

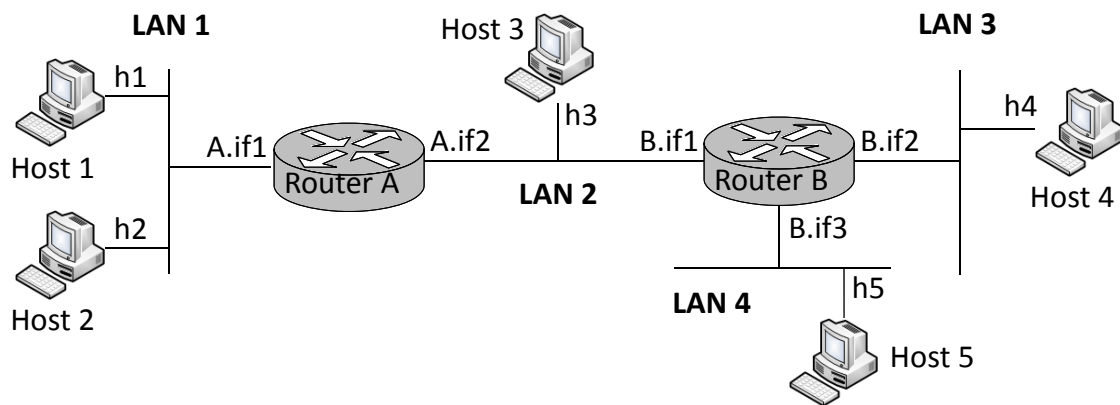
Übung 6

Abgabe: 28. Juni 2021

Aufgabe 6.1: Subnetze (2 + 1,5 + 1,5 = 5 Punkte)

- a) Gegeben ist das unten dargestellte Firmennetzwerk, bestehend aus insgesamt vier Subnetzen (LAN 1 bis LAN 4), die über zwei Router miteinander verbunden sind. Exemplarisch sind in jedem der Subnetze einige Hosts (mit Bezeichnungen h1, ..., h5) dargestellt. Die Router sind über Interfaces mit den Subnetzen verbunden, die über die Routerbezeichnung sowie die Zusätze if1, if2 oder if3 identifiziert werden.

Sie sollen im Folgenden das Netzwerk konfigurieren und haben dazu den IP-Adressbereich 137.226.40.0/22 erhalten.



Weisen Sie in der folgenden Reihenfolge jedem Subnetz einen IP-Adressbereich zu, indem Sie die jeweilige Netzadresse sowie Subnetzmaske angeben:

- LAN 1: Muss 400 Rechner adressieren können
- LAN 2: Muss 120 Rechner adressieren können
- LAN 3: Muss 130 Rechner adressieren können
- LAN 4: Muss 31 Rechner adressieren können

Wählen Sie die Subnetze jeweils so klein wie möglich und weisen Sie jeweils die niedrigstmögliche Netzadresse zu.

- b) Weisen Sie jedem Routerinterface sowie allen dargestellten Hosts aus Aufgabenteil a) eine gültige IP-Adresse zu. Wählen Sie dabei die IP-Adressen der Routerinterfaces so *niedrig* wie möglich und die IP-Adressen der Hosts so *hoch* wie möglich.

- c) Ein Router leitet Pakete anhand des *Longest-Prefix-Match-Verfahrens* weiter. Gegeben sei die folgende Routing-Tabelle, die auf die wichtigsten Einträge beschränkt wurde: das Zielnetz (IP-Adressbereich) und die Netzwerkkarte, über die das Zielnetz zu erreichen ist.

IP-Adressbereich	Netzwerkkarte
134.130.56.0/22	1
134.130.52.0/23	2
134.130.56.128/25	3
134.130.48.0/20	4
134.130.48.0/21	5
134.130.60.0/25	6
134.130.62.0/23	7
0.0.0.0/0	8

Der Router erhält nun drei Pakete mit den folgenden Ziel-IP-Adressen:

- 134.130.53.56
- 134.130.57.17
- 134.130.64.170

Bestimmen Sie für jedes der Pakete, über welche Netzwerkkarte der Router es weiterleiten muss.

Aufgabe 6.2: Network Address Translation (NAT) (1,5 + 0,5 = 2 Punkte)

- a) In einem lokalen Netz werden Adressen aus dem privaten Adressbereich 172.16.0.0/24 verwendet. Es wird NAT eingesetzt, um das lokale Netz mit dem Internet zu verbinden. Dem Betreiber des lokalen Netzes wurde dazu von seinem Internet Service Provider die globale Adresse 134.135.17.12 zugeteilt. Aktuell enthalte die Abbildungstabelle des NAT-Routers die folgenden Einträge:

Prot.	IP-Adresse lokal	Port lokal	IP-Adresse global	Port global	IP-Adresse Ziel	Port Ziel
TCP	172.16.0.23	4939	134.135.17.12	4939	212.66.55.23	443
TCP	172.16.0.16	3495	134.135.17.12	3495	212.66.37.12	443
TCP	172.16.0.34	8532	134.135.17.12	8532	212.66.45.34	443
TCP	172.16.0.23	8533	134.135.17.12	8533	212.66.19.7	443
TCP	172.16.0.7	6937	134.135.17.12	6937	212.66.4.64	443

Im weiteren Verlauf wollen mehrere interne Rechner die folgenden Kommunikationsverbindungen aufbauen:

- Rechner 172.16.0.16 per TCP auf Port 6937 an Rechner 212.66.4.64 auf Port 443
- Rechner 172.16.0.3 per TCP auf Port 8532 an Rechner 212.66.19.7 auf Port 443
- Rechner 172.16.0.7 per TCP auf Port 5543 an Rechner 212.66.37.12 auf Port 443

Ergänzen Sie die vorhandene Tabelle um passende Einträge.

Beachten Sie: es gibt keine eindeutige Lösung, an manchen Stellen sind mehrere unterschiedliche Angaben korrekt.

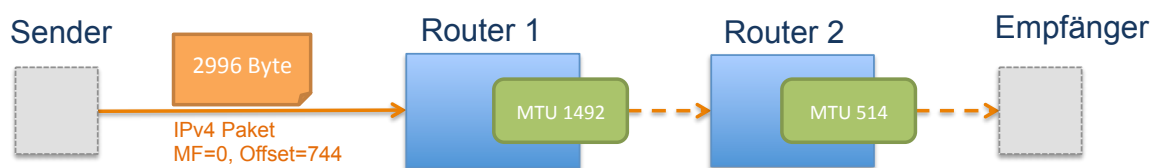
- b) Angenommen, Sie betreiben selber ein lokales Netzwerk ähnlich zu dem in Teil a), d.h., es verfügt über *eine* globale IP-Adresse und es wird NAT eingesetzt. Nun installieren Sie ein NAS-System (kurz für Network Attached Storage), um Ihre Lernmaterialien zentral zu speichern. Der Zugriff auf die Daten erfolgt über einen Webserver, auf welchen Sie auch von außerhalb Ihres lokalen Netzwerks, z.B. von der Bibliothek aus, zugreifen möchten. *Wie müssen Sie Ihren NAT-Router konfigurieren, um dauerhaften Zugriff von außen zu gewährleisten?*

Aufgabe 6.3: IP-Fragmentierung (3 Punkte)

Um IPv4-Pakete über ein Netz schicken zu können, darf die Länge des Pakets die von der Sicherungsschicht vorgegebene MTU nicht überschreiten. Sollte dies dennoch vorkommen – was nicht unüblich ist – wird IP-Fragmentierung eingesetzt. Auf einer Route durch ein Netz kann es zudem vorkommen, dass auf den einzelnen Teilstrecken unterschiedliche MTUs vorgegeben werden und somit mehrfach fragmentiert werden muss.

Gegeben sei nun folgendes Szenario:

Ein Sender schickt ein IPv4-Paket mit einer Länge von 2996 Byte. Der Header enthält die Informationen `Identification=17`, `MF=0` und `Offset=744`, Optionen werden nicht verwendet. Zunächst trifft das Paket auf dem Weg zum Empfänger bei Router 1 ein. Router 1 muss das Paket an Router 2 über ein Netzwerk mit $MTU = 1492$ weiterleiten. Router 2 wiederum muss das Paket über ein Netzwerk mit $MTU = 514$ zum Empfänger weiterleiten.



Führen Sie den eintretenden Fragmentierungsprozess durch. Geben Sie hierbei für jedes Fragment seine Größe in Byte sowie die für die Fragmentierung relevanten Informationen aus dem IP-Header an.

Aufgabe 6.4: ARP (1 + 2 = 3 Punkte)

Gegeben sei ein Netzwerk im IP-Adressbereich 137.226.0.0/21. Das Netz wird durch drei Router (*R1*, *R2* und *R3*) in verschiedene Subnetze unterteilt. Die Netzwerk-Interfaces sowie die Routing-Tabellen der Router sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Router/IP-Adressen	Routing-Tabelle			
	Zielnetz	Interface	Gateway	Flags
R1	137.226.0.0/24	EN0	*	U
EN0:137.226.0.1	137.226.1.0/24	EN1	*	U
EN1:137.226.1.2	0.0.0.0/0	EN1	137.226.1.1	UG
R2	137.226.3.0/27	EN0	*	U
EN0:137.226.3.1	137.226.3.32/27	EN1	*	U
EN1:137.226.3.33	137.226.3.128/25	EN2	*	U
EN2:137.226.3.129	0.0.0.0/0	EN0	137.226.3.2	UG
R3	137.226.1.0/24	EN0	*	U
EN0:137.226.1.1	137.226.0.0/24	EN0	137.226.1.2	UG
EN1:137.226.3.2	137.226.3.0/27	EN1	*	U
EN2:134.130.1.2	137.226.3.32/27	EN1	137.226.3.1	UG
	137.226.3.128/25	EN1	137.226.3.1	UG
	134.130.1.0/24	EN2	*	U
	0.0.0.0/0	EN2	134.130.1.1	UG

Im dem Netzwerk befinden sich zwei Endsysteme (*A* und *B*) mit der folgenden Konfiguration:

Endsysteme/IP-Adressen	Routing-Tabelle			
	Zielnetz	Interface	Gateway	Flags
H1	137.226.3.128/25	EN0	*	U
EN0 137.226.3.234	0.0.0.0/0	EN0	137.226.3.129	UG
	127.0.0.0/8	lo	127.0.0.1	UH
H2	137.226.0.0/24	EN0	*	U
EN0 137.226.0.243	137.226.3.32/27	EN1	*	U
EN1 137.226.3.56	0.0.0.0/0	EN0	137.226.0.1	UG
	127.0.0.0/8	lo	127.0.0.1	UH

- Skizzieren Sie die Netzwerktopologie. Beschriften Sie die Knoten des Netzwerks (*H1*, *H2*, *R1*, *R2*, *R3*) und notieren Sie die Namen der Netzwerkschnittstellen (EN0 bis EN2) an den jeweiligen Ausgängen der Knoten. Zeichnen Sie auch die Verbindung zum öffentlichen Internet ein.
- Endsystem *H2* möchte ein Paket an Endsystem *H1* schicken. Gehen Sie davon aus, dass die ARP-Caches auf allen Systemen leer sind. Geben Sie alle ARP-Nachrichten und Paketübertragungen in der richtigen Reihenfolge an, die im Netzwerk übertragen werden, bis das Paket von *H2* bei *H1* angekommen ist. Die MAC-Adresse einer Netzwerkkarte können Sie mit 'System.Interface' angeben. Die MAC-Adresse der Ethernetkarte EN0 von Router *R1* wäre z.B. *R1.EN0*. Verwenden Sie folgende Syntax für die Darstellung der Lösung:

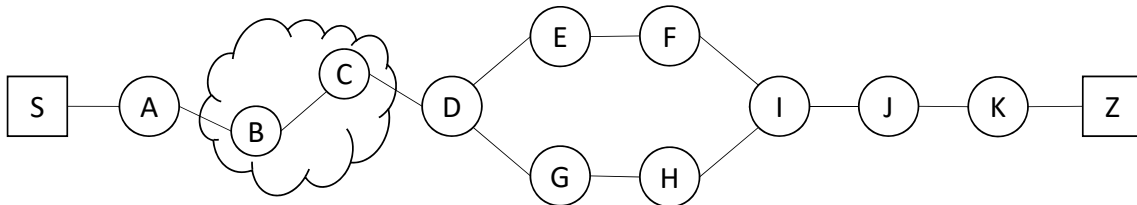
ARP-Request: Request <sender MAC> <sender IP> <receiver IP> – <Zweck der Anfrage>
ARP-Reply: Reply <sender MAC> <sender IP> <receiver MAC> <receiver IP> – <Zweck>
IP-Paket: Data <sender MAC> <receiver MAC>

Wenn z.B. *R2* über EN0 seine MAC-Adresse an Interface EN1 von *R3* sendet, notieren Sie also:

Reply R2.EN0 137.226.3.1 R3.EN1 137.226.3.2 – *R2* teilt *R3* seine MAC-Adresse mit

Aufgabe 6.5: Traceroute (2 Punkte)

Ein Sender S führt ein *traceroute* auf ein Ziel Z aus. Die beiden Hosts sind über ein Netz mit der folgenden Topologie über die Router A, D, E, F, G, H, I, J und K verbunden:



Der Pfad von Router A zu Router D beinhaltet ein Layer-2-Netz mit Switches B und C , die Daten per Switching weiterleiten. Router D ist ein Load-Balancer, der von C empfangene Pakete abwechselnd an Router E und G weiterleitet, beginnend mit Router E . Router J verfügt über nicht viel Rechenkapazität und verarbeitet/versendet daher keine ICMP-Nachrichten. Nehmen Sie an, dass während der gesamten Ausführungsdauer des traceroutes kein anderer Traffic im Netz unterwegs ist.

Führen Sie traceroute aus, um einen Pfad von S zu Z zu bestimmen. Sie brauchen dabei nicht die Nachrichten anzugeben, die ausgetauscht werden. *Skizzieren Sie den Pfad, den S ermittelt. Falls der von S ermittelte Pfad Probleme oder Ungenauigkeiten aufweist, erläutern Sie kurz, warum sie auftreten.*