

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme (IN0010)

Übungsblatt 7

9. Juni – 13. Juni 2026

Aufgabe 1 IP-Forwarding und Fragmentierung

In Abbildung 1.1 sind zwei PCs dargestellt, die in unterschiedlichen Netzen liegen. Diese Netze sind über die Router R1 und R2 miteinander verbunden. Die beiden Computer PC1 und PC2 verwenden jeweils den lokalen Router als Default-Gateway. Die Router seien entsprechend konfiguriert, sodass sie Pakete richtig weiterleiten¹. Neben allen Interfaces sind jeweils die MAC- und IP-Adressen des Interfaces angegeben. PC1 sendet ein IP-Paket mit 1000 B Nutzdaten an PC2. Die MTU auf dem WAN-Link zwischen R1 und R2 betrage 580 B. Innerhalb der lokalen Netzwerke gelte die für Ethernet übliche MTU von 1500 B.

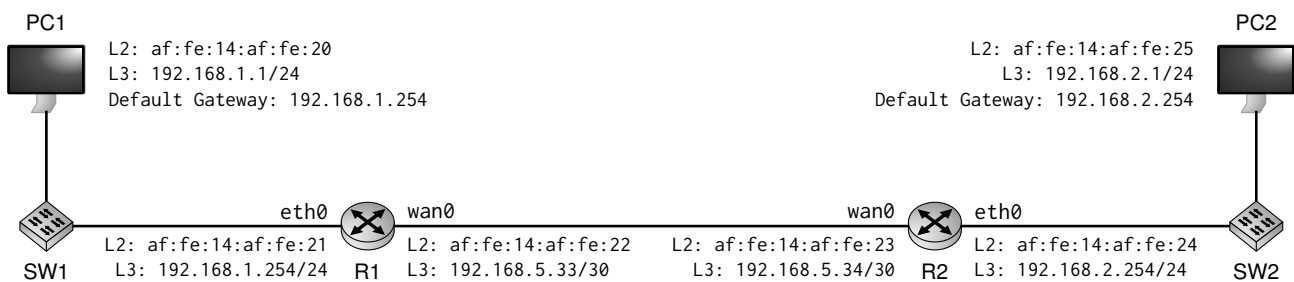


Abbildung 1.1: Netztopologie

Im Folgenden soll die Übertragung des Pakets mit allen notwendigen Zwischenschritten nachvollzogen werden. Gehen Sie zunächst davon aus, dass die ARP-Caches aller beteiligten Netzwerkkomponenten geleert sind.

a)* Inwiefern wirken sich die beiden Switches SW1 und SW2 in diesem Beispiel aus?

Aufgrund der geringeren MTU zwischen den beiden Routern muss das von PC1 gesendete IP-Paket fragmentiert, also aufgeteilt werden.

b)* In wie viele Fragmente muss R1 das Paket von PC1 aufteilen?

c)* An welcher Stelle im Netzwerk werden die Fragmente reassembliert?

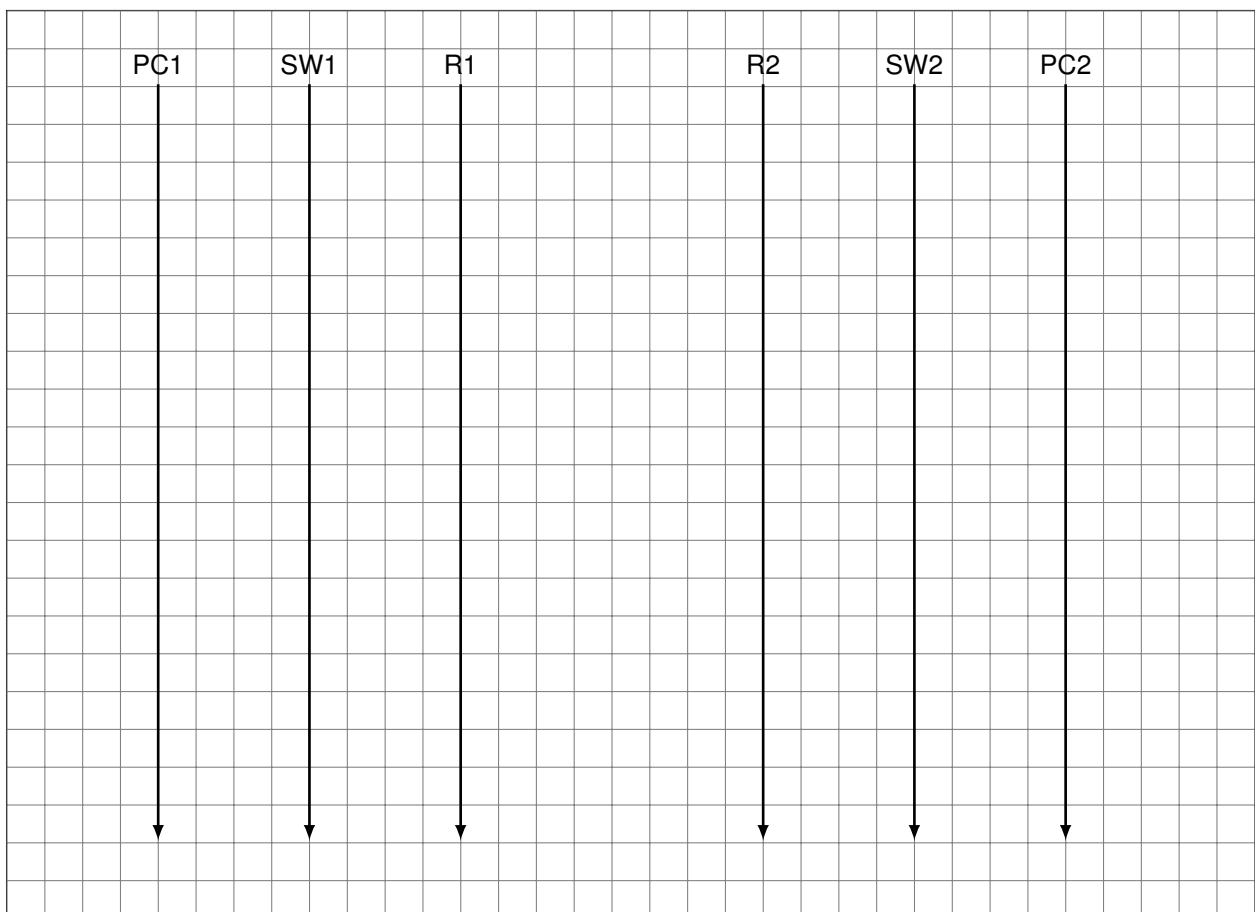
¹Wie genau ein Router Weiterleitungsentscheidungen trifft, sehen wir uns gegen Ende von Kapitel 3 an

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

Fragment	Fragment Nutzdaten in Bytes	Fragment Offset in Bytes	Fragment Offset im Header	Total Length	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 geben Sie den Rahmen Nummern (1,2,3,...). Beachten Sie, dass die ARP-Caches aller Geräte leer sind.

Hinweis: Das Diagramm muss nicht maßstabsgetreu sein. Serialisierungszeiten und Ausbreitungsverzögerungen sind zu vernachlässigen.



f) Füllen Sie für das erste IP-Paket, das von PC1 gesendet wird den Ethernet- und IP-Header aus.
Hinweis: Es ist nicht notwendig, den 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
--	--	--	---------	-----

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31			
	ToS		
	Protocol	Hdr. Checksum	

g) Füllen Sie für alle IP-Pakete bzw. Fragmente zwischen R1 und R2 einen Ethernet- und IP-Header aus.

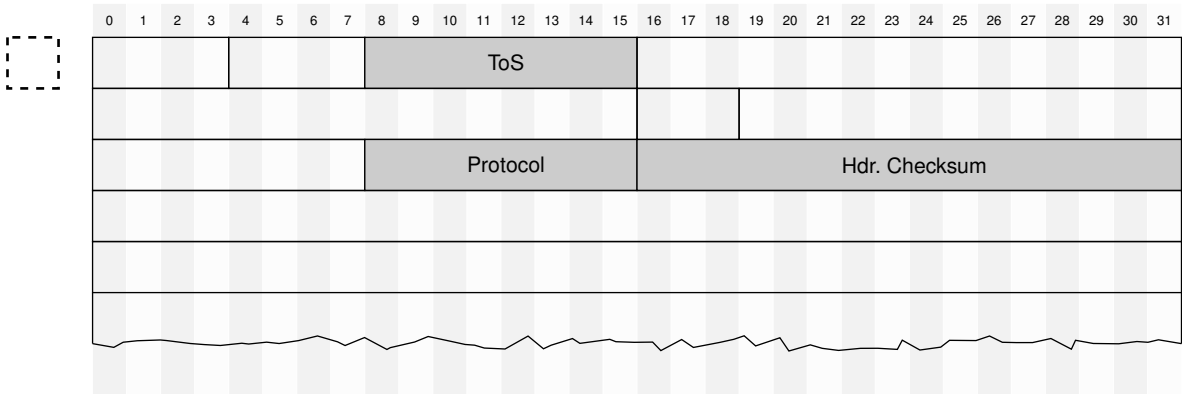
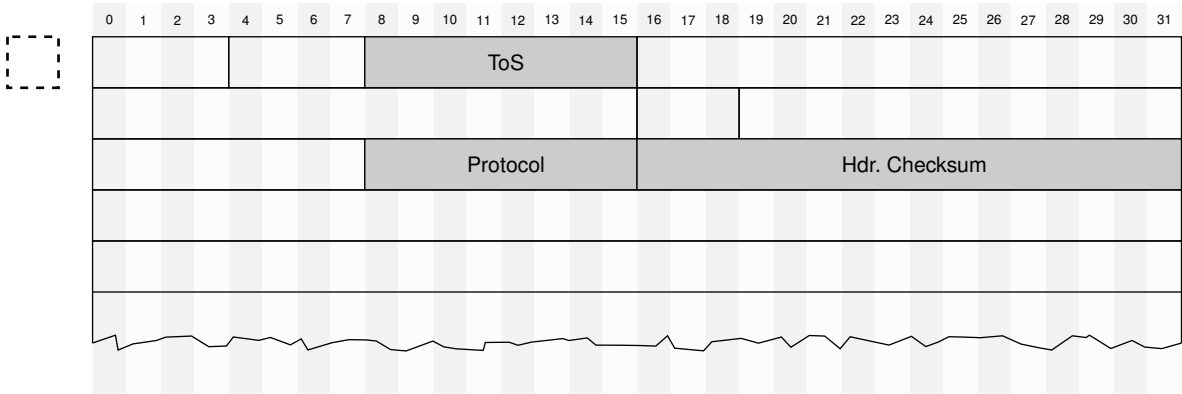
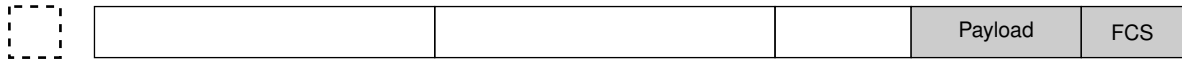
			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31			
	ToS		
	Protocol	Hdr. Checksum	

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

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31			
	ToS		
	Protocol	Hdr. Checksum	

h) Füllen Sie für alle IP-Pakete bzw. Fragmente zwischen R2 und PC2 einen Ethernet- und IP-Header aus.



i)* Angenommen PC1 und PC2 würden über IPv6 kommunizieren:

1. Welche Auswirkungen hätte dies auf die Switches SW1 und SW2?
2. Müssten die Router R1 und R2 in diesem Fall auch IPv6-fähig sein?
3. An welcher Stelle fände die Fragmentierung von Paketen statt?

Aufgabe 2 Subnetting

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.

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

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

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

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. Tragen Sie die entsprechenden Werte und Adressen in die Tabelle ein.

Subnetz	NET 1	NET 2	NET 3
Bedarf			
Größe			
Nutzbar			
Präfixnotation			
Subnetzmaske			
Netzadresse			
Broadcast			
Subnetz	NET 4		NET 5
Bedarf			
Größe			
Nutzbar			
Präfixnotation			
Subnetzmaske			
Netzadresse			
Broadcast			

