die einzelnen Pakete Spaltenweise (Spalte \triangleq Bereich z. B. zwischen R1 und R2).



- h) Bestimmen Sie die Destination-MAC-Adresse des ersten übertragenen Rahmens.

Solicited Node Address:
 ↳ Präfix: ff02::1:ff00:0/104
 ↳ Letzte 24 Bits sind die letzten 3 Octette der Ziel IP:
 ff02::1:ffaf:fe21
Abgeleitete MAC: 33:33:ff:af:fe:21

Am Ende dieses Übungsblatts finden Sie Vordrucke für Ethernet-Header, ICMPv6 und IP-Header (mehr als benötigt). Es ist nicht notwendig, den Header binär auszufüllen. Achten Sie lediglich darauf, dass Sie die Zahlenbasis deutlich kennzeichnen, z. B. 0x10 für hexadezimal oder 63₍₁₀₎ für dezimal.

- i) Füllen Sie für die ersten beiden Rahmen aus Teilaufgabe g) jeweils einen Ethernet- und einen IP-Header sowie die passende Payload aus. Beschriften Sie die gestrichelte Box neben dem jeweiligen Header/Paket mit der jeweiligen Rahmennummer.

Hinweis: Nutzen Sie den Cheatsheet zum bestimmen der Werte (z. B. Next Header). Sollte ein Wert nicht eindeutig bestimmt sein, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.

- j) Füllen Sie pro Pfadabschnitt (z. B. zwischen R1 und R2) für das jeweils erste fragmentierte Paket jeweils einen Ethernet- und einen IP-Header aus. Beschriften Sie die gestrichelte Box neben dem jeweiligen Header/Paket mit der jeweiligen Rahmennummer.

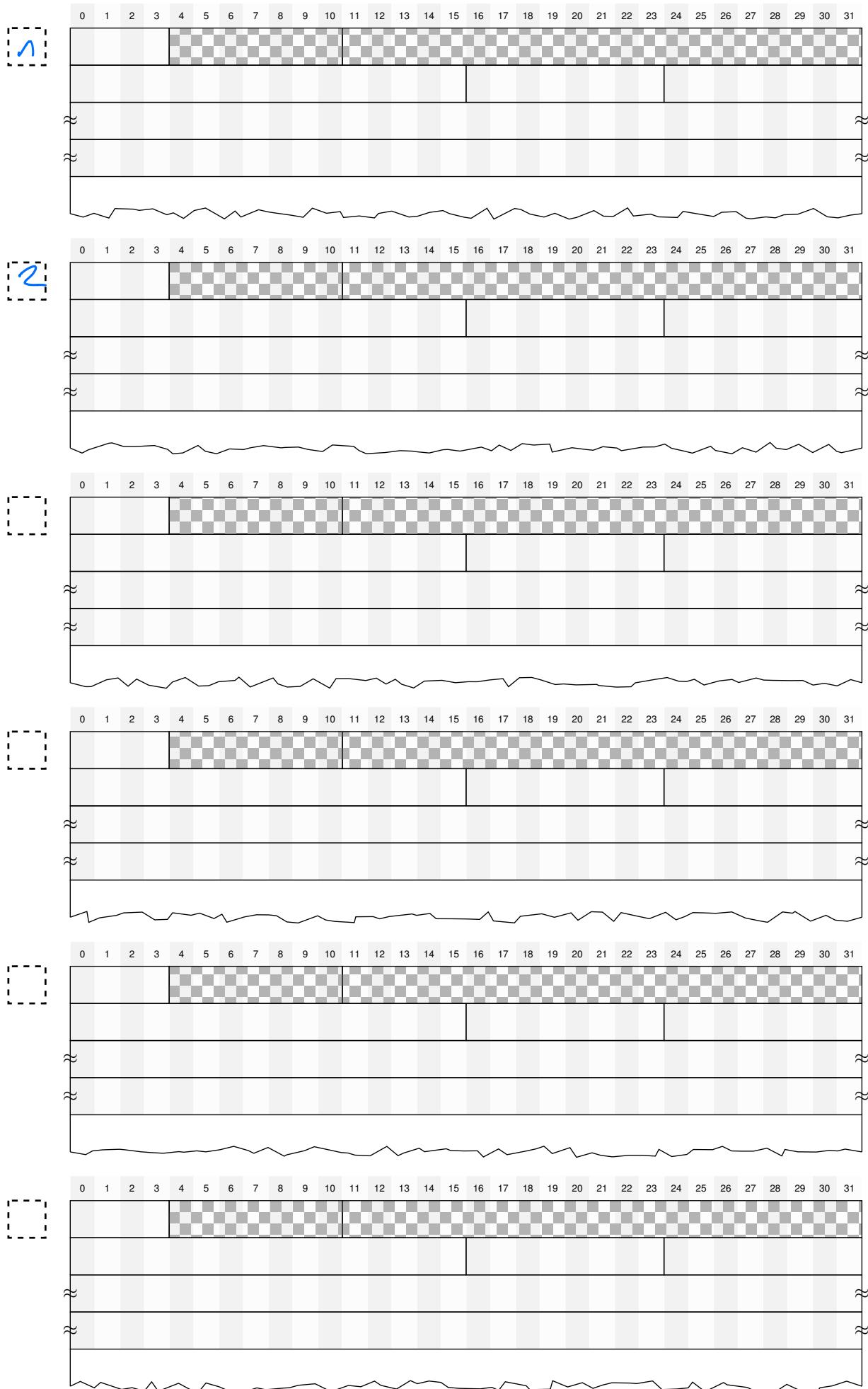
Hinweis: Nutzen Sie den Cheatsheet zum bestimmen der Werte (z. B. Next Header). Sollte ein Wert nicht eindeutig bestimmt sein, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.

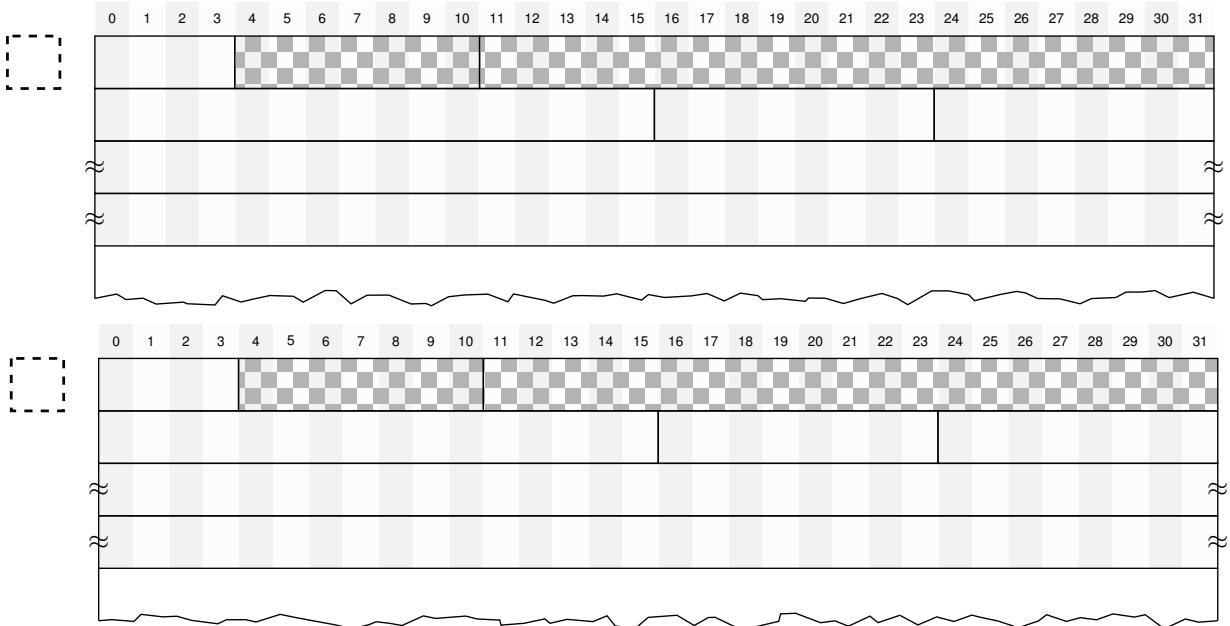
Vordrucke für Protokoll-Header:

Ethernet-Frames

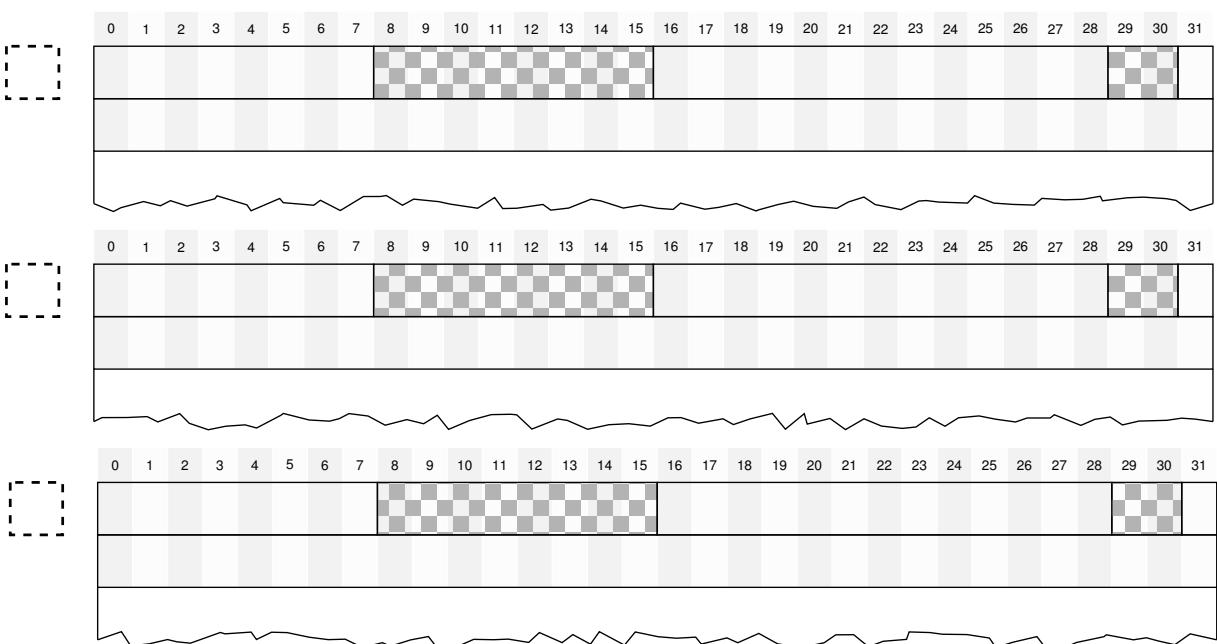
1			Payload	FCS
2			Payload	FCS
5			Payload	FCS
5			Payload	FCS
13			Payload	FCS
			Payload	FCS

IPv6 Header

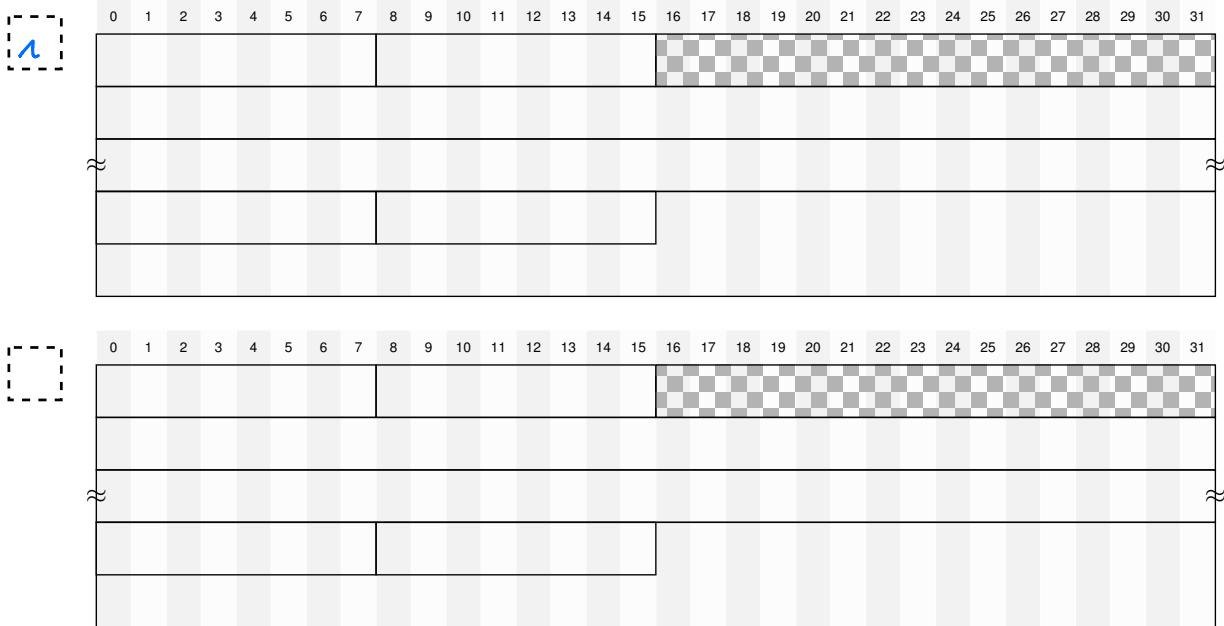




IPv6 Fragment Header



ICMPv6 Neighbor Solicitation



ICMPv6 Neighbor Advertisement

