

# Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

IN0010, SoSe 2019

## Übungsblatt 8

24. Juni – 28. Juni 2018

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

### Aufgabe 1 Statisches Routing

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

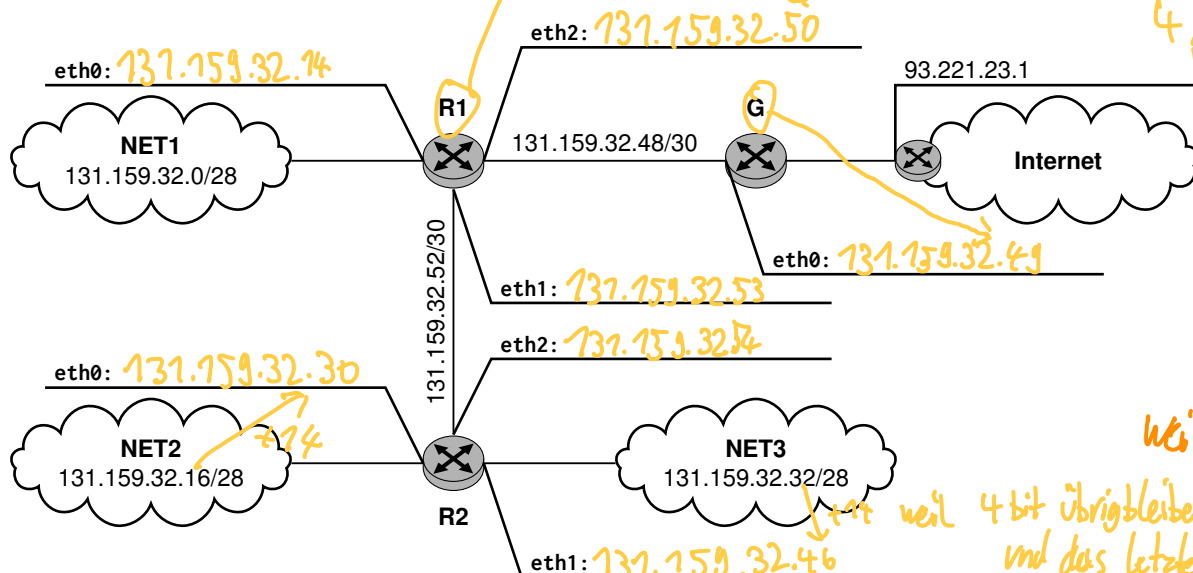


Abbildung 1: Netztopologie und IPv4-Adressierung

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.

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

Unterschiede von Routing und Forwarding:

edx.org

Routing: Update von den Tabellen

Forwarding: das wirklich weiterleiten von Daten.

Voraussetzungen um Subnetze zusammen zu fassen

Präfixlänge, verbunden

Funktionsweise des EUI-64 Algorithmus und Zweck

Erstellt eine IPv6 Adresse aus Mac-Adressen

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.

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

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

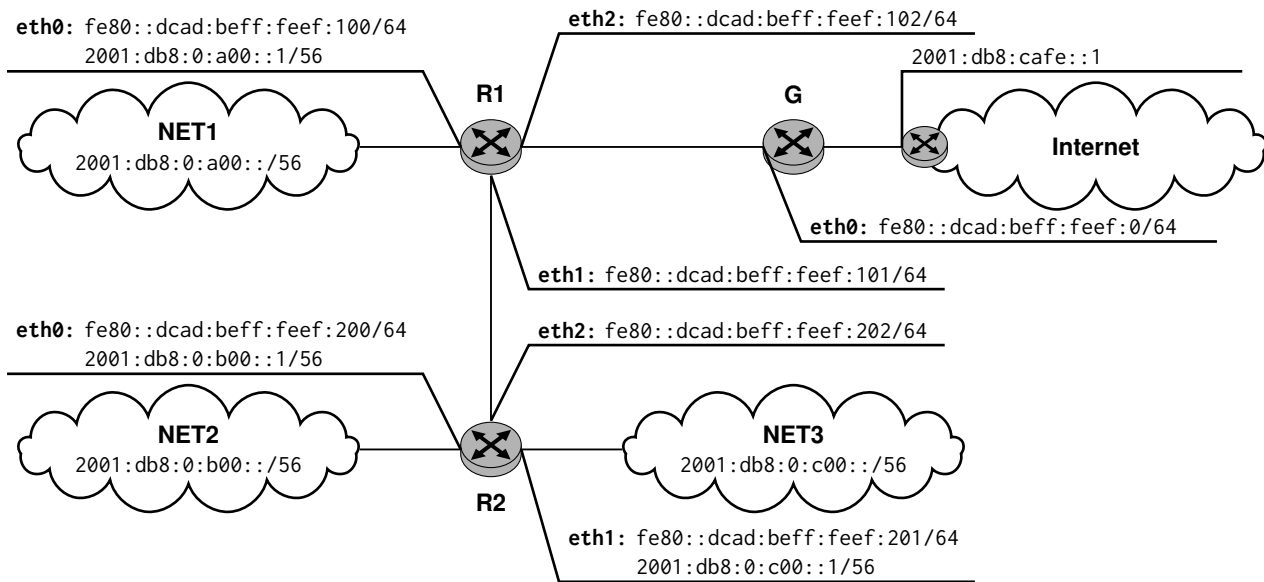


Abbildung 2: Netztopologie und IPv6-Adressierung

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?

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

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

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

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.

## b) Routing Tabelle R1

Destination	Next Hop	Interface
131.159.52/30	0.0.0.0	eth 1
131.159.48/30	0.0.0.0	eth 2
131.159.32.0/28	0.0.0.0	eth 0
131.159.32.16/28	131.159.32.54	eth 1
131.159.32.32/28	131.159.32.54	eth 1
0.0.0.0	131.159.32.49	eth 2

## Routing Tabelle G

Destination	Next Hop	Interface
131.159.32.48/30	0.0.0.0	eth 0
131.159.32.32.52/30	131.159.32.50	eth 0
131.159.32.32/28	131.159.32.50	eth 0
zusammengefasst: <sup>hierher</sup> ↓	131.159.32.50	eth 0
131.159.32.32/27	131.159.32.50	eth 0
0.0.0.0	93.221.23.1	ppp0

e) fe80::0:0:0:dead:beef:feef::/64

Kleinste Adresse: fe80::

größte Adresse: ffff:ffff:ffff:ffff in IPv6 ist das nicht die Broadcast address

## h) Routing Tabelle G

Destination Address	Next Hop	Interface
fe80::/64	::	eth 0
2001:db8:0:100::56	fe80:dead:beef:feef::102	eth 0
" :55	"	eth 0
::/0	2001:db8:cafe::1	ppp0

## Aufgabe 2 Neighbor Discovery Protocol und IP-Fragmentierung bei IPv6

In Abbildung 3 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  $1280\text{ B}^1$ . Innerhalb der lokalen Netzwerke gelte die für Ethernet übliche MTU von  $1500\text{ B}$ .

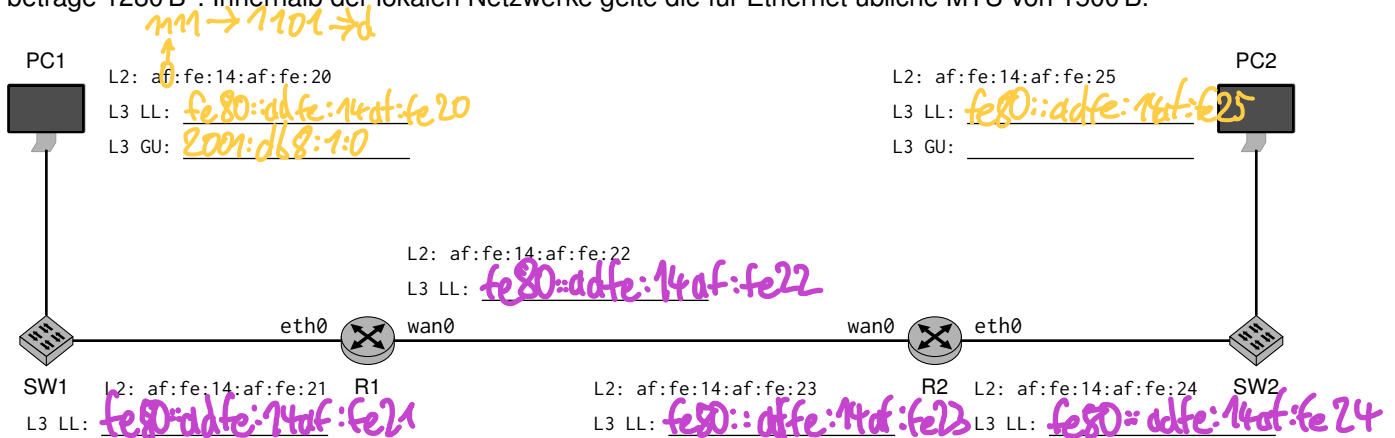


Abbildung 3: Netztopologie

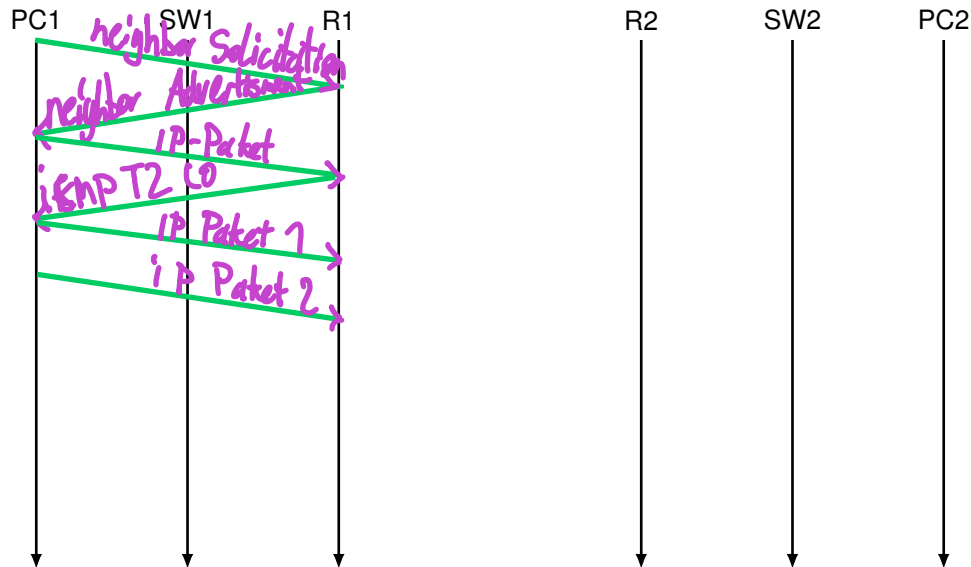
Zunächst soll die Adressvergabe mittels SLAAC nachvollzogen werden

- Bestimmen Sie die Link-Local Adressen aller Interfaces.
- 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.
- An welcher Stelle im Netzwerk wird die Fragmentierung stattfinden? *in IPv6 kann nur der Sender fragmentieren*
- In wie viele Fragmente muss das Paket mindestens aufgeteilt werden? *2*
- Bestimmen Sie die Größe der L3-SDU für jedes Fragment. *IPv6 Header 40 B plus 8 Bit Fragment Header*
- An welcher Stelle im Netzwerk werden die Fragmente reassembliert? *1280 B - 48 B = 1232 B, 1632 B im 2. Paket nur beim Empfänger*
- 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  $\hat{=}$  Bereich z. B. zwischen R1 und R2).

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



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

53:33 Broadcast.

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.

### Aufgabe 3 IPv6 & Supernetting (Hausaufgabe)

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

a)\* Geben Sie die in NET1 enthalten IPv6 Adresse  $2001:0db8:0001:000d:0000:00f0:0000:0000$  in kompakter Schreibweise an.

b)\* Wieviele Adressen enthält jedes Präfix?

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

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

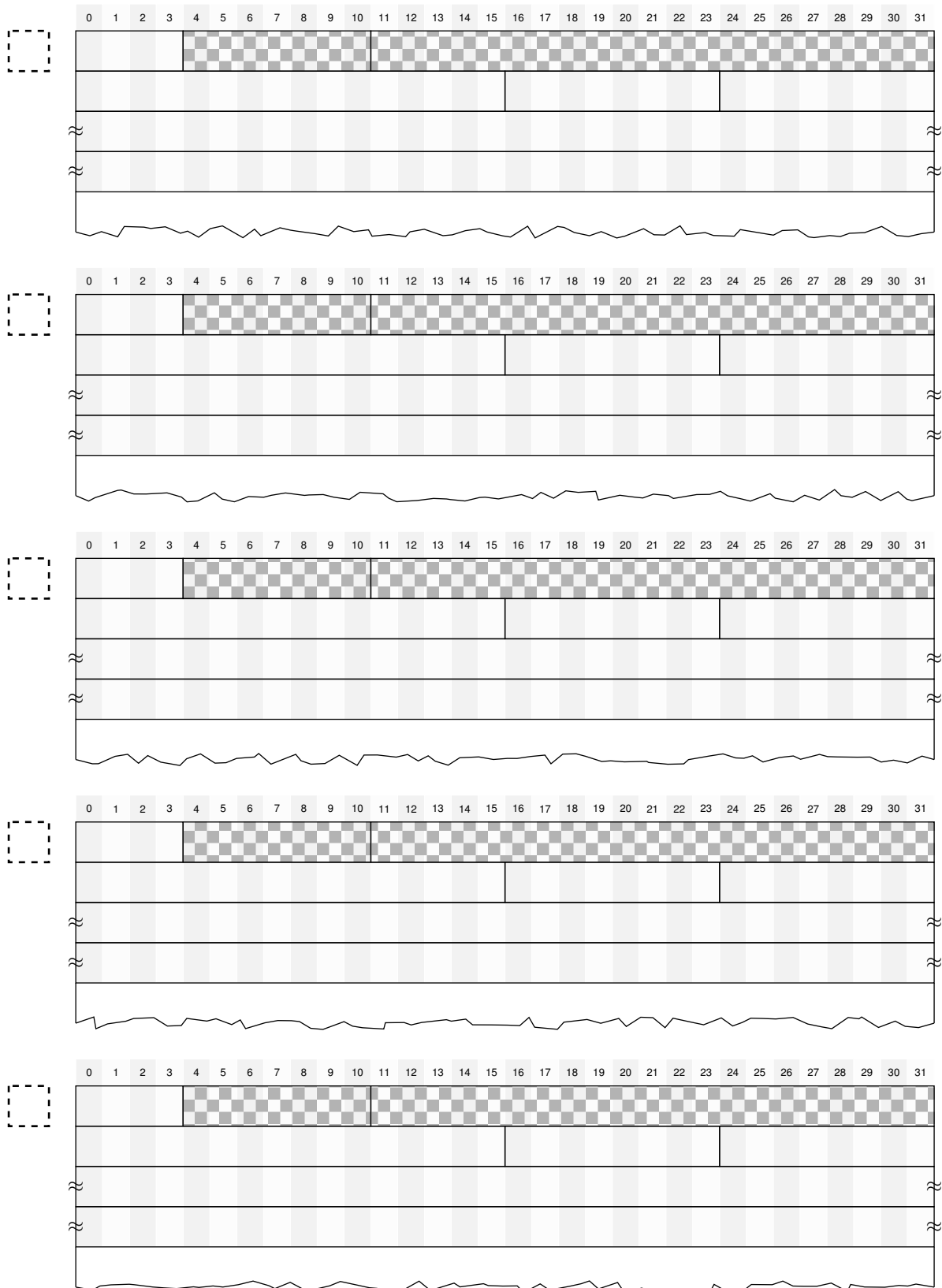
e)\* Können die beiden Subnetze NET1 und NET2 in ein /63 Subnetz aggregiert werden?

## Vordrucke für Protokoll-Header:

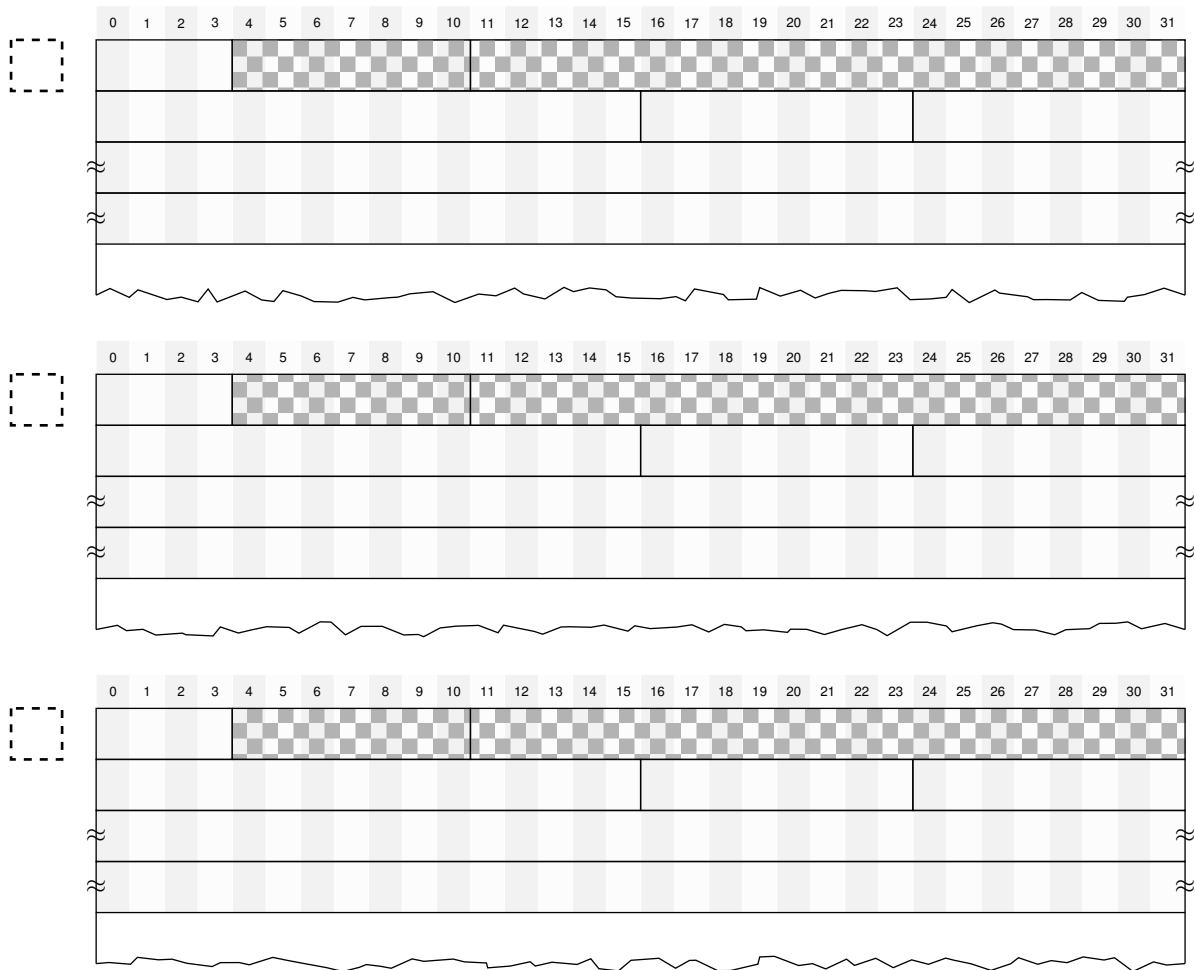
### Ethernet-Frames

<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS
<input type="checkbox"/>				Payload	FCS

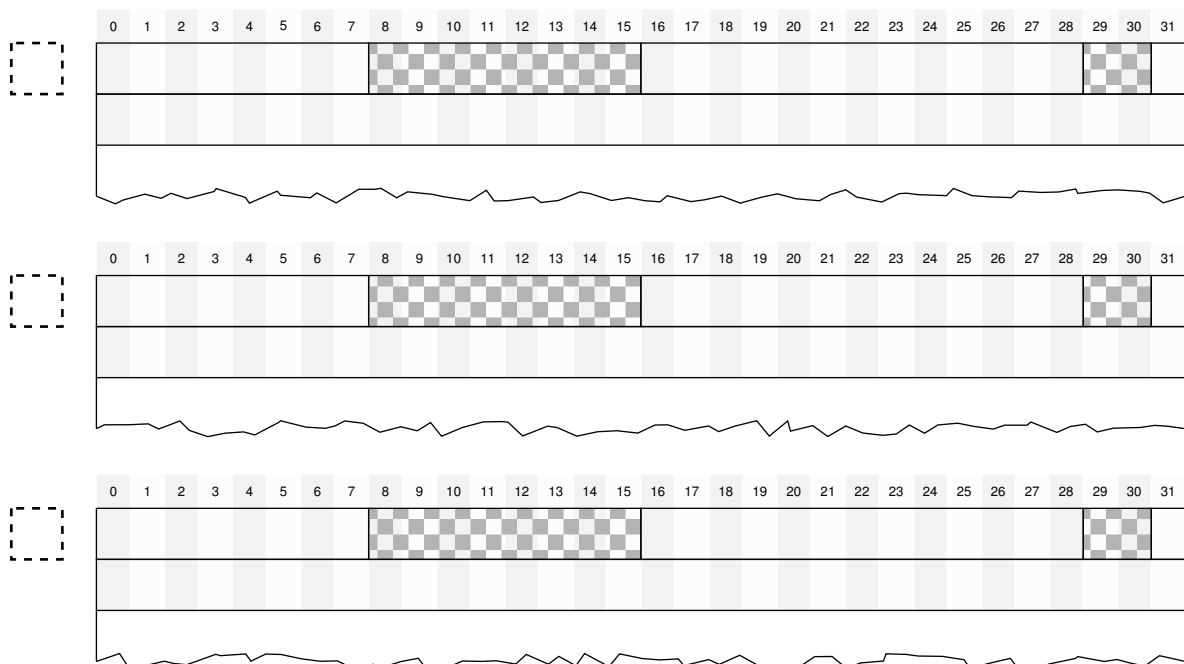
## IPv6 Header



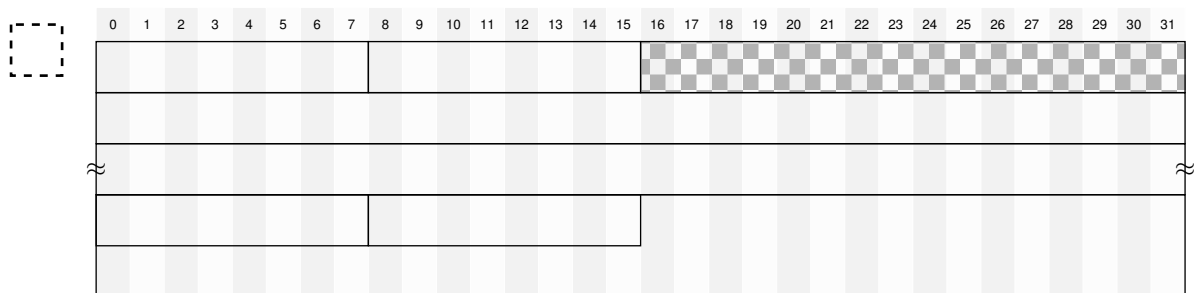
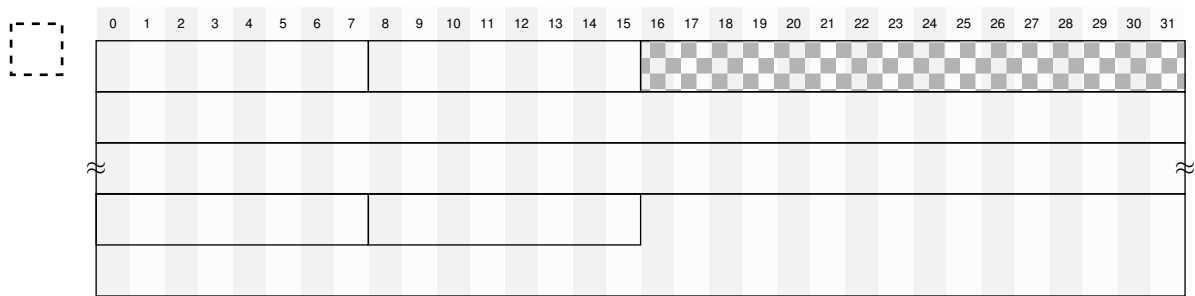




## IPv6 Fragment Header



## ICMPv6 Neighbor Solicitation



## ICMPv6 Neighbor Advertisement

