

# 1. Klausur WS 2022/23

06.02.2023

## Hinweise: (Bitte sorgfältig durchlesen und durch Unterschrift bestätigen!)

- Die Klausur besteht aus **7 Aufgaben auf 20 Seiten**, plus **2** zusätzliche Seiten für Notizen.
- Tragen Sie Ihre Lösungen in die dafür vorgesehenen Felder auf den Aufgabenblättern ein. Am Ende des Klausurexemplars befinden sich zusätzliche Seiten, falls der Platz nicht ausreicht. Wenn Sie diesen Platz nutzen, vermerken Sie dies bei der entsprechenden Aufgabe und machen Sie auf den Zusatzblättern deutlich, zu welcher Aufgabe eine Lösung gehört.
- Die Bearbeitungszeit beträgt **90 Minuten**. Bitte beachten Sie, dass ein Weiterschreiben nach dem angekündigten Ende der Bearbeitungszeit als Täuschungsversuch gewertet wird.
- Die Klausur umfasst **80 Punkte**. Zum Bestehen genügen **40 Punkte**. Ein in den Übungen erreichter Notenbonus wird nur angewendet, wenn in der Klausur selbst mindestens **40 Punkte** erreicht wurden.
- Am Ende der Klausur sind alle Klausurblätter und alle evtl. zusätzlich ausgehändigten Blätter vollständig abzugeben.
- Die Klausurnummer dient lediglich dazu, jede Seite eindeutig ihrem entsprechenden Klausurexemplar zuordnen zu können; sie hat ansonsten keine Bedeutung und ist per Zufall gewählt.
- Es sind **keine Hilfsmittel** (auch keine Taschenrechner) erlaubt. Mobiltelefone sind auszuschalten. Smartwatches sind für die Dauer der Klausur bei der Aufsicht abzugeben.
- Bitte verwenden Sie einen dokumentenechten Stift. Verwenden Sie weder rote noch grüne Farbe.
- Legen Sie Ihren Studierendenausweis bereit.

Ich habe die oben genannten Hinweise zur Kenntnis genommen. Ferner bestätige ich mit meiner Unterschrift, dass ich mich gesund genug fühle, an der Klausur teilzunehmen, und dass ich die Aufgaben selbstständig bearbeitet habe.

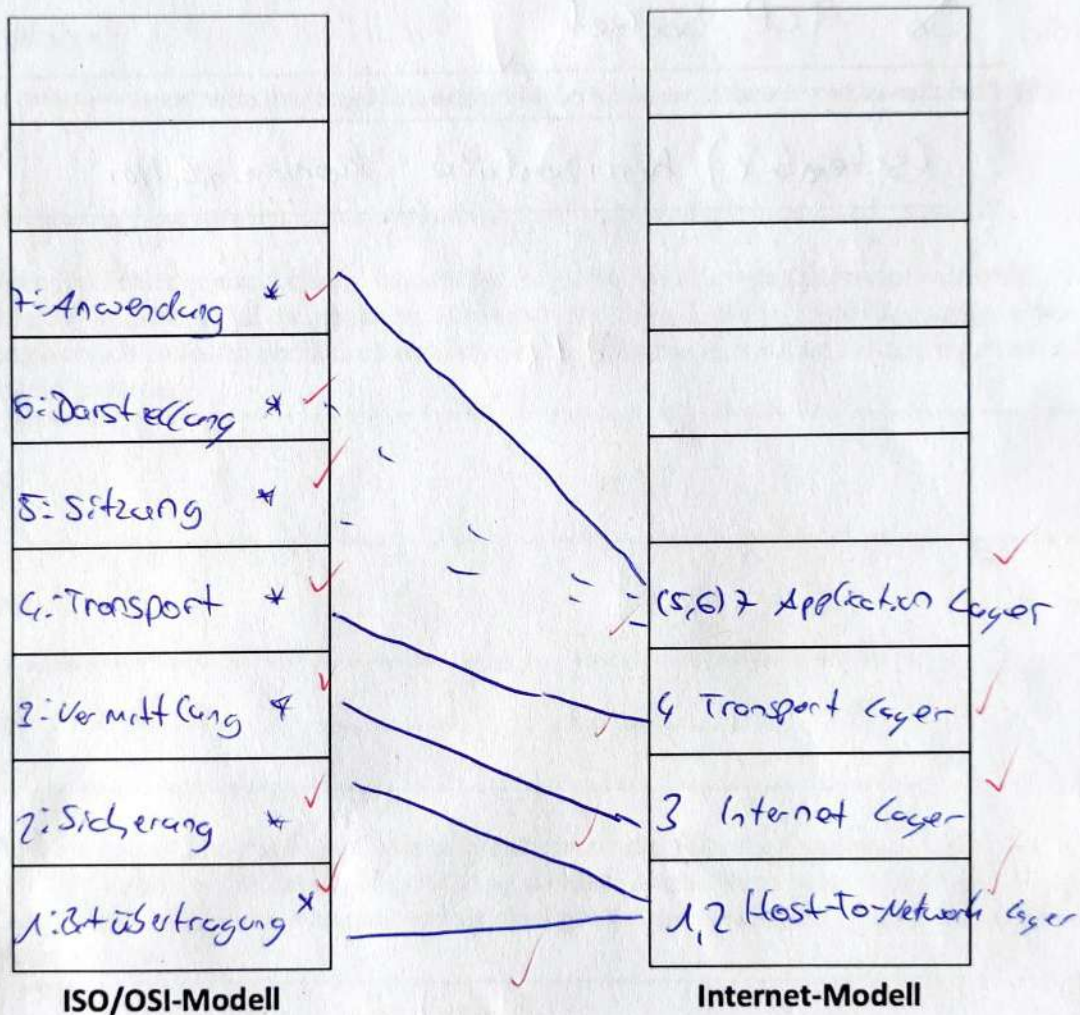
## Punktespiegel:

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	$\Sigma$	Bonus	Note
Punkte	8	11.5	13.5	20	8	10	9	80	Noten- stufen	
davon erreicht	7	10	12.5	16	6.5	9	5.5	66.5	3	



- a) (5 Punkte) Benennen Sie die einzelnen Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells sowie des Internet-Modells (bzw. TCP/IP-Modells) und bringen Sie die einzelnen Schichten miteinander in Beziehung. Tragen Sie dazu in der folgenden Abbildung in die Kästchen die Namen der jeweiligen Schichten in korrekter Reihenfolge ein und verbinden Sie die Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells mit ihren jeweiligen Gegenstücken im Internet-Modell.

Hinweis: Es werden nicht notwendigerweise alle Kästchen benötigt. Nicht benötigte Kästchen können Sie frei lassen; die umliegenden Schichten werden dann als direkt aneinander liegend gewertet.



\* schicht

5/5

b) (3 Punkte) Ein Browser A kommuniziert über TCP-Sockets mit einem Webserver B.

i) Wer ist in diesem Beispiel Dienstnehmer und wer Dienstbringer?

(1 Punkt)

Dienstnehmer:

Browser f

Dienstbringer:

Betriebssystem f

ii) Was sind hier der Dienst, das Protokoll und der Dienstzugangspunkt?

(1,5 Punkte)

Dienst:

Zuverlässig Verbindung zwischen zwei Sockets ✓

Protokoll:

TCP ✓

Dienstzugangspunkt:

So TCP-Socket ✓

iii) Findet zwischen A und B vertikale oder horizontale Kommunikation statt?

(0,5 Punkte)

(scheinbar) horizontale Kommunikation ✓

718

213



## Aufgabe 2 (Signale und Codierung)

(2 + 2 + 6.5 + 1) = 11.5 Punkte 10

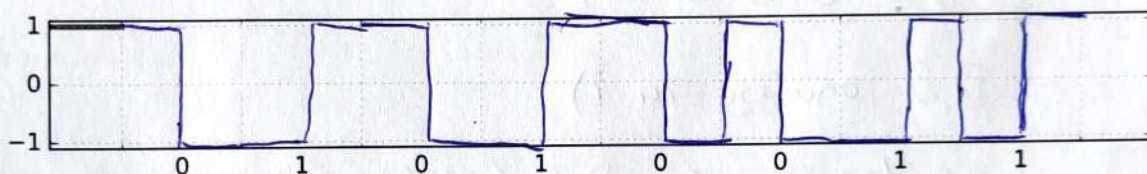
- a) (2 Punkte) Eine Voraussetzung für die korrekte Datenübertragung auf der physikalischen Ebene ist die Synchronisation. Was bedeutet Synchronisation in diesem Kontext und wie kann sie erreicht werden? 2

Beide System müssen die Werte zur gleichen Zeit senden (ablesen) bzw. die Abstände müssen stimmen. Ist das nicht der Fall werden Signale falsch interpretiert. Synchronisation ist der Austausch dieser Zeiten, diese kann entweder separat zu Beginn stattfinden, und durch den Code selbst erreicht werden, indem Standards eingehalten werden und der Empfänger so den Zeit ablesen kann (z.B. Manchester)

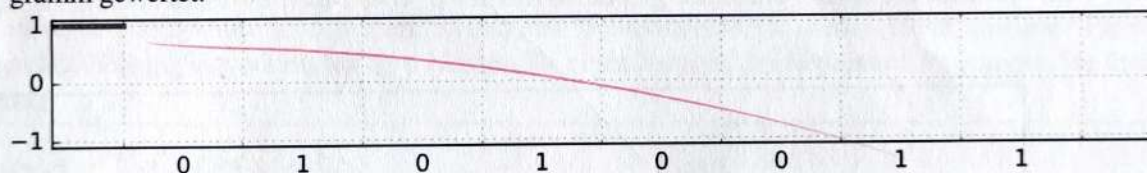
- b) (2 Punkte) Stellen Sie die Bitfolge 0 1 0 1 0 0 1 1 im jeweils angegebenen Code dar. 2

i) Manchester:

(1 Punkt)

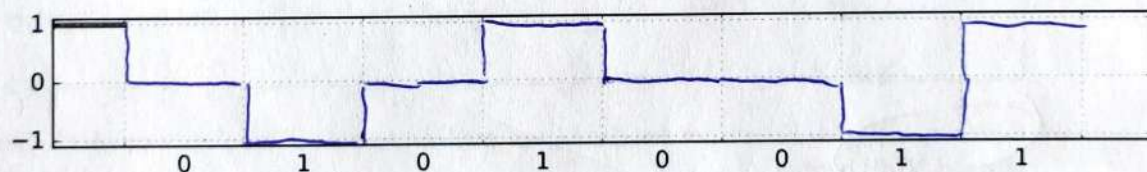


Wenn Sie Fehler gemacht haben, können Sie alternativ das folgende Diagramm verwenden. Streichen Sie in diesem Fall die ungültige Lösung deutlich durch. Wenn beide Diagramme einen Lösungsversuch enthalten und keines deutlich durchgestrichen ist, wird die Lösung im zweiten Diagramm gewertet.

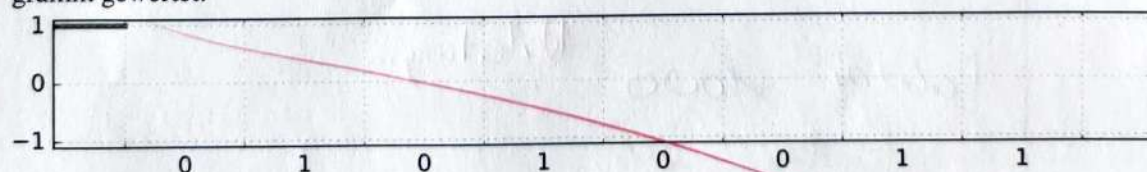


ii) AMI:

(1 Punkt)



Wenn Sie Fehler gemacht haben, können Sie alternativ das folgende Diagramm verwenden. Streichen Sie in diesem Fall die ungültige Lösung deutlich durch. Wenn beide Diagramme einen Lösungsversuch enthalten und keines deutlich durchgestrichen ist, wird die Lösung im zweiten Diagramm gewertet.





c) (6.5 Punkte)

- i) Geben Sie die *Formel des Shannon-Theorems* an. Benennen Sie alle verwendeten Formelzeichen (z.B.:  $a = F/m$ ,  $a$ : Beschleunigung,  $F$ : Kraft,  $m$ : Masse). (1 Punkt)

$$D = B \cdot \log_2 \left( \frac{S}{N} + 1 \right)$$

$D$ : Datenrate,  $B$ : Bandbreite

$S$ : Signal (Leistung)  $N$ : Rauschen (Verlustleistung)

- ii) Geben Sie die *Formel des Nyquist-Theorems* an. Benennen Sie alle verwendeten Formelzeichen (z.B.:  $a = F/m$ ,  $a$ : Beschleunigung,  $F$ : Kraft,  $m$ : Masse). (1 Punkt)

$$D = 2 \cdot B \cdot \log_2(n)$$

$D, B$  analog zu i)

$n$ : Anzahl der Signalstufen des Codes

- iii) Welches der beiden Theoreme gibt die *maximal mögliche Datenrate* eines konkreten Kanals an?

(1 Punkt)

Shannon

- iv) Bestimmen Sie den Faktor, um den das Signal größer ist als das Rauschen, wenn der Signal-Rausch-  
abstand 30 dB beträgt. (1 Punkt)

$$30 \text{ dB} = 1000$$

$$\frac{S}{N} = 1000 \Rightarrow S = 1000N$$

Faktor 1000

Verleutung...

- v) Gegeben sei ein Kanal mit einer Bandbreite von 5.000 Hz und einem Signal-Rauschabstand von 30 dB. Sie wollen nun 64-QAM zur Codierung Ihrer Daten auf diesem Kanal verwenden. Ist dies unter den gegebenen Voraussetzungen möglich? Begründen Sie Ihre Antwort! (2,5 Punkte)

Shanon:  $5000 \text{ Hz} \cdot \log_2(1000) \approx 50 \text{ kBit/s}$

Nyquist:  $2 \cdot 5000 \text{ Hz} \cdot \log_2(64) [\text{Bit}] = 60 \text{ kBit/s}$

Es ist nicht möglich, da 64-QAM einen Kanal mit 60 kBit/s benötigt er allerdings maximal 50 kBit/s liefern kann.

- d) (1 Punkt) Beim modifizierten Alternate Mark Inversion (AMI) Code handelt es sich um einen Code mit 3 Zuständen. Eine 1 wird mit dem Pegel 0 und eine 0 alternierend als positiver und negativer Pegel dargestellt (abhängig von der letzten "1"). Nennen Sie einen Nachteil des Verfahrens. Begründen Sie Ihre Antwort.

keine Selbsttaktung.

Wenn nur den gesendet gibt es keine Flanken also kann der Takt nicht erkannt werden.



### Aufgabe 3 (Sicherungsschicht)

(3 + 3 + 3.5 + 2 + 2) = 13.5 Punkte

a) (3 Punkte) Eine Möglichkeit zur Fehlerkorrektur ist der Einsatz des *Hamming-Codes*.

- i) Sie möchten die folgende Bitsequenz mit dem Hamming-Code in gerader Parität schützen. Geben Sie für die Bitsequenz in korrekter Reihenfolge die Prüfbits an, die Sie berechnen, sowie die resultierende Hamming-codierte Bitsequenz. (2.5 Punkte)

Zu schützende Bitsequenz:

01010

Prüfbits:

0100 ✓

Hamming-codierte Bitsequenz:

010010100 ✓

Platz für Nebenrechnungen:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_1$	x	x		x	x		x		0
$p_2$		x	x			x	x		1
$p_3$			x	x	x	x			0
$p_4$							x	x	0

- ii) Bei der Validierung einer empfangenen, mit dem Hamming-Code geschützten Bitsequenz stellen Sie fest, dass Sie die Prüfbits an den Stellen 2 und 4 anders als empfangen berechnen würden. Auf einen Übertragungsfehler in welchem Bit deutet dies hin? (0.5 Punkte)

Bit 6 (des Codes, Datenbit 3) ✓



b) (3 Punkte) Ein Sender möchte die folgende Bitsequenz übertragen: 1100 1001.

Er sichert die Sequenz mittels CRC mit dem Generatorpolynom  $G(x) = x^5 + x^3 + x^2 + 1$ .

Der Empfänger erhält die folgende Bitsequenz: 1100 1001 0110 1.

Geben Sie die Rechnung an, die der Empfänger durchführt. Wurden die Nutzdaten korrekt übertragen?  
Stellt der Empfänger einen Übertragungsfehler fest?

Geben Sie die Rechnung an, die der Empfänger durchführt:

Polynom 101101

1100100101101					
101101					
0111110					
101101					
0100111					
101101					
00101001					
101101					
000100101					
101101					
001000	✓				≠ 0

Wurden die Nutzdaten korrekt übertragen?

~~Nein~~ Ja ✓

Stellt der Empfänger einen Übertragungsfehler fest?

Ja ✓



- c) (3.5 Punkte) Gegeben sei ein Netzwerk mit einer Bustopologie und einer Ausdehnung von 100 m, in dem CSMA/CD eingesetzt wird. Die Datenrate betrage 800 MBit/s, die Signalgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei  $2 \cdot 10^8$  m/s.

- i) Wieviel Zeit kann maximal vergehen, bis eine sendende Station eine Kollision erkennt?

Begründen Sie Ihre Antwort rechnerisch.

(1 Punkt)

$$\frac{2 \cdot 100 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{10^2}{10^8} \text{ s} = \underline{\underline{10^{-6} \text{ s}}} \quad \checkmark$$

- ii) Welche minimale Rahmenlänge wäre für dieses Netzwerk erforderlich?

Begründen Sie Ihre Antwort rechnerisch.

(1.5 Punkte)

$$10^{-6} \text{ s} \cdot 800 \text{ MBit/s} = 10^{-6} \text{ s} \cdot 800 \cdot 10^6 \text{ Bit/s} \\ = 800 \text{ Bit} = \underline{\underline{100 \text{ Byte}}} \quad \checkmark$$

- iii) Sie wechseln nun zu einer Sterntopologie mit Switch (im Full-Duplex-Mode), behalten die Ausdehnung bei, erhöhen aber die Datenrate auf 1 GBit/s. Ändert sich die erforderliche minimale Rahmenlänge? Begründen Sie Ihre Antwort.

(1 Punkt)

Ja, denn durch den Switch werden Kollisionsräume getrennt. Also kann keine Kollision mehr auftreten. Daher muss die minimale Rahmenlänge nicht mehr eingehalten werden.  $\checkmark$



d) (2 Punkte) Betrachten Sie folgende Bitfolge: 000010 001101 000100 010000 101101.

Geben Sie die Längs- und Querparität (Kreuzsicherung) dieser Bitfolge an. Verwenden Sie dazu eine Blockgröße von 6 Bit und ungerade Parität.

000010		0
001101		0
000100		0
010000		0
101101		1
<hr/>		
001001		
Längsparität	001001	} verstanden -0,5P
Querparität	00001	

e) (2 Punkte) Welche Konsequenz hat sich aus den beim klassischen Ethernet getroffenen Festlegungen zur Kollisionserkennung bei der Spezifikation von Fast-Ethernet ergeben? Welche weitere Konsequenz hat sich bei der Spezifikation von Gigabit-Ethernet ergeben?

Fast Ethernet:

Die maximale Segmentlänge muss verringert werden oder die minimale Rahmenlänge erhöht um Kollisionen zu erkennen.  
Hier wurde die Segmentlänge verringert. ✓

Gigabit-Ethernet:

Hier ↑ Rahmenlänge erhöht  
min. -0,5P ungenau

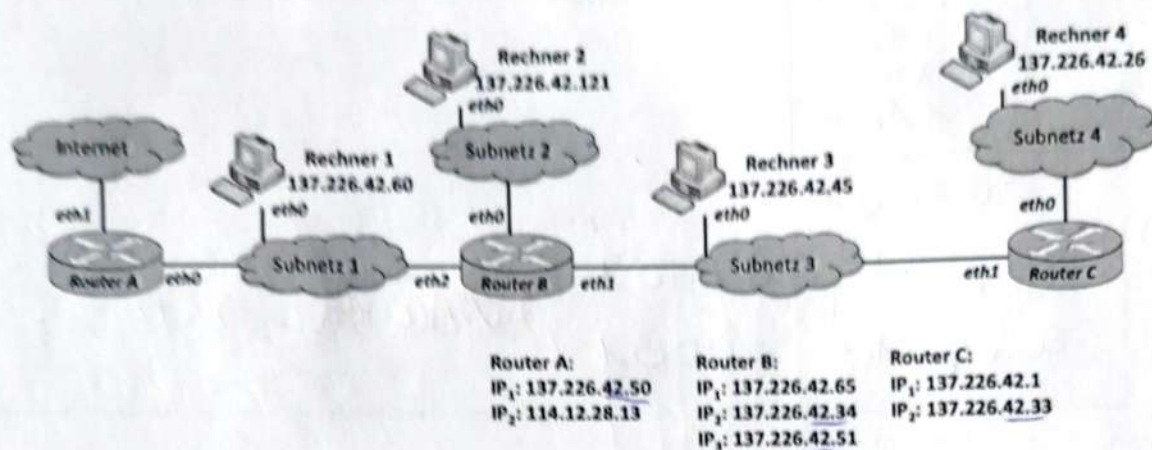
3



# Aufgabe 4 (Netzwerkschicht)

(6 + 3 + 2 + 4 + 5) = 20 Punkte

- a) (6 Punkte) Ein Netzbetreiber hat den Adressbereich 137.226.42.0/25 zugewiesen bekommen und sein Netz wie in der folgenden Abbildung dargestellt konfiguriert:



Das Netz umfasst vier Ethernet-Subnetze. Über Router A ist das gesamte Netzwerk mit dem Internet verbunden. Für jeden Rechner und Router sind in der Abbildung jeweils die IP-Adressen sowie die Namen der vorhandenen Netzwerkkarten angegeben. Da Router über mehrere IP-Adressen verfügen, sind diese mit IP<sub>x</sub> durchnummeriert; die Zuordnung zu den Netzwerkkarten ist hier nicht angegeben.

Beantworten Sie die folgenden Fragen zur Konfiguration des Netzes:

- (i) Welche Basisadresse (Netz-ID) und Subnetzmaske werden in den Subnetzen jeweils verwendet? (2 Punkte)

Subnetz	Netz-ID	Subnetzmaske
1	137.226.42.48	128 ✓
2	137.226.42.64	126 ✓
3	137.226.42.32	127 ✓
4	137.226.42.0	128 ✓

- (ii) Welche Gateways (Default-Router) müssen Rechner 2 und Rechner 4 jeweils eintragen? (1 Punkt)

Rechner	Gateway
2	137.226.42.65 ✓
4	137.226.42.1 ✓



- (iii) Welche Einträge muss Router B in seiner Routing-Tabelle vornehmen? Beschränken Sie sich dabei auf Angaben zu Ziernetz, Netzwerkkarte und Gateway. Verwenden Sie so wenige Einträge wie möglich.

Beachten Sie: Es müssen nicht notwendigerweise alle Zeilen ausgefüllt werden.

(3 Punkte)

Ziernetz	Netzwerkkarte	Gateway
137.226.42.64/26 ✓	eth0 ✓	* ✓
137.226.42.32/27 ✓	eth1 ✓	* ✓
137.226.42.0/28 ✓	eth1 ✓	137.226.42.33 ✓
137.226.42.48/28 ✓	eth2 ✓	* ✓
0.0.0.0/0 ✓	eth2 ✓	137.226.42.50 ✓

1,5/3

- b) (3 Punkte) Eine Verbesserung von IPv6 im Vergleich zu IPv4 ist die Autokonfiguration von Link-local Unicast-Adressen. Beschreiben Sie knapp, aber präzise, wie diese Autokonfiguration abläuft.

Zur Autokonfiguration wird die MAC Adresse genutzt. ✓  
 Der erste Teil der Adresse ist das global Prefix  
 dann kommt die Netz-ID und danach die  
 MAC Adresse.

nicht vollst.

1/3



- c) (2 Punkte) Zwei wichtige Felder im IPv4-Header sind *TTL* und *IHL*. Wer prüft jeweils diese Felder und zu welchem Zweck?

**TTL:**

Router ✓ Ist TTL 0 erreicht wird Paket verworfen  
Damit Pakete nicht ewig kreisen. ✓

**IHL (IP Header Length):**

~~Alle Router~~ <sup>außer Sender</sup>  
Alle IP Instanzen: Router zum prüfen ob Optionen gewählt  
sind, Endsysteme am Beginn der Nutzdaten zu bestimmen

- d) (4 Punkte) Network Address (and Port) Translation (NAT) ist eine Möglichkeit, mit der Knappheit von IP-Adressen umzugehen. Ein NAT-Router für das Netz 172.16.1.0/24 habe die folgende Abbildungstabelle angelegt:

Zeile	Prot.	IP-Adresse lokal	Port lokal	IP-Adresse global	Port global	IP-Adresse Ziel	Port Ziel
1	TCP	172.16.1.10	5694	137.226.144.14	7108	173.194.1.84	80
2	TCP	172.16.1.10	6194	137.226.144.14	4938	134.130.4.33	443
3	TCP	137.226.144.14	6193	137.226.144.14	4937	86.109.254.101	80
4	TCP	172.16.1.23	4937	137.226.144.14	7108	173.194.1.84	80
5	TCP	172.16.1.75	5694	137.226.144.14	6194	172.16.1.19	80
6	TCP	172.16.1.75	6788	137.226.144.14	65621	98.139.183.24	80

Diese Abbildungstabelle ist nicht korrekt – Korrigieren Sie alle Fehler geeignet.

Tragen Sie dazu in die unten stehende Tabelle neue (korrekte) Werte in genau die Felder ein, in denen in der obigen Tabelle fehlerhafte Werte stehen.

Bitte beachten Sie: es gibt keine eindeutige Lösung, ersetzen Sie fehlerhafte Einträge (und auch nur diese) lediglich durch im Kontext passende Einträge.

$$2^{16} = 65536$$

Zeile	Prot.	IP-Adresse lokal	Port lokal	IP-Adresse global	Port global	IP-Adresse Ziel	Port Ziel
1							
2							
3		172.16.1.11 ✓					
4					7109 ✓		
5						172.16.2.19 ✓	
6					65621 ✓		



- e) (5 Punkte) Ein Router empfangt ein IPv4-Paket mit einer Gesamtlänge von 1300 Byte (Header und Daten). Der Header enthält die Identification = 12, MF = 1 und OFFSET = 0. Der Router muss das IPv4-Paket auf einer Leitung mit einer MTU von 610 Byte weiterleiten. Es werden keine IP-Optionen verwendet. Führen Sie die notwendige Fragmentierung durch. Tragen Sie in der ersten Zeile der folgenden Tabelle die für die Fragmentierung relevanten Headerinformationen ein. Geben Sie in den nachfolgenden Zeilen die zugehörigen Werte der einzelnen Fragmente an. Es werden nicht notwendigerweise alle Zeilen und/oder Spalten benötigt.

Fragment	Payload Length	Offset	MF	ID	
1	584 ✓	0 ✓	1 ✓	12 ✓	
2	584 ✓	73 ✓	1 ✓	12 ✓	
3	112 ✓	146 ✓	1 ✓	12 ✓	

5/5

Platz für Nebenrechnungen:

$(20 \mid 1280)$ 
 $800 - 16 = 584$

$(20 \mid 584)$ 
 $(20 \mid 584)$ 
 $(20 \mid 112)$

$1786 - 1168 = 112$

$560$   
 $400 \quad 50$   
 $160 \quad 20$

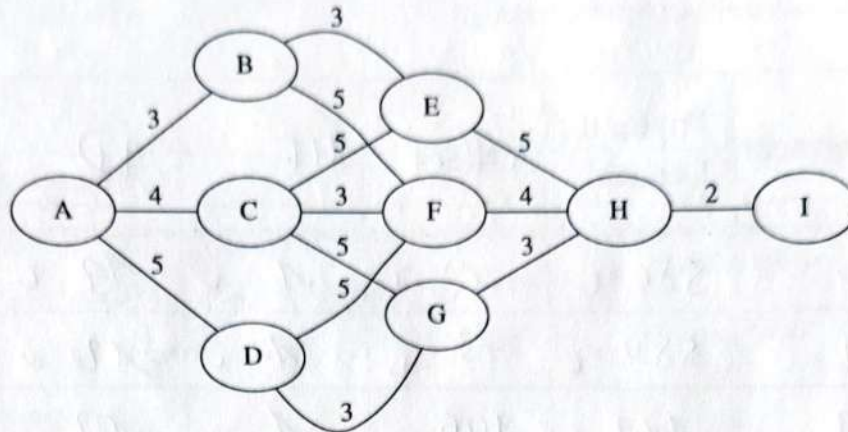
516/20



# Aufgabe 5 (Routing)

(6 + 1 + 1) = 8 Punkte

- a) (6 Punkte) Gegeben sei das folgende Netzwerk, in dem *Link-State-Routing* verwendet wird. Die Knoten stellen Router dar, die Kanten Leitungen zwischen den Routern und die Beschriftungen der Kanten ein Maß für die Kosten der Übertragung auf der entsprechenden Leitung.



Berechnen Sie mit Hilfe des Dijkstra-Algorithmus' alle kürzesten Pfade von A nach I. Ergänzen Sie dazu die folgende Tabelle, indem Sie spaltenweise die Einzelschritte des Algorithmus' dokumentieren. Verwenden Sie Einträge der Form  $n, X$ . Dabei gibt  $n \in \mathbb{N}$  die Kosten des kürzesten Pfades zum betrachteten Knoten und  $X \in \{A, \dots, I\}$  den bzw. die Vorgänger an. Ein Kasten um einen Eintrag markiert den im jeweiligen Schritt bestimmten Arbeitsknoten.

Es werden nicht notwendigerweise alle Spalten der Tabelle benötigt.

Router	Schritt										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,-										
B	$\infty$	3, A									
C	$\infty$	4, A	4, A								
D	$\infty$	5, A	5, A	5, A							
E	$\infty$	$\infty$	6, B	6, B	6, B						
F	$\infty$	$\infty$	8, B	7, C	7, C	7, C					
G	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9, C	8, D	8, D	8, D				
H	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	11, E	11, E	11, E			
I	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	13, H		

Geben Sie die berechneten kürzesten Pfade von A nach I sowie deren Kosten an:

A-B-E-H-I 13  
A-D-G-H-I 13



- b) (1 Punkt) Begründen Sie knapp, wieso im Internet eine Variante des Distance-Vector-Routings zwischen den verschiedenen Netzen eingesetzt wird und kein Link-State-Routing.

Bei Link State Routing werden Informationen global an alle versendet. Durch die Größe des Internets wäre es zu viel Aufwand. Bei Distance-Vector werden Informationen nur lokal versendet. Somit wenig Rechenaufwand

1

- c) (1 Punkt) Während der Konvergenz von Routingprotokollen kann es zu falschen Routen oder Schleifen (Loops) kommen. Wie verhindert Ethernet, dass ein Paket für immer in einer Schleife gefangen ist?

Gernicht, IP tut dies durch TTL / Hop Limit

1

6,5



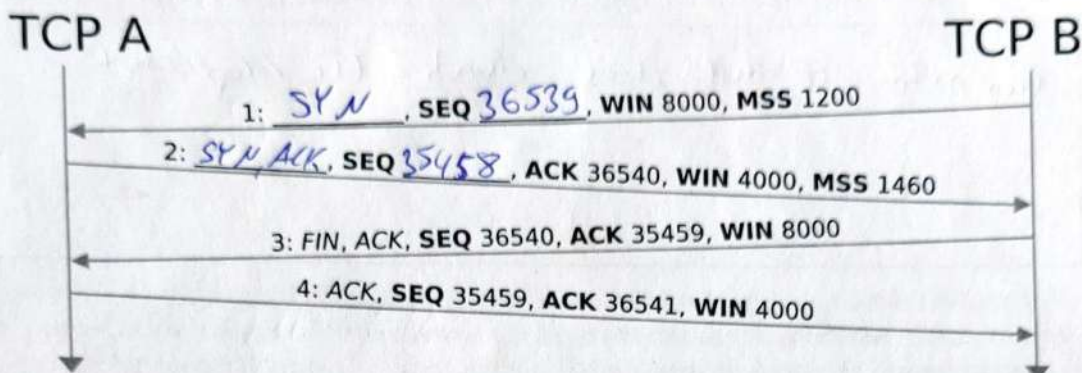
# Aufgabe 6 (Transportschicht)

(4.5 + 4.5 + 1) = 10 Punkte

a) (4.5 Punkte) Gegeben sind die unten stehenden Auszüge einer TCP-Verbindung. Das Format ist dabei:

<N>: { <FLAG>, } \* SEQ <S>, [ACK <A>,] WIN <W>, [MSS <M>,] [DATA <D>]

wobei N die Segmente lediglich zu Referenzzwecken durchnummeriert. Mit FLAG werden die Flags SYN, ACK und FIN genau dann angegeben, wenn sie gesetzt sind. S ist die Sequenznummer, A die Bestätigungsnummer sofern gesetzt, W die Window Size und M die Maximum Segment Size sofern gesetzt. Wenn DATA <D> angegeben ist, enthält die Nachricht D Byte Payload. Die Daten könnten (müssen aber nicht) aus den Empfangspuffern von Anwendungen ausgelesen worden sein. Dies ist hier nicht dargestellt.



i) Ergänzen Sie die fehlenden Informationen!

(2.5 Punkte)

Segment 1: Flag(s):

SYN ✓

SEQ:

36539 ✓

Segment 2: Flag(s):

SYN, ACK ✓

SEQ:

35458 ✓

ii) Welche der beiden TCP-Instanzen darf nach dem abgebildeten Paketaustausch noch Daten versenden – TCP A, TCP B, beide, oder keine? Begründen Sie ihre Antwort.

(1 Punkt)

TCP A .

TCP A hat noch kein FIN gesendet. TCP B schon.  
Verbindung wird nur einseitig beendet ✓

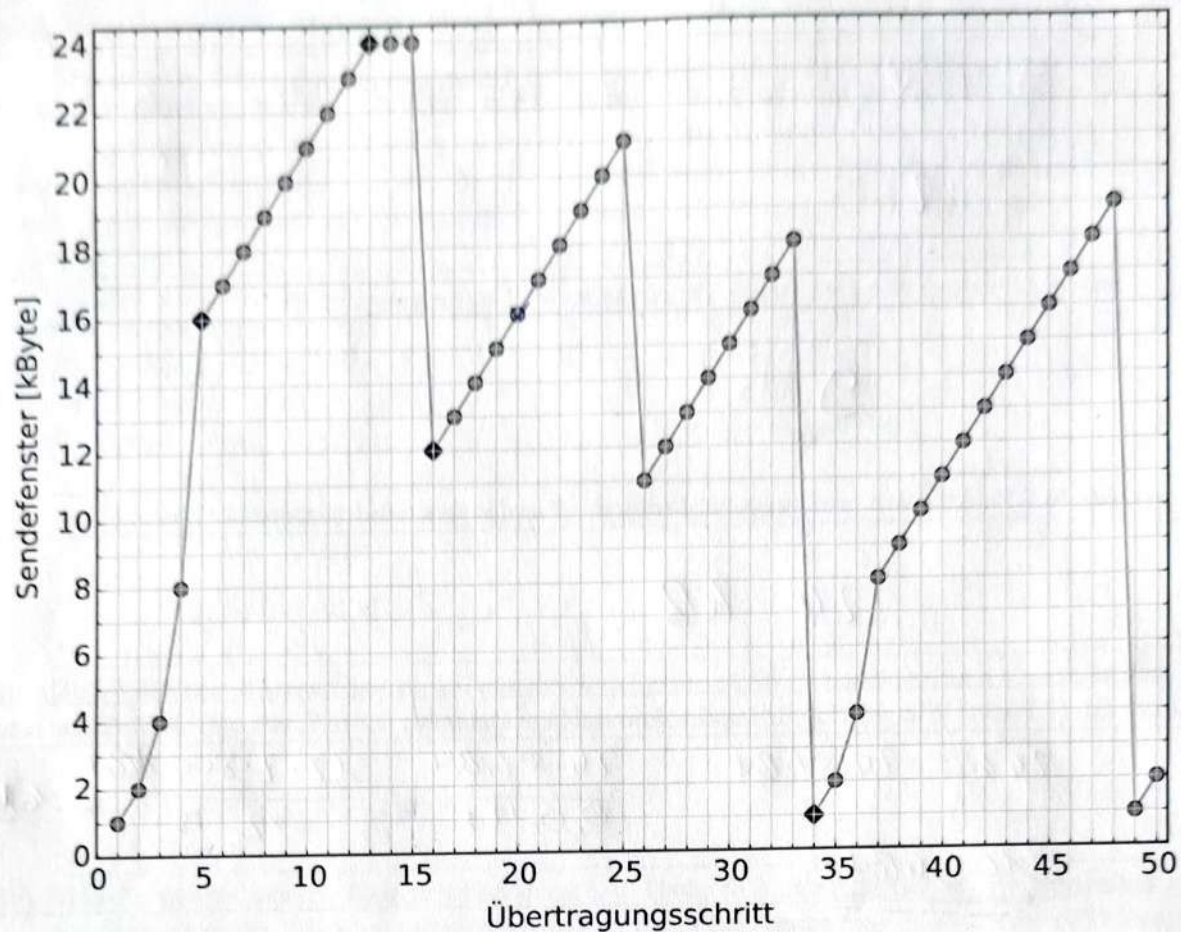
iii) Wieviele Pakete müssen mindestens noch ausgetauscht werden um die Verbindung vollständig zu beenden? Begründen Sie ihre Antwort!

(1 Punkt)

2: 3-way Handshake also noch FIN von TCP A  
und ACK von TCP B



- b) (4.5 Punkte) Gegeben ist das folgende Diagramm einer TCP-Datenübertragung, in der vereinfachend davon ausgegangen wird, dass die Übertragung in einzelnen Schritten stattfindet. Das Diagramm zeigt für jeden Schritt die Menge an Daten, die der Sender versenden darf.



Beantworten Sie folgende Fragen:

- i) (0.5 Punkte) Was passiert bei Übertragungsschritt 5?

Der Threshold wird erreicht ✓

(Der Threshold könnte hier auch 17 sein)

0.5

- ii) (0.5 Punkte) Was passiert bei Übertragungsschritt 13?

Die Window Size wurde erreicht, der Empfänger kann nicht mehr empfangen ✓

0.5

- iii) (0.5 Punkte) Was passiert bei Übertragungsschritt 16?

Es wird Fast Recovery gestartet also muss ein Triple-Dup-ACK empfangen werden sein. ✓

0.5



iv) (0,5 Punkte) Was passiert bei Übertragungsschritt 34?

Slow Start also an Timeout ✓

0,5

v) (0,5 Punkte) Wie groß ist der Threshold im 20. Übertragungsschritt?

12 kB

0

vi) (0,5 Punkte) Wie groß ist der Threshold im 35. Übertragungsschritt?

9 kB ft.

0,5

vii) (0,5 Punkte) Wie groß muss der Puffer des Empfängers mindestens sein?

24 kB

0,5

viii) (1 Punkt) Wie groß ist die maximal erreichbare Datenrate in Bit/s, wenn die RTT 12 ms beträgt?

$$24 \text{ kB} = 24 \cdot 8 \text{ kBit}$$

$$\frac{24 \cdot 8 \text{ kBit}}{0,012 \text{ s}} = \frac{12 \cdot 2 \cdot 8000 \text{ kBit}}{12 \text{ s}} = 16 \frac{\text{MBit}}{\text{s}}$$

16 MBit/s

✓ 1

c) (1 Punkt) Angenommen, auf allen Links im Internet und in lokalen Netzen würden Daten zuverlässig übertragen. Wäre die Implementierung eines zuverlässigen Datenübertragungsdienstes durch TCP dann überflüssig? Begründen Sie Ihre Antwort.

Nein da Pakete verschiedene Routen nehmen könnten, somit kann es sein, dass die Reihenfolge nicht eingehalten wird. ✓

1

9 / 3,5



# Aufgabe 7 (Anwendungsschicht)

(3 + 4 + 2) = 9 Punkte

- a) (3 Punkte) Zur Adressauflösung im Internet wird das Domain Name System (DNS) verwendet. Dabei werden für Menschen lesbare Domännennamen IP-Adressen zugeordnet.

Durch verschiedene DNS-Abfragen haben Sie folgende DNS-Ressource-Records erhalten:

tagesschau.de.	NS	a1-192.akamai.net.
tagesschau.de.	CNAME	www.tagesschau.de
tagesschau.de.	MX	e179.dsce6.akamai.net.
www.tagesschau.de.	CNAME	www.tagesschau.de.akamai.net.
www.tagesschau.de.akamai.net.	CNAME	e178.dsce6.akamai.net.
akamai.net.	NS	la3.akamai.net.
e178.dsce6.akamai.net.	A	23.64.60.5
e179.dsce6.akamai.net.	A	23.64.60.6
e198.dsce6.akamai.net.	A	23.64.60.22
a1-192.akamai.net.	A	193.108.88.0
la3.akamai.net.	A	95.101.36.192

- (i) Zu welcher IP-Adresse löst die Anfrage nach *tagesschau.de* auf? (1 Punkt)

23.64.60.5 ✓

- (ii) Die Webseite von *tagesschau.de* soll nun auf dem Server *e198.dsce6.akamai.net* laufen. In welcher Zone müssen hierzu Änderungen vorgenommen werden? (1 Punkt)

akamai.net. ✓

- (iii) DNS-Responses werden üblicherweise gecached. Dadurch können schnellere Antwortzeiten gewährleistet werden. Als Kontrollmechanismus wird den Responses eine *Time-to-Live (TTL)* zugeschrieben. Nennen Sie *einen Vorteil von kurzen TTLs* und *einen Vorteil von langen TTLs*.

Vorteil kurze TTL:

(0.5 Punkte)

Häufige Updates der Einträge. Wird erkannt wenn sich eine Adresse ändert ✓

Vorteil lange TTL:

(0.5 Punkte)

Wenig Last bei Nameservern durch weniger frequente Anfragen. ✓



b) (4 Punkte) Sie möchten den Inhalt der Seite *www.tagesschau.de* nun über HTTP abrufen. Gehen Sie dafür davon aus, dass die DNS-Auflösung bereits erfolgreich war und eine TCP-Verbindung zwischen Client und Server auf Port 80 besteht.

(i) Sie stellen fest, dass eine DNS-Anfrage nach *www.tagesschau.de* die selbe IP-Adresse liefert wie eine Anfrage nach *www.bmw.de*. Was bedeutet dies? (1 Punkt)

Beide Webserver laufen auf dem gleichen Rechner. Wahrscheinlich in einem Rechenzenter. ✓ ↗

(ii) Sie möchten den Inhalt der Seite *www.tagesschau.de* nun über HTTP abrufen. Der Inhalt der Website sei im Dokument */index.html* hinterlegt. Gehen Sie davon aus, dass die DNS-Auflösung bereits erfolgreich war und eine TCP-Verbindung zwischen Client und Server auf Port 80 besteht. Nennen Sie drei Elemente, die die HTTP-Anfrage notwendigerweise beinhalten muss. (1.5 Punkte)

- ~~Domain~~  
- URL ✓ 0.5

(iii) Gehen Sie davon aus, dass der Server in der Lage ist, Ihre Anfrage direkt zu bearbeiten. Nennen Sie drei Elemente, die die HTTP-Antwort notwendigerweise beinhalten muss. (1.5 Punkte)

- HTML Header ✓  
- HTML Body ✓ ↗

c) (2 Punkte) MIME ist eine der ersten und wichtigsten Erweiterungen des Simple Mail Transfer Protocols (SMTP).

(i) Welches grundlegende Problem von SMTP versucht MIME zu beheben? (1 Punkt)

fehlende Zuverlässigkeit f c

(ii) Auf welche Art löst MIME dieses Problem? (1 Punkt)

↗ c

55,5/9