

Klausur AI4 Rechnernetze

Name 	Matrikelnummer
--------------------------	------------------------------------

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 den 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	80	100	70	80	140	160	50	
Erreichte Punktzahl	80	100	70	60	160	160	50	660
Note	<i>75 Punkte</i>							

Aufgabe 1 (80 Punkte)

- a) Tragen Sie in folgende Tabelle die Namen der Schichten und die Bezeichnung der zur jeweiligen Schicht gehörigen Datenpakete des Internet – Schichtenmodells ein!

Layer	Schicht	Bezeichnung der Datenpakete	Protokoll
5	Anwendungs-/Application	Nachricht / Message	POP3 / DNS
4	Transport -	Segment	UDP
3	Netzwerk -	Dataframe	IPv6 / ICMP
2	Sicherungs-/Link	Rahmen / Frame	Ethernet
1	Physikal. / Bitübertragungs-	entfällt	

- b) Ordnen Sie in der obigen Tabelle folgende Protokolle der zugehörigen Schicht des Internet – Schichtenmodells zu.

✓ 20P POP3 IPv6 Ethernet DNS UDP ICMP

- c) Wie kann man das Protokoll TLS(SSL) einordnen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

✓ 20P TLS = Transport Layer Security, SSL = Secure Sockets Layer.
Fazitliche Sicherheitsschicht, die zwischen Anwendung- und Transportschicht eingeschoben wird, da die Transportschicht keine eigene Sicherheit / Authentifizierung zur Verfügung stellt.

- d) Geben Sie den wesentlichen Unterschied zwischen der Leitungsvermittlung und der Paketvermittlung an.

Leitungsvermittlung: Eine Verbindung zwischen zwei Endgeräten wird Ende-zu-Ende aufgebaut, dann erst werden Daten übertragen und die Verbindung wieder abgebaut.

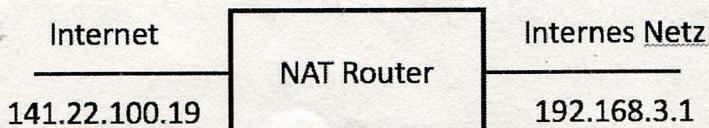
Paketvermittlung: Kein Verbindungsaufbau; Nachrichten werden in separate Pakete unterteilt, die einzeln unabhängig geroutet werden.

Name [REDACTED]

Matrikelnummer [REDACTED]

Aufgabe 2 (100 Punkte)

Diese Aufgabe betrachtet einen Router mit NAT-Funktion (Network Address Translation).



Der NAT-Router empfängt aus dem internen Netz ein Datagramm mit folgenden Header Parametern:

TCP Quell-Port	TCP Ziel-Port	IP Quelladresse	IP Zieladresse
51234	80	192.168.3.55	213.87.5.147

- a) Geben Sie die vom NAT-Router ins Internet gesendeten Header-Parameter an. Für evtl. notwendige Zusatzparameter dürfen Sie einen beliebigen Wert einsetzen, der jedoch über die Aufgabe hinweg gleichbleiben muss! Erläutern Sie an diesem Beispiel die NAT Arbeitsweise.

TCP Quell-Port	TCP Ziel-Port	IP Quelladresse	IP Zieladresse
10000	80	141.22.100.19	213.87.5.147

Erläuterung:

Der NAT-Router ersetzt die interne (nicht routbare^x) NAT-IP-Adresse durch die IP-Adresse des nach außen sichtbaren Router-Interfaces. Die Quell-Port-Nr. wird durch eine eindeutige Identifikation des (frei gewählte)

internen Rechners ersetzt. Auf diese Weise können Pakete von außen an die IP-Adresse des Routers wieder dem Rechner im internen Netz zugeordnet werden.

* spezielle NAT-Adressbereiche
IP

- b) Der Ziel-Host 213.87.5.147 sendet nun im Rahmen der TCP-Verbindung eine Antwort. Wie sehen die entsprechenden Header Parameter aus?

TCP Quell-Port	TCP Ziel-Port	IP Quelladresse	IP Zieladresse
80	10000	213.87.5.147	192.168.100.19

—
20P

- c) Welche Parameter hat das Paket, das der NAT-Router für diese Antwort in das interne Netz sendet?

TCP Quell-Port	TCP Ziel-Port	IP Quelladresse	IP Zieladresse
80	51234	213.87.5.147	192.168.3.55

—
20P

- d) Im internen Netz – also hinter dem NAT-Router – soll ein Server aufgesetzt werden, der einen TCP Dienst im Internet anbietet. Gibt es Besonderheiten/Schwierigkeiten? Was muss man tun, damit der Server von außen ansprechbar ist?

Da der NAT-Router Port-Nummern dynamisch zuweist und die NAT-Adresse selbst nicht routbar ist (da nicht eindeutig) sind Rechner in internen NAT-Netzen von außerhalb des Netzes nicht sichtbar.

Lösungsansätze:

1. Statisch konfigurierter NAT-Router, der eingehende Anfragen auf festen Host routet.
2. Universal Plug-and-Play: Protokoll, das eine Zuordnung privater IP/Port auf öffentliche IP/Host zur Verfügung stellt.
3. Verbindung über einen Relay Server.

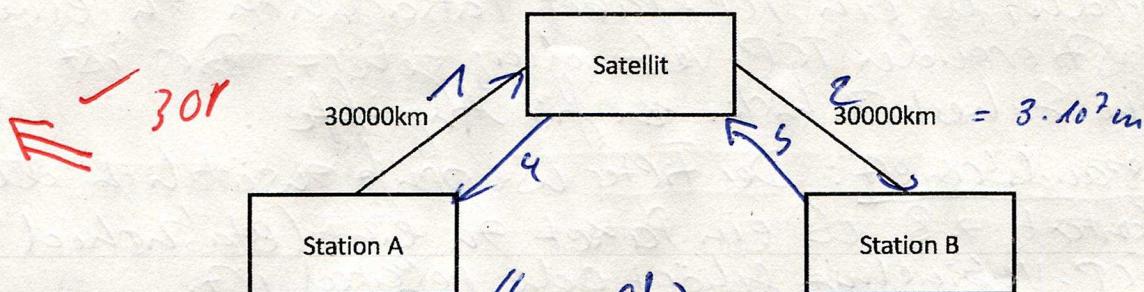
30P

Name

Matrikelnummer

Aufgabe 3 (70 Punkte)

- a) Die Stationen A und B tauschen über einen Satellit Daten aus. Zwischen dem Satellit und den Stationen besteht jeweils ein Punkt-zu-Punkt Kanal, über den die Daten via Funksignale stets fehlerfrei übertragen werden. Die Funksignale breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit $3 \cdot 10^8$ m/s aus. Die Übertragungskapazität des Kanals beträgt 1Mbit/s ($1.000.000$ bit/s).



$$RTT = 4 \text{ Wege}, 4 \cdot \left(\frac{L}{R} + \frac{d}{v} \right)$$

Die Entfernung von einer Station zum Satellit beträgt 30.000 km. Der Satellit arbeitet nach dem Store-and-Forward Prinzip der Paketvermittlung.

Berechnen Sie die Round-Trip-Time (RTT) für ein Datenpaket von 10.000 Bit, das von A nach B gesendet und durch ein gleichlanges Paket quittiert wird! Processing - und Queueing Delay werden mit 0s abgeschätzt. Der Rechenweg muss nachvollziehbar sein.

~~$$\text{Übertragungsverzögerung} = \frac{L}{R} = \frac{10.000 \text{ Bit}}{1.000.000 \text{ Bit/s}} = \frac{10^4}{10^6} \text{ s} = 10^{-2} \text{ s} = 0,01 \text{ s}$$~~

~~$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{d}{v} = \frac{30.000 \text{ km}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{3 \cdot 10^7}{3 \cdot 10^8} \text{ s} = 10^{-1} \text{ s}$$~~

~~$$RTT = 4 \cdot \left(\frac{L}{R} + \frac{d}{v} \right) = 4 \cdot 0,11 \text{ s} = 0,44 \text{ s}$$~~

- b) Berechnen Sie den maximalen Durchsatz der Verbindung zwischen A und B.

nur Abhängig vom Verkehrsstrom und nicht vom Kanalvermögen

~~$$\text{Verkehrslast} = \frac{a \cdot L}{R} = a \cdot 0,01 \text{ s}$$~~

~~$$\Leftrightarrow \text{maximale Verkehrslast} = 1 \text{ (100\%)} \quad \text{Grenze}$$~~

~~$$\Leftrightarrow a \cdot 0,01 \text{ s} = 1$$~~

~~$$\Leftrightarrow a = \frac{100 \text{ Pakete/s}}{1.000.000 \text{ bit/s}} \quad \text{f. Verkehrslast} = 1 \text{ faktisch} = 1 \text{ MBit/s}$$~~

7 heißt das unendliche Verzögerung. Realistisch ist ca. 0,70 - 0,75, das wären 70 - 75 Pakete zu 700.000 - 750.000 Bit/s

Aufgabe 4 (80 Punkte)

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

Zustandslos: Jedes eingehende Paket wird separat betrachtet. So kann z.B. nicht festgestellt werden, ob ein TCP-Paket tatsächlich zu einer existierenden TCP-Verbindung gehört. Dies ist eine Sicherheitslücke für Angriffe.

Zustandsbasiert: Der Filter überprüft zusätzlich den Kontext, z.B. ob ein Paket zu einer (establierten) TCP-Verbindung gehört oder neu ist. ZSP

- b) Auf Ihrem Rechner möchten Sie jegliche Kommunikation in das Subnetz 192.168.3.0/24 unterbinden. 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 (z.B. Zielport = 80).
- Welche Aktion beim Matching der Regel ausgeführt werden soll.

- CHAIN = ~~OUTPUT~~ OUTPUT
 - Ganz oben einfügen (speziellere Regel vor allgemeineren)
 - IP = 192.168.3.0/24 \Leftarrow d
 - DROP (Aktion)
- REGEL INPUT CHAIN
FIREWALL
TOP

- c) Sie möchten sicherstellen, dass der Rechner über PING nicht erreichbar ist. Stellen Sie die Firewall via iptables entsprechend ein.

- CHAIN = INPUT
- Erneut oben einfügen
- ICMP = ECHO REQUEST (=Ping)
- Aktion = DROP

ZSP

Name

XXXXXXXXXX

Matrikelnummer

XXXXXXXXXX
Aufgabe 5 (140 Punkte)

- a) Nennen drei Dienste (Eigenschaften) von TCP, die UDP nicht erfüllt.

1	Reihenfolgeerhalt	Überlastkontrolle
2	Verbindungsauflauf	
3	Faiverlässlichkeit	

30+

- b) Warum kann man UDP nicht durch „rohe“ IP Pakete ersetzen?

W~~at~~ IP-Pakete (Datagramme) zur Netzwerkschicht gehören und keine Informationen über die Zuordnung zu einem Prozess auf dem Zielrechner enthalten (Port-Nummer). 25+

- c) Nennen Sie zwei Einsatzzwecke für die Window-Technik (Senderfenster-Mechanismus) im TCP Protokoll.

1. Flusskontrolle = Vermeidung von Überlast
 2. Seim Empfänger
 Steuernkontrolle = Vermeidung von Überlast
 auf dem Netzwerk 25+

3. Begrenzung der Zahl unbestätigter Bytes.

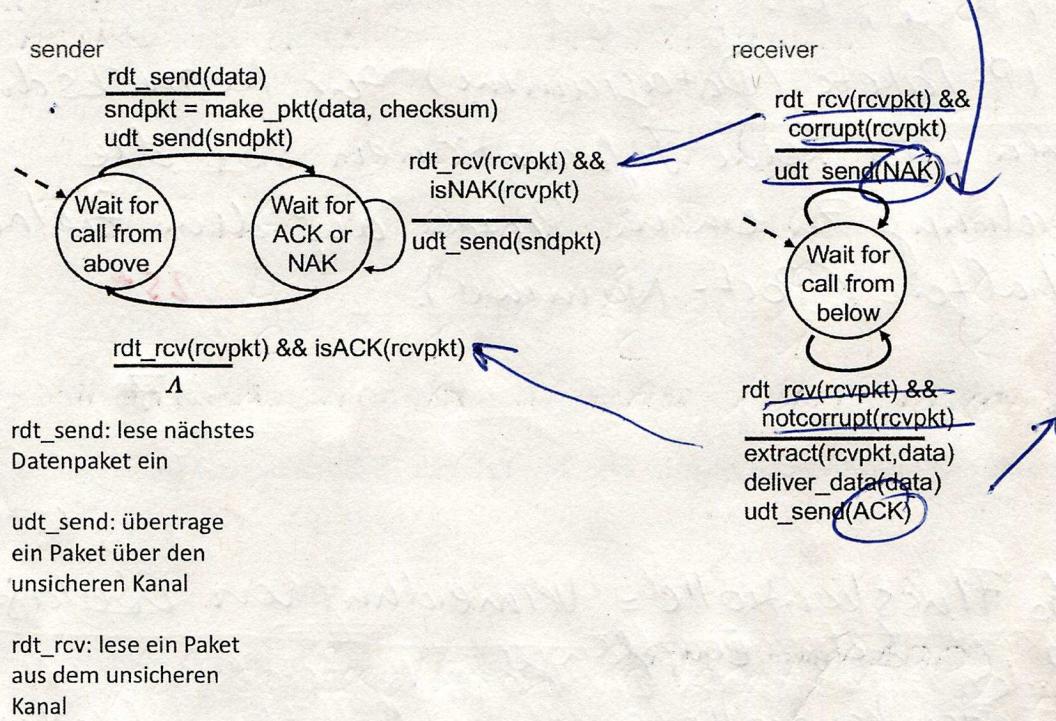
- d) Wäre der zuverlässige TCP-Übertragungsdienst überflüssig, wenn alle Sicherungsschicht-Protokolle (Layer 2) im Internet einen zuverlässigen Übertragungsdienst bereitstellen und alle Puffer nie überlaufen würden? Begründen Sie Ihre Antwort.

30P Nein, da auf der Netzwerkschicht mit IP immer noch ein „Best effort“ angeboten würde, in dem Pakete z.B. durch Ausfall eines Routers verlorengehen könnten oder auch in falscher Reihenfolge eintreffen.

- e) Das folgende Protokoll soll einen zuverlässigen Übertragungsdienst realisieren. Die von dem Protokoll verwendeten Kanäle – pro Übertragungsrichtung ein Kanal - sind in der Hinsicht unsicher, dass sie Pakete durch Bitfehler verfälschen. Somit bleibt stets die Reihenfolge der Pakete erhalten und kein Paket geht verloren.

Über eine Checksumme erkennt das Protokoll ein fehlerhaftes Paket. Über ACK bzw. NAK teilt der Empfänger dem Sender mit, ob ein Paket fehlerfrei angekommen ist.

Warum ist das folgende Protokoll fehlerhaft.



Da der Kausal Bit fehler aufweisen kann, kann ein ACK falschlich als NAK gelesen werden, oder umgekehrt.

301

1. Sitz.: ACIC steht NAK \Rightarrow Sender sendet

2. Niacin statt Acic:

Sei
Sender wiederholt ein Paket, während Empfänger das nächste erwartet \Rightarrow e

Seite 8 von 12

nächstes Paket statt
schlösser zu melden
^{n 12} ⇒ Reihenfolge stimmt nicht
mehr,
ein Paket fehlt.

Name [REDACTED]

Matrikelnummer [REDACTED]

Aufgabe 6 (160 Punkte)

- a) Ein Router hat die nebenstehenden Einträge in seiner Routing-Tabelle. Bestimmen Sie für die folgenden IP (Ziel) Adressen, an welches Interface (Schnittstelle) der Router das zugehörige Datagramm leitet.

Routing-Tabelle	
Zieladresse / Netzwerkmaske	Interface
135.46.56.0/22	lq0
135.46.60.0/22	fa0
<u>192.53.40.0/23</u>	qaa0
default	de0

IP Adresse	Interface
135.46.63.10	fa0 ✓
135.46.57.14	qaa0 fa0 ✓
135.46.52.2	de0 ✓
<u>192.53.40.7</u>	qaa0 qaa0
<u>192.53.56.7</u>	de0 qaa0

Hier eine kleine und hilfreiche Umrechnungstabelle.

dezimal	hexadezimal	binär
102	0x28	2_00101000
52	0x34	2_00110100
56	0x38	2_00111000
57	0x39	2_00111001
60	0x3C	2_00111100
63	0x3F	2_00111111

40P

- b) Distanz-Vektor Routing basiert auf der Bellman-Ford Gleichung. Gehen Sie von der in der Vorlesung verwendeten Graphennotation zur Beschreibung von Netzwerken aus. Weiterhin seien

- $d_x(y) :=$ Kosten des günstigsten Pfads von x nach y, wobei x und y Knoten des Graphen sind.
- $c(x,v) :=$ Kosten der Kante von Knoten x zu Knoten v

Geben Sie die Bellman-Ford Gleichung an.

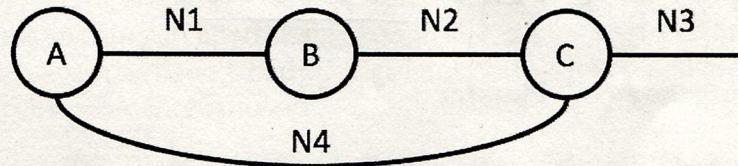
$$d_x(y) = \min_v (c(x,v) + d_v(y))$$

V ist Nachbar von x

20P

Entfernung nach y = unbesetztes Minimum von (Pfad nach einem Nachbarn v und Pfad von dort nach y).

- c) In dieser Teilaufgabe wird das RIP Protokoll verwendet. Bitte ergänzen Sie für das nebenstehende Netzwerk die Routing Tabellen der Router A, B und C für die ersten beiden Schritte der Initialisierungsphase. Für direkt angeschlossene Netze ist der HopCount 0. 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	1	B	0	C	0
N3	C	1	C	1	C	0
N4	A	0	C	1	C	0

40P

- d) Wie heißt das Protokoll, mit dem ein Host die zugehörige MAC Adresse zu einer IPv4 Adresse ermittelt.

Address Resolution Protocol (ARP),

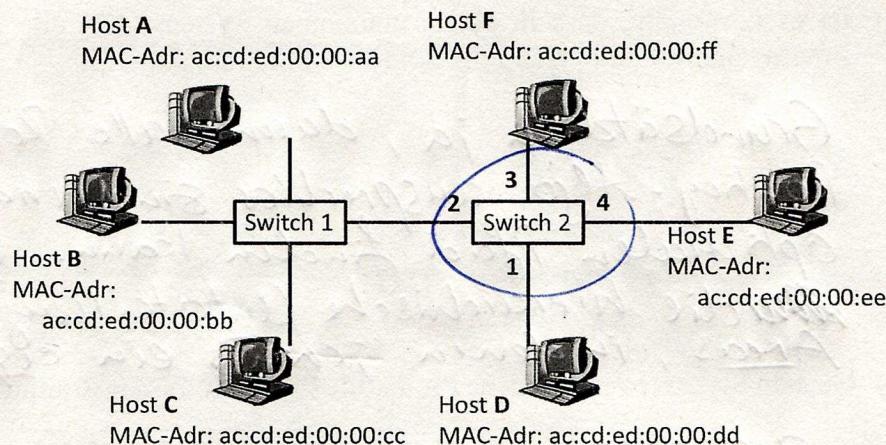
Eintrag = IPv4, MAC, TTL.

20P

Name

Matrikelnummer

- e) Diese Aufgabe untersucht die Filtertabelle von **Switch 2** des nebenstehenden LANs. Das TTL Feld wird hier nicht betrachtet.



Gehen Sie davon aus, dass die Filtertabelle von Switch 2 wie nebenstehend gefüllt ist.

B
D

Filtertabelle von Switch 2

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

- (i) Host A sendet einen Frame an Host E. Beschreiben Sie das Verhalten von Switch 2 in Stichworten. Welche Einträge sind in der Filtertabelle von Switch 2, nachdem der Frame übertragen wurde? Fülle Sie die links stehende Tabelle entsprechend aus.

rechts

Switch 2 hat keinen Eintrag f. d. MAC-Adr. von A und setzt diesen nun in die Filtertabelle mit Schnittstelle = Eingang = 2. Switch 2 hat ebenfalls keinen Eintrag für E und führt daher den Frame an Schnittstellen 1,3,4.

- (ii) Anschließend sendet E einen Frame an A zurück. Wie verhält sich Switch 2 nun? Geben Sie die Einträge der Filtertabelle an.

nun
Switch 2 hat einen Eintrag für A und leitet den Frame daher direkt an über Schnittstelle 2 weiter.
Switch 2 fügt außerdem einen Eintrag für E in die Tabelle ein.

Filtertabelle von Switch 2

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

Filtertabelle von Switch 2

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

Aufgabe 7 (50 Punkte)

- a) Ist es notwendig, dass in einem autonomen System (AS) alle Router denselben Intra-AS Routingalgorithmus ausführen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Grundsätzlich ja, damit alle Router durch den Routing-Algo. ausprechbar sind und dieser den optimalen Pfad finden kann. OSPF ermöglicht die hierarchische Unterteilung eines AS in Areas, in denen jeweils ein eigener Link-State-Algorithmus angewandt wird + einer Backbone-Bereich.

- b) Nennen Sie zwei verschiedene Protokolle für das Intra-AS-Routing!

20P RIP, OSPF, IGRP

(Routing Information Prot., Open Shortest Path First, Interior Gateway

- c) Was ist die Aufgabe des BGP Protokolls?

= Border Gateway Protocol
Die Der Austausch von Routing-Informationen zwischen unterschiedlichen AS (eBGP) und deren Weitergabe in das AS (iBGP).
BGP-Info = Prefix (IP-Address-Bereich)

+ AS-PATH (einzigartige IDs)
+ NEXT-HOP (Anfang der Route)
(im eigenen System)