

Klausur AI4 Rechnernetze

Name <div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	Matrikelnummer <div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
---	---

Hinweise:

- Tragen Sie in die obigen Felder Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.
- Tragen Sie auf jedem Blatt der Klausur Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.
- Zusätzliche Lösungsblätter versehen Sie bitte mit **Namen und Matrikelnummer**.
- Vermerken Sie in den vorgesehenen Lösungsfeldern der Aufgabenblätter, dass eine Ergänzung auf zusätzlichen Lösungsblättern existiert. Kennzeichnen Sie auf den zusätzlichen Lösungsblättern, zu welcher Aufgabe und zu welchem Unterpunkt die Lösung gehört.
- Zur Bearbeitung stehen **90 Minuten** zur Verfügung.
- **Erlaubte Hilfsmittel:** 2 Blatt (DIN A4), einseitig beschrieben, alle Blätter müssen mit Name und Matrikelnummer beschriftet sein. Sonst keine weiteren Hilfsmittel (wie zum Beispiel Taschenrechner, Notebooks, Handy's).

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	Σ
Maximale Punktzahl	140	140	130	100	100	140	50	800
Erreichte Punktzahl	140	140	90	100	95	140	50	755
Note	14 15							

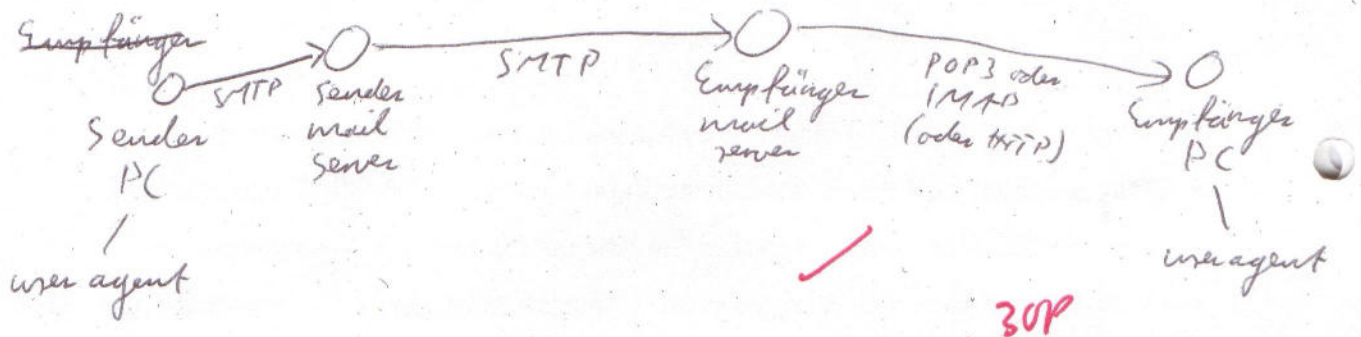
+70
775

116 11602

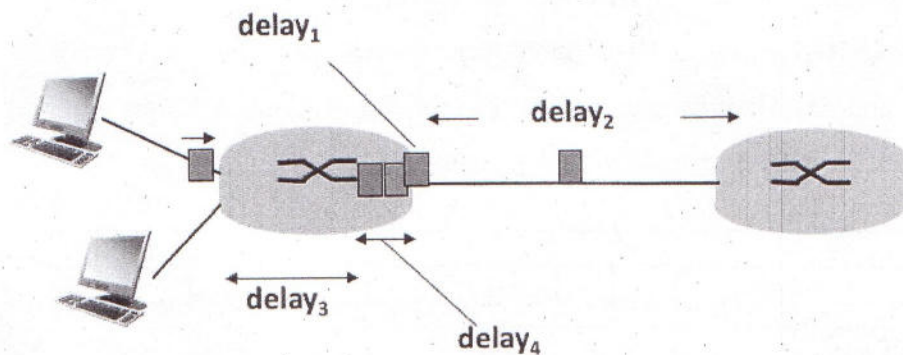
Aufgabe 1 (140 Punkte)

- a) Sie sitzen am PC und senden über Ihren User-Agent (Mail-Clientprogramm) eine Mail ab. Welche Rechner (Funktion genügt) sind an der ordnungsgemäßen Zustellung der Mail beteiligt? Welche Protokolle kommen zum Einsatz?

$\circ \hat{=}$ Rechner



- b) Das folgende Bild zeigt die relevanten Verzögerungen bei der Übertragung eines Frames. Bitte benennen Sie diese.



- delay 2 Auslastungs-
 delay 1 Übertragungs-
 delay 3 Verarbeitungs-
 delay 4 Warteschlangenverzögerung

Name

Matrikelnummer

- c) Gegeben ist eine 800 km lange Glasfaserleitung von Hamburg nach München. Die Leitung hat eine Übertragungsrate von 10 Gbit/s. Koppellemente, Signalverstärker etc. werden in dieser Aufgabe vernachlässigt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in Glasfaser beträgt $2 \cdot 10^8$ m/s.

Eine Datenmenge von 60 TiB muss von Hamburg nach München geschickt werden. Es ist wichtig, dass die **kompletten** Daten **möglichst schnell** in München sind. Sie haben zwei Möglichkeiten zur Auswahl:

- Sie verwenden die 10 GBit/s-Glasfaserleitung.
- Sie schicken einen Kurier mit Festplatten, auf denen sich bereits Kopien der Daten befinden, nach München. Gehen Sie von einer maximalen Fahrzeit von 10h aus. Sie deckt alle verkehrstechnischen Beeinträchtigungen ab.

Welche Alternative wählen Sie. Begründen Sie die Wahl mit einer Rechnung.

$$\begin{aligned}
 t_{\text{gl}} &= t_{\text{proc}} + t_{\text{queue}} + t_{\text{prop}} + t_{\text{trans}} = 0 + 0 + \frac{d}{v} + \frac{L}{R} \\
 &= \frac{800\,000\text{ m}}{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} + \frac{480 \cdot 10^{12} \text{ bit}}{10 \cdot 10^9 \frac{\text{bit}}{\text{s}}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s} + 48 \cdot 10^3 \text{ s} \\
 &= 4 \cdot 10^{-3} \text{ s} + 48000 \text{ s} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s} + 800 \text{ min} > 10 \text{ h}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 60 \text{ TiB} \\
 &= 480 \text{ TiB} \\
 &\geq 480 \cdot 10^{12} \text{ bit} \\
 &\quad 2 \text{ er} \\
 &\quad \text{Polm}
 \end{aligned}$$

→ Kurier mit Festplatten

✓

40P

- d) Was ist die grundlegende Aufgabe des DNS Protokolls?

~~Handwritten~~ Namensauflösung $IP \leftrightarrow \text{Hostname}$ 20P
~~Name fehlt~~

- e) Ist es möglich, dass Web- und Mailserver einer Organisation genau den gleichen Namen (z.B. gmx.net) in einer DNS-Datenbank haben? Wenn ja, worin unterscheiden sich die Resource Records?

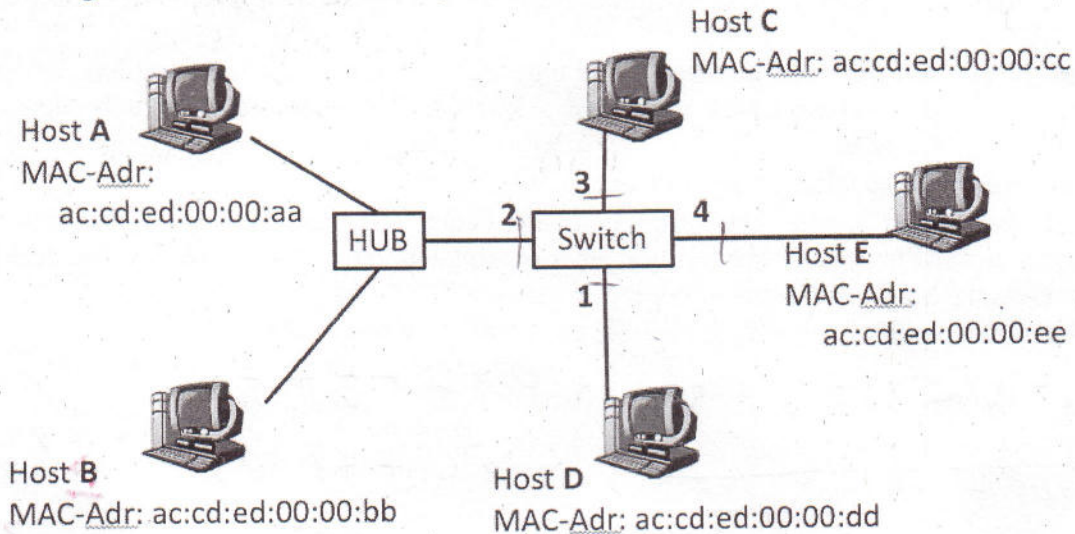
Ja, Mailserver hat Typ MX, Webserver anderen (z.B.)

✓

20P

Aufgabe 2 (140 Punkte)

Das folgende Netzwerk wird auf Layer 2 betrachtet.



- a) Wieviele Ethernet-Kollisionsdomänen befinden sich in diesem Netzwerk? Begründen Sie Ihre Antwort.

Switch isoliert Kollisionsdomäne, Hub nicht
→ 4

20P

- b) Was ist die Aufgabe des TTL Eintrags in der Filtertabelle eines Switches?

Time To live, sagt, wie lange Eintrag noch gültig ist.

20P

- c) Genügt ein IP-Subnetz um alle Rechner korrekt adressieren zu können? Begründen Sie Ihre Antwort.

Ja, alle Rechner ohne Router untereinander erreichbar.

Voraussetzung
aber nicht
Grund

20P

Name

Matrikelnummer

- d) Gehen Sie davon aus, dass die Filtertabelle des Switches wie nebenstehend gefüllt ist. Das TTL Feld wird in dieser Teilaufgabe nicht beachtet.

Filtertabelle	
MAC-Adr.	Port
P ac:cd:ed:00:00:bb	2
D ac:cd:ed:00:00:dd	1

Host E sendet einen Frame an Host A. Beschreiben Sie das Verhalten des Switches in Stichworten. Welche Einträge sind in der Filtertabelle, nachdem der Frame übertragen wurde? Füllen Sie die links stehende Tabelle entsprechend aus.

Sobald Frame Switch speichert MAC-Adresse des Absenders E in Filtertabelle. Flutet dann Netzwerk, da Adresse von A nicht bekannt.

da noch nicht bekannt vorher

Filtertabelle	
MAC-Adr.	Port
ac:cd:ed:00:00:bb	2
ac:cd:ed:00:00:dd	1
ac:cd:ed:00:00:ee	4

Anschließend sendet A einen Frame an D. Wie verhält sich der Switch nun? Geben Sie die Einträge der Filtertabelle an.

Switch speichert Adresse von A in Tabelle, da noch nicht bekannt. Sendet dann direkt an D (also 1), da deren Adresse bekannt ist.

Filtertabelle	
MAC-Adr.	Port
ac:cd:ed:00:00:bb	2
ac:cd:ed:00:00:dd	1
ac:cd:ed:00:00:ee	4
ac:cd:ed:00:00:aa	2

80P

Aufgabe 3 (130 Punkte)

- a) Beschreiben Sie den Aufbau von IPv4-Adressen. Warum benutzt man Subnetzmasken?

Netzwerkteil und Hostteil. Subnetzmasken zeigen, wie lang Netzwerkteil ist. "Variables" Netzwerkteil ermöglicht, dass die Anzahl begrenzte Anzahl IPv4 Adressen möglichst optimal genutzt wird (CIDR).

Richtig 100%

20P

- b) Wie lang ist eine IPv6 Adresse?

128 bit / 20P

- c) Verteilen Sie den IP-Adressbereich 209.85.16.0/22 auf 4 gleichgroße Subnetze. Wählen Sie die Subnetz-Masken und Adressbereiche der Subnetze so, dass möglichst wenige Einträge in die Routing-Tabelle eingefügt werden müssen. Begründen Sie die Aufteilung.

/22 heißt Platz für insgesamt $2^{10}=1024$ Adressen.

$1024/4=256$ Adressen pro gleichgroßem Subnetz ergeben sich daraus.

$256=2^8$, d.h. "letztes Byte der IP-Adresse reicht" für Adressierung aller Rechner innerhalb eines Subnetzes.

Aufteilung dann 209.85.16.0 bis 255, ..17.0 bis 255, ..18.0 bis 255, ..19.0 bis 255.

Subnetz-Masken dann 209.85.16.0/24, ..17.0/24, ..18.0/24, ..19.0/24.

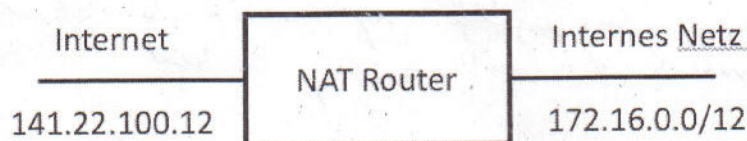
(ohne Gewähr + Rechnung und Begründung evtl. etwas ausführlicher)

20P

Name

Matrikelnummer

- d) Ein Router mit NAT-Funktion („Network Address Translation“) steuert den TCP/IP-Datenverkehr zwischen einem internen Netz und dem Internet.



- Der Rechner mit der IP-Adresse 172.16.0.5 sendet eine TCP-Verbindungsanfrage mit Ziel-Port 23 an 128.119.40.186. Das Quell-Port ist 4711. Welche Einträge nimmt der NAT Router für diese Verbindungsanfrage in der NAT Ersetzungstabelle vor? Für notwendige Zusatzparameter dürfen Sie einen beliebigen Wert einsetzen.

Internet *Internes Netz*

↓ ↓

WAN Seite		LAN Seite	
IP-Adr.	Port	IP-Adr.	Port
141.22.100.12	50 000	172.16.0.5	4711

- Geben sie die IP Adressen und Ports des zugehörige IP Segments an, das der NAT Router verschickt.

Source IP 141.22.100.12 Source Port 50 000

Destination IP 128.119.40.186 Destination Port 23

- Der Rechner 172.16.0.99 soll nun als Web-Server über Port 8080 betrieben werden. Welche Einträge muss der Administrator in der NAT-Ersetzungstabelle vornehmen, damit ein Client aus dem Internet über den **Standard Port** http-Anfragen an den Web-Server 172.16.0.99 stellen kann und diese korrekt beantwortet werden!

Internet *Internes Netz*

↓ ↓

WAN Seite		LAN Seite	
IP-Adr.	Port	IP-Adr.	Port
141.22.100.12	80	172.16.0.99	8080

Aufgabe 4 (100 Punkte)

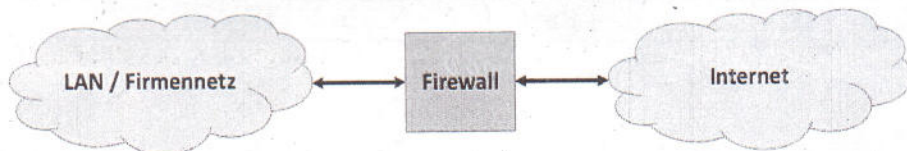
- a) Stellen Sie den Unterschied zwischen einem zustandslosen (stateless) und einem zustandsbasierten (stateful) Paketfilter dar.

stateless: Pakete werden unabhängig voneinander betrachtet, keine Angabe ob z.B. schon Verbindung besteht

stateful: Folger sucht Kontext, ob z.B. Paket zu bestehender TCP-Verbindung gehört.

30 P

- b) Gehen Sie von dem nebenstehenden grob skizzierten Netzwerk aus. Die Firewall



soll sicherstellen, dass aus dem LAN heraus kein http Server (Port 80 TCP) im Internet ansprechbar ist. Jedoch sollen http Server, die im LAN laufen, von überall erreichbar sein. Stellen Sie die Firewall via iptables entsprechend ein.

Wenn Sie die Aufrufparameter von iptables nicht kennen, ist es ausreichend, wenn Sie für die einzelnen Regeln folgende Informationen angeben:

- Die Kette (chain), auf die die Regel angewendet werden soll.
- An welcher Position die Regel in die Kette eingefügt werden soll.
- Beschreibung der Parameter, die das Matching der Regel festlegen.
- Welche Aktion beim Matching der Regel ausgeführt werden soll.

35 P

OUTPUT
vor allen anderen (spezifische Regeln vor allgemeinen)
source: LAN-Netz, port 80, protocol TCP, weder neue Verbindungen noch bestehende (zustandsbasiert)
DROP **WICHTIG**

Ergänzen Sie die Konfiguration der Firewall so, dass die Rechner im LAN aus dem Internet heraus nicht über PING erreichbar sind. Verwenden Sie wiederum iptables bzw. die oben dargestellte alternative Notation.

INPUT
port
PING REQUEST
DROP

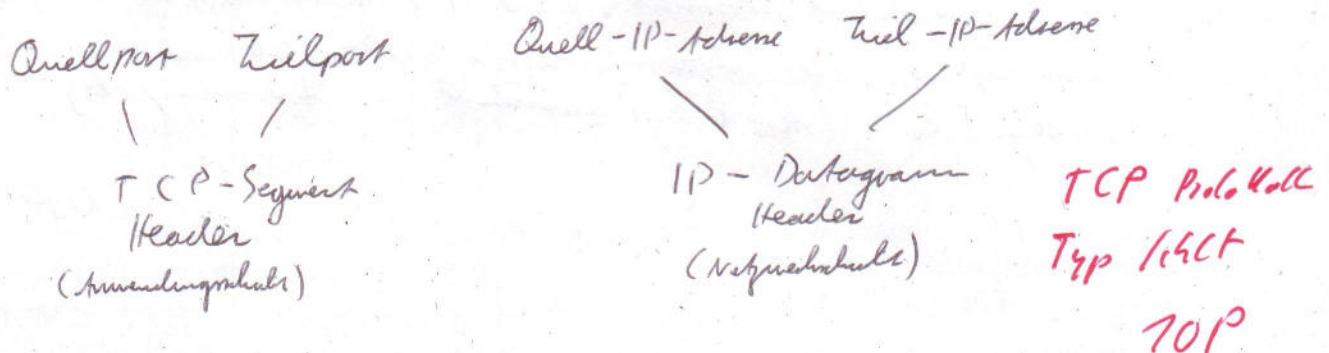
35 P

Name

Matrikelnummer

Aufgabe 5 (100 Punkte)

- a) Geben Sie die Daten an, auf deren Basis ein Segment einem TCP Socket zugeordnet wird. Geben Sie für jedes dieser Elemente den Header an, in dem es gespeichert wird.



- b) Angenommen, Host A sendet an Host B zwei aufeinander folgende TCP-Segmente. Das erste Segment hat Sequenznummer 100 und das zweite Sequenznummer 1234.

Wie viele Byte Nutzdaten enthält das erste Segment?

1134

75 P

Wenn das erste Segment verloren geht, das zweite aber bei B ankommt, wie lautet dann die Acknowledgement Number (Quittierungsnummer), die B an A sendet? Begründen Sie Ihre Antwort!

100, ACK-Seq. Nr. lautet, welches Byte als nächstes ~~erwartet~~ erwartet wird, da A verloren gegangen ist, wird dieses erwartet.

20P

- c) Was passiert, wenn ein UDP Paket nicht ankommt? Auf welcher Protokollschicht wird dieser Fehler dann behandelt?

Paket wird erneut versandt (DNS) oder der Verlust ignoriert (Video-Stream). Es gibt keine "Benachrichtigung" oder Timeout im UDP-Protokoll, welches über Verlust informiert. Wird auf Anwendungsebene behandelt, die sagt fort, wie "wichtig" verlorene UDP-Pakete sind und wie zu behandeln. (Aber hängt individuell von Anwendung ab)

20P

- d) Können TCP Segmente derselben TCP Verbindung unterschiedliche Wege durch das Netz nehmen? Wenn ja, welche Auswirkungen hat dies für eine Anwendung, die über TCP läuft?

Ja, können über verschiedene Router gehen. Keine Auswirkung, da durch TCP Reihenfolgeerhaltung, Zuverlässigkeit, ... garantiert ist.

15

- e) Grenzen Sie die Begriffe Fluss- und Überlastkontrolle voneinander ab. Welche grundlegende Technik verwenden beide.

Flusskontrolle: Vermeidung der Überlastung des Empfängers
Überlastkontrolle: Vermeidung der Überlastung des Netzwerkes
Grundlegende Technik: ~~Fenstermechanismus~~
Fenstermechanismus

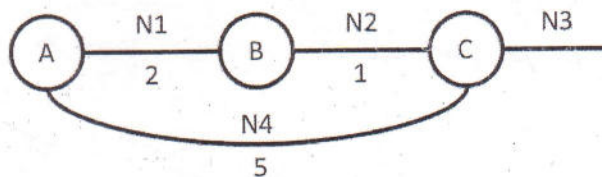
15

Name

Matrikelnummer

Aufgabe 6 (140 Punkte)

- a) In dem nebenstehenden Netzwerk sind drei Router A, B und C sowie die 4 Netze N1, N2, N3 und N4 dargestellt. Das zu verwendende Routing Protokoll ist ein Distanzvektor-Protokoll, das die in der Grafik angegebenen Kosten zwischen benachbarten Routern verwendet.



Jede der folgenden Tabellen stellt die Routing Tabellen der drei Router zu einem Schritt während der Startphase des Protokolls dar. Bitte füllen Sie die Tabellen zu Schritt 2 und 3 aus. Gehen Sie davon aus, dass die Daten der Nachbar-Router stets zeitgleich eintreffen.

Schritt 1

	Router A		Router B		Router C	
Zielnetz	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten
N1	A	0	B	0	--	--
N2	--	--	B	0	C	0
N3	--	--	--	--	C	0
N4	A	0	--	--	C	0

Schritt 2

	Router A		Router B		Router C	
Zielnetz	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten
N1	A	0	B	0	B	1
N2	B	2	B	0	C	0
N3	C	5	C	1	C	0
N4	A	0	C	1	C	0

Schritt 3

	Router A		Router B		Router C	
Zielnetz	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten	Next Router	Kosten
N1	A	0	B	0	AB B	1
N2	B	2	B	0	C	0
N3	B	1 3	C	1	C	0
N4	A	0	C	1	C	0

50P

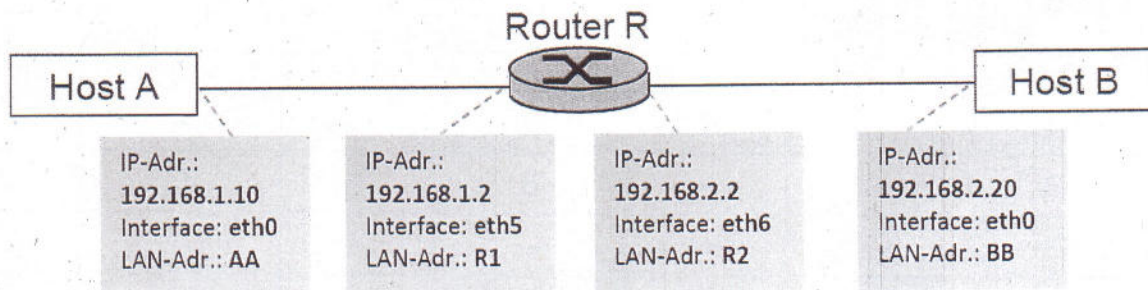
- b) Was versteht man unter dem Count to Infinity Problem bei Distanzvektor-Protokollen?

Bellman-Ford: $\min (c(x,v) + d_v(y))$

Durch Bildung des Minimums werden Verbesserungen schnell propagiert und Verschlechterungen langsam in vielen Iterationen.

30P

- c) Gegeben sind die in der Zeichnung dargestellten Ethernet-LANs, die über einen Router R verbunden sind. Die Sicherungsschicht in Host A soll ein IPv4-Datagramm mit IP-Quelladresse 192.168.1.10 und IP-Zieladresse 192.168.2.20 an Host B senden.



Auszug aus der Routing-Tabelle von A:

Destination	Gateway	Interface
-----	-----	-----
192.168.2.0/24	192.168.1.2	eth0

Auszug aus der Routing-Tabelle von R:

Destination	Gateway	Interface
-----	-----	-----
192.168.1.0/24	-	eth5
192.168.2.0/24	-	eth6

Die Tabellen aller übrigen benötigten Protokolle sind leer!

Geben Sie alle Ethernet-Rahmen mit den jeweiligen Ethernet-Ziel- und Quelladressen (LAN-Adressen) sowie eine Beschreibung des Daten-Inhalts des Ethernet-Rahmens an, die bei der Übertragung des oben genannten IPv4-Datagramms von A nach B gesendet werden.

Hinweis: LAN-Adressen sind hier abgekürzt, für die Broadcast-Adresse genügt also FF.

Name

Matrikelnummer

Sender (Buchstabe)	LAN Zieladresse	LAN Quelladresse	Beschreibung des Dateninhalts
A	FF	AA	ARP-Request an 192.168.1.2 für ^{IP} 192.168.2.20
R	AA	R1	ARP-Antwort
A	R1	AA	IP-Datagramm an 192.168.2.20
R	FF	R2	ARP-Request an 192.168.2.20
B	R2	BB	ARP-Antwort "BB"
R	BB	R2	IP Datagramm

GUP

Aufgabe 7 (50 Punkte)

- a) Wozu werden Cookies im Rahmen des http Protokolls eingesetzt? Stellen Sie kurz die Arbeitsweise von Cookies dar.

HTTP zustandslos, mit Cookies trotzdem Infos speichern?
Server erzeugt ID-String, Server sendet Cookie in Antwort zurück
an Client, Client speichert Cookie lokal und sendet diesen bei
späteren Anfragen mit, Server speichert auf Basis der Cookies Information.
(wie z.B. Authentifizierung)

20P

- b) Was versteht man unter einem WEB Cache?

Webobjekte werden in einem Cache zwischengespeichert, um bei
erneutem Befehl ~~der~~ einer Seite die Objekte nicht erneut (herunterzu)laden,
sondern aus dem Cache zu holen → weniger Traffic.

75P

- c) Wozu wird im http Protokoll eine Expires Header Zeile verwendet?

Im Rahmen von Caching:
Expires Header teilt mit Objekt vom Server, Objekt im Cache speichern,
Verwenden bis Ablauf des Expires Datums.
Ab wann wie lange gesachtes Objekt gültig ist ~~per~~ quasi.

75P