

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme (IN0010)

Übungsblatt 8

16. Juni – 20. Juni 2026

Aufgabe 1 SLAAC & Das Neighbor Discovery Protocol

Abbildung 1.1 zeigt ein kleines Direktverbindungsnetz mit einem PC und einem Server und den jeweiligen MAC-Adressen. Allen Interfaces seien mittels SLAAC sowohl Link-Local (LL) als auch Global-Unique (GU) Adressen zugewiesen.

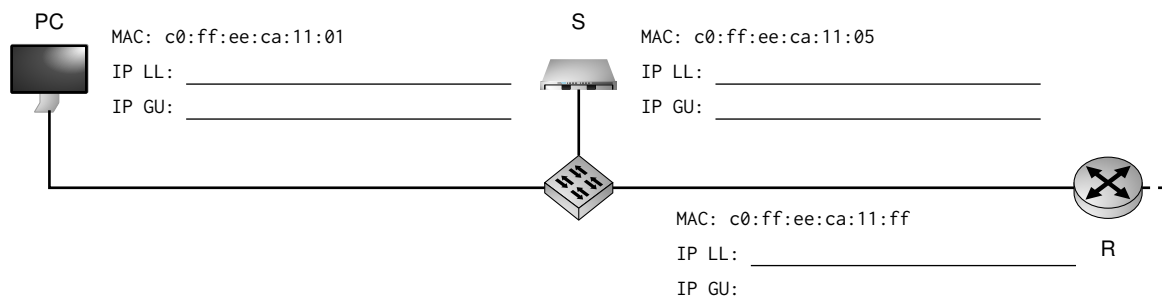


Abbildung 1.1: Netztopologie

Zunächst soll die Adressvergabe mittels SLAAC nachvollzogen werden.

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

b) Bestimmen Sie die Global-Unique-Adressen aller Interfaces. Nehmen Sie dazu an, dass Router R mit dem Präfix 2001:db8:ff::/64 konfiguriert ist und die Teilnehmer im Netz mittels *Router Advertisements* über das Präfix informiert.

c) Bestimmen Sie die Destination-MAC-Adresse der vom PC gesendeten *Neighbor Solicitation*.

--

Hinweis: Es ist nicht notwendig, die Header binär auszufüllen. Achten Sie aber darauf, dass Sie die Zahlenbasis deutlich kennzeichnen, z. B. $0x10$ für hexadezimal oder $63_{(10)}$ für dezimal. Die Namen der Headerfelder und einige konstante Werte sind auf dem Cheatsheet abgedruckt.

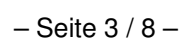
The diagram illustrates the structure of a packet, divided into several fields:

- Header Fields:**
 - Traffic Class:** A field spanning 4 bits (bits 0-3).
 - Flow Label:** A field spanning 28 bits (bits 4-31).
- Checksum:** A field spanning 16 bits (bits 0-15).

The packet is represented as a sequence of bits, with the first 32 bits (0-31) shown in a row. The fields are defined by their bit ranges:

- Traffic Class:** Bits 0-3.
- Flow Label:** Bits 4-31.
- Checksum:** Bits 0-15.

e) Füllen Sie nun für das Neighbor Advertisement die Ethernet-, IPv6- und Neighbor-Advertisement-Header aus.



Aufgabe 2 Fragmentierung bei IPv6

In Abbildung 2.1 ist eine Anordnung von Netzkomponenten mit ihren MAC- und IP-Adressen dargestellt. Alle Adressen wurden mit SLAAC zugewiesen. Die Global-Unique-Adressen (GU) seien aus dem jeweiligen Präfix des Netzwerks abgeleitet. PC1 und PC2 nutzen die jeweiligen Router als Default Gateway. PC1 sendet ein IPv6-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.

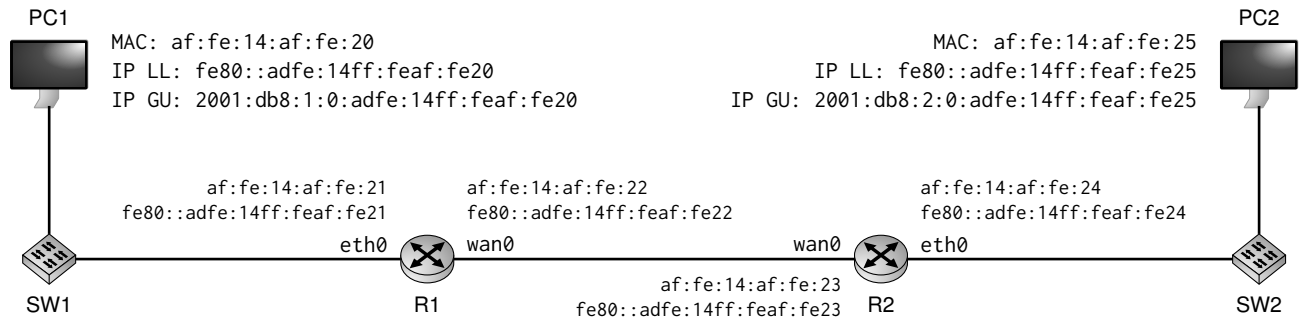


Abbildung 2.1: Netztopologie

a)* An welcher Stelle im Netzwerk wird die Fragmentierung stattfinden?

b)* In wie viele Fragmente muss das Paket mindestens aufgeteilt werden?

c)* Begründen Sie, an welcher Stelle im Netzwerk die Fragmente reassembliert werden.

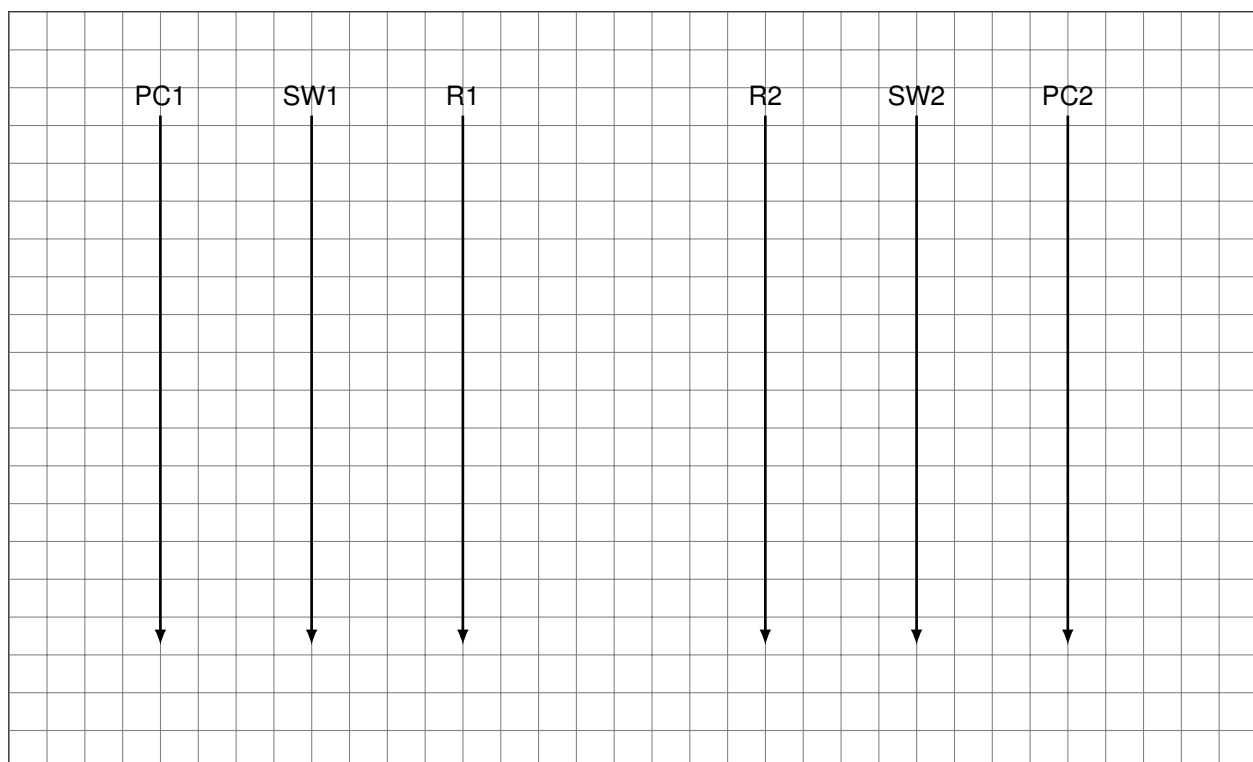
¹ Dies entspricht der minimalen MTU, die Schicht 2 laut RFC 2460 für IPv6 unterstützen muss.

d)* Vervollständigen Sie folgende Tabelle mit Informationen zu dem Paket bzw. den Fragmenten.

Fragment	Fragment Nutzdaten in Bytes	Payload Length	Fragment Offset in Bytes	Fragment Offset im Header	More Fragments Flag
Paket von PC1					
Fragment 1					
Fragment 2					

e) 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 nummerieren Sie die Rahmen spaltenweise. 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.



f) Geben Sie für jede *Neighbor Solicitation*, die Sie im Diagramm eingetragen haben, an, für welche IP-Adresse bzw. welches Interface die MAC-Adresse angefragt wurde.

g) Füllen Sie für das erste **fragmentierte** IP-Paket, das von PC1 gesendet wird, den Ethernet- und IP-Header inkl. Extension-Header aus.

Hinweis: Es ist nicht notwendig, die Header binär auszufüllen. Achten Sie aber darauf, dass Sie die Zahlenbasis deutlich kennzeichnen, z. B. $0x10$ für hexadezimal oder $63_{(10)}$ für dezimal. Die Namen der Headerfelder und einige konstante Werte sind auf dem Cheatsheet abgedruckt. Falls ein Wert nicht vorgegeben ist, treffen Sie eine sinnvolle Wahl.

		Payload	FCS
--	--	---------	-----

Traffic Class	Flow Label

Reserved		Res.

h) Begründen Sie, welche Headerfelder sich beim zweiten Fragment im Vergleich zum ersten Fragment ändern bzw. nicht ändern dürfen.

i) Begründen Sie, welche Headerfelder sich beim ersten Fragment im Rahmen der Weiterleitung ändern bzw. nicht ändern dürfen.

j) Fassen Sie die Unterschiede bei der Fragmentierung mit IPv4 und IPv6 zusammen.

k) **Übung:** Füllen Sie die Header für das **zweite Fragment** zwischen PC1 und R1 aus.

			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

	Traffic Class	Flow Label

	Reserved	Res.

l) **Übung:** Füllen Sie die Header für das **erste Fragment** zwischen R1 und R2 aus.

			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

	Traffic Class	Flow Label

	Reserved	Res.

m) **Übung:** Füllen Sie die Header für das **erste Fragment** zwischen R2 und PC2 aus.

			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

	Traffic Class	Flow Label

	Reserved	Res.

