

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 1)

Punkte:

Maximale Punkte: 2+2=4

Der preußische optische Telegraf (1832-1849) war ein telegrafisches Kommunikationssystem zwischen Berlin und Koblenz in der Rheinprovinz.

Behördliche und militärische Nachrichten konnten mittels optischer Signale über eine Distanz von fast 550 km via 62 Telegrafstationen übermitteln werden.

Jede Station verfügte über 6 Telegrafenarme mit je 4 Positionen zur Kodierung.

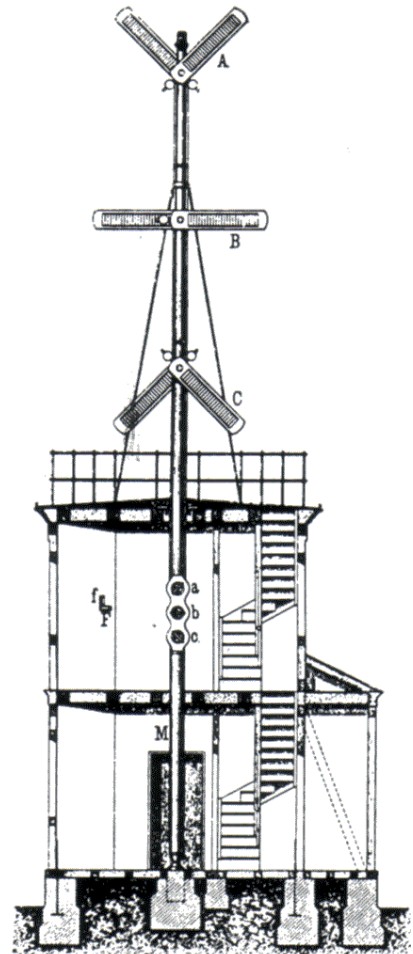
- a) Datentransferrate: Wie viele Bits können pro Sekunde übertragen werden, wenn man alle 10 Sekunden eine neue Einstellung der Telegrafenarme vornehmen kann?

Mit 6 Flügeln und 4 Positionen pro Flügel gibt es $4^6 = 4096$ Flügelpositionen. damit kann man 12 Bits darstellen.

$$\text{Datentransferrate} = \frac{12 \text{ Bits}}{10 \text{ s}} = 1,2 \text{ Bit/s}$$

- b) Latenz: Wie groß ist die Ende-zu-Ende-Verzögerung, wenn jede Station 1 Minute für die Weiterleitung benötigt? Einfacher gefragt: Wie lange dauert die Übertragung einer Nachricht von Berlin nach Koblenz?

Bei 62 Stationen müssen 61 Stationen weiterleiten, also benötigt man 61 Minuten.



Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 2)

Punkte:

Maximale Punkte: 7

Ein Bild enthält 2000x1000 Pixel. Pro Pixel sind 2 Bytes für die Repräsentation der Farbinformation nötig. Nehmen Sie an, dass das Bild unkomprimiert vorliegt. Wie lange dauert die Übertragung des Bildes via...

Der erste Schritt ist die Größe des Bildes in Bits zu ermitteln.

$$2000 * 1000 \text{ Pixel} = 2.000.000 \text{ Pixel}$$

$$2.000.000 \text{ Pixel} * 2 \text{ Bytes/Pixel} = 4.000.000 \text{ Bytes}$$

$$4.000.000 \text{ Bytes} * 8 = 32.000.000 \text{ Bits}$$

a) Modem mit 56 kbps Datendurchsatzrate?

$$\frac{32.000.000 \text{ Bits}}{56.000 \text{ Bits/s}} \approx 571,43 \text{ s}$$

b) DSL mit 8 Mbps Datendurchsatzrate?

$$\frac{32.000.000 \text{ Bits}}{8.000.000 \text{ Bits/s}} = 4 \text{ s}$$

c) Ethernet mit 1 Gbps Datendurchsatzrate?

$$\frac{32.000.000 \text{ Bits}}{1.000.000.000 \text{ Bits/s}} = 0,032 \text{ s}$$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 3)

Punkte:

Maximale Punkte: 3+3=6

Eine MP3-Datei mit einer Dateigröße von $30 \cdot 10^6$ Bits soll von Endgerät A zu Endgerät B übertragen werden. Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 200.000 km/s. A und B sind direkt durch eine 5.000 km lange Verbindung miteinander verbunden. Die Datei wird als eine einzelne $30 \cdot 10^6$ Bits große Nachricht übertragen. Es gibt keine Header oder Trailer (*Anhänge*) durch Netzwerkprotokolle.

Berechnen Sie die Übertragungsdauer (Latenz) der Datei für folgende Datentransferraten zwischen beiden Endgeräten...

a) 16 Mbps

Dateigröße: 30.000.000 Bits
Datentransferrate: 16.000.000 Bits/s

Ausbreitungsverzögerung = $5.000.000 \text{ m} / 200.000.000 \text{ m/s} = 0,025 \text{ s}$
Übertragungsverzögerung = $30.000.000 \text{ Bits} / 16.000.000 \text{ Bits/s} = 1,875 \text{ s}$
Wartezeit = 0 s

Latenz = Ausbreitungsverzögerung + Übertragungsverzögerung + Wartezeit
= $0,025 \text{ s} + 1,875 \text{ s} = 1,9 \text{ s}$

b) 100 Mbps

Dateigröße: 30.000.000 Bits
Datentransferrate: 100.000.000 Bits/s
Ausbreitungsverzögerung = $5.000.000 \text{ m} / 200.000.000 \text{ m/s} = 0,025 \text{ s}$
Übertragungsverzögerung = $30.000.000 \text{ Bits} / 100.000.000 \text{ Bits/s} = 0,3 \text{ s}$
Wartezeit = 0 s

Latenz = Ausbreitungsverzögerung + Übertragungsverzögerung + Wartezeit
= $0,025 \text{ s} + 0,3 \text{ s} = 0,325 \text{ s}$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 4)

Punkte:

Maximale Punkte: 2+2=4

Berechnen Sie für jede der in Aufgabe 3 genannten Alternativen (Datentransferraten) das Volumen der Netzwerkverbindung. Stellen Sie sich vor die Verbindung ist wie ein Puffer. Was ist die maximale Anzahl an Bits, die sich zwischen Sender und Empfänger in der Leitung befinden können.

Die Eckdaten von Aufgabe 3 sind alle unverändert.

Distanz: 5.000.000 m

Signalausbreitungsgeschwindigkeit: 200.000.000 m/s

a) 16 Mbps

Die Ausbreitungsverzögerung (0,025 s) wurde in Aufgabe 3 a ausgerechnet.

Übertragungsverzögerung und Wartezeit sind nicht relevant hier.

$16.000.000 \text{ Bits/s} * 0,025 \text{ s} = 400.000 \text{ Bits}$

b) 100 Mbps

Die Ausbreitungsverzögerung (0,025 s) wurde in Aufgabe 3 b ausgerechnet.

Übertragungsverzögerung und Wartezeit sind nicht relevant hier.

$100.000.000 \text{ Bits/s} * 0,025 \text{ s} = 2.500.000 \text{ Bits}$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 5)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+1+1+2+1=6$

- a) Nennen Sie zwei Leitungscodes, die zwei Signalpegel verwenden.

NRZ, NRZI, Unip. RZ, Manchester, Manchester II, Diff. Manchester

- b) Nennen Sie zwei Leitungscodes, die drei Signalpegel verwenden.

MLT-3, RZ, AMI, B8ZS

- c) Nennen Sie zwei Leitungscodes, die einen Signalpegelwechsel bei jedem übertragenen Bit garantieren.

RZ, Manchester, Manchester II, Diff. Manchester

- d) Warum garantieren nicht alle Leitungscodes einen Signalpegelwechsel bei jedem übertragenen Bit?

Kommt es zum Signalpegelwechsel bei jedem übertragenen Bit, ist die Effizienz des Leitungscodes schlecht.

- e) Nennen Sie zwei Leitungscodes, die garantieren, dass die Belegung der Signalpegel gleichverteilt ist.

AMI, B8ZS, Manchester, Manchester II

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 6)

Punkte:

Maximale Punkte: $2+1+2+2=7$

- a) Was ist die Aufgabe von Bridges in Computernetzen?

Bridges verbinden physische Netze und leiten Rahmen von einem physischen Netz in ein anderes physisches Netz weiter. Zudem untersuchen Bridges die Rahmen mit Prüfsummen auf Korrektheit.

- b) Was ist der Hauptunterschied zwischen Bridges und Layer-2-Switches?

Layer-2-Switches sind Bridges mit > 2 Schnittstellen.

- c) Was ist ein Spannbaum?

Der Spannbaum (Spanning Tree) ist ein Teilgraph des Graphen, der alle Knoten abdeckt, aber kreisfrei ist, weil Kanten entfernt wurden

- d) Was ist eine Bridge Protocol Data Unit (BPDU) und wofür wird sie verwendet?

Die Nachrichten, mit denen die Bridges kommunizieren, heißen Bridge Protocol Data Unit (BPDU). Sie werden im Datenfeld von Ethernet-Rahmen via Broadcast an die benachbarten Bridges gesendet. Mit BPDUs tauschen Bridges Informationen über die Bridge-IDs und die Pfadkosten aus.

Name:

Vorname:

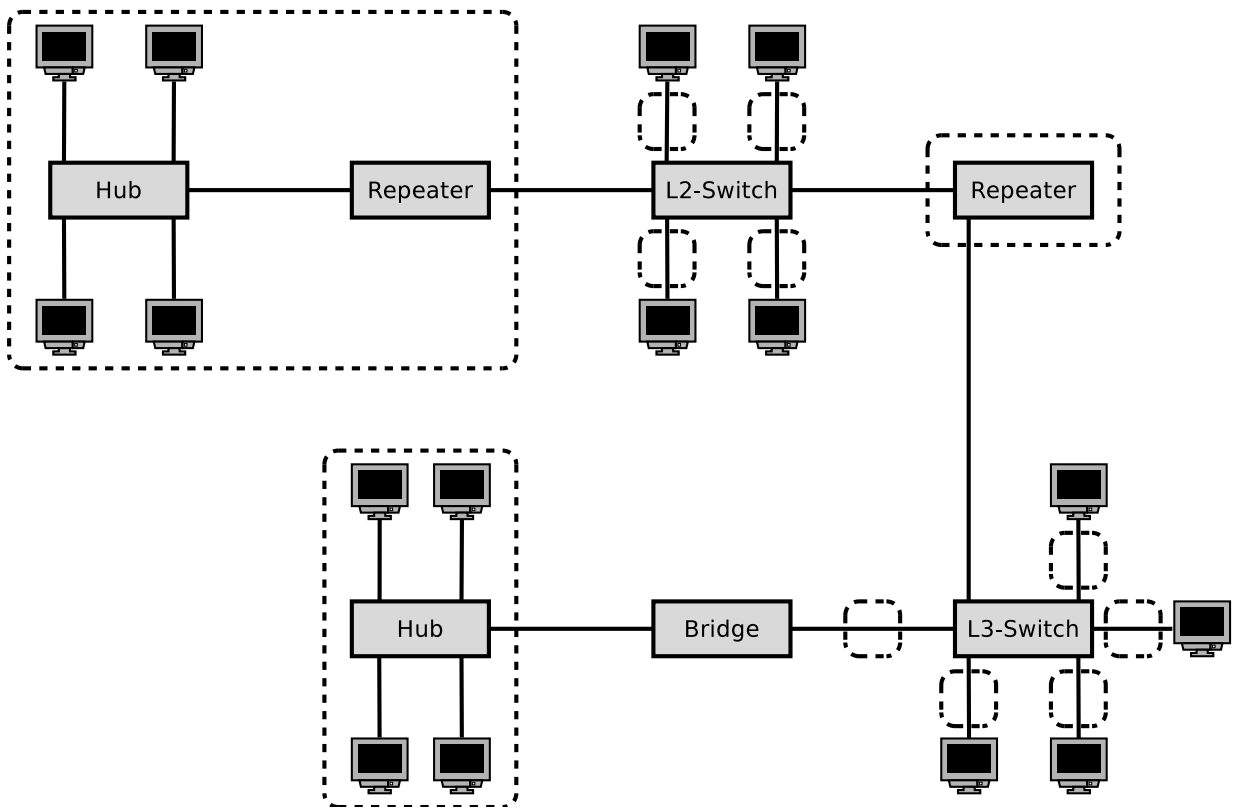
Matr.Nr.:

Aufgabe 7)

Punkte:

Maximale Punkte: 6

Zeichnen Sie die Kollisionsdomänen in die abgebildete Netzwerktopologie.



Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 8)

Punkte:

Maximale Punkte: 1+1+1+3=6

- a) Eine Methode, um die Grenzen der Rahmen zu markieren, ist die Längenangabe im Header. Nennen Sie ein potentiell Problem, dass bei dieser Methode entstehen kann.

Wird das Datenfeld, das die Anzahl Bytes Nutzdaten im Rahmen enthält, während der Übertragung verändert, kann der Empfänger das Ende des Rahmens nicht mehr korrekt erkennen

- b) Eine Methode, um die Grenzen der Rahmen zu markieren, ist das Zeichenstopfen (*Byte Stuffing*). Nennen Sie einen Nachteil dieser Methode.

Wegen der engen Anlehnung an die ASCII-Zeichenkodierung.

- c) Warum arbeiten aktuelle Protokolle der Sicherungsschicht, wie z.B. Ethernet und WLAN, Bit-orientiert und nicht Byte-orientiert?

Damit beliebige Zeichensätze verwendet werden können.

- d) Welche Informationen enthält ein Ethernet-Rahmen?

- IP-Adresse des Senders
- MAC-Adresse des Senders
- Hostname des Empfängers
- Information, welches Transportprotokoll verwendet wird
- Präambel um den Empfänger zu synchronisieren
- Port-Nummer des Empfängers
- CRC-Prüfsumme
- Information, welches Anwendungsprotokoll verwendet wird
- VLAN-Tag
- MAC-Adresse des Empfängers
- IP-Adresse des Empfängers
- Information, welches Protokoll in der Vermittlungsschicht verwendet wird
- Hostname des Senders
- Signale, die über das Übertragungsmedium übertragen werden
- Port-Nummer des Senders

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 9)

Punkte:

Maximale Punkte: 3+4=7

- a) Fehlerkorrektur via vereinfachtem Hamming-Code (Hamming-ECC-Verfahren). Berechnen Sie die zu übertragene Nachricht (Nutzdaten inklusive Prüfbits).

Nutzdaten: 10111110

Schritt 1: Positionen der Prüfbits ermitteln:

```
Position: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
zu übertragende Daten: ? ? 1 ? 0 1 1 ? 1 1 1 0
```

Schritt 2: Werte der Prüfbits berechnen:

```
0011 Position 3
0110 Position 6
0111 Position 7
1001 Position 9
1010 Position 10
XOR 1011 Position 11
-----
1010 = Werte der Prüfbits
```

Schritt 3: Werte der Prüfbits in die Übertragung einfügen:

```
Position: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
zu übertragende Daten: 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0
```

- b) Fehlerkorrektur via vereinfachtem Hamming-Code (Hamming-ECC-Verfahren). Überprüfen Sie, ob die empfangene Nachricht korrekt übertragen wurde.

Empfangene Nachricht: 101110100010

```
empfangene Daten: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
                  1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0
```

Die Prüfbits sind die Positionen 1, 2, 4 und 8.

Die empfangene Nutzdatenbits mit dem Wert 1 sind Positionen 3, 5, 7 und 11.

```
0011 Position 3
0101 Position 5
0111 Position 7
XOR 1011 Position 11
-----
1010 Prüfbits berechnet
XOR 1010 Prüfbits empfangen
-----
0000 => Korrekte Übertragung
```

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 10)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+1+1+1+1+1=6$

- a) Warum ist Flusskontrolle für den Empfänger wichtig?

Langsame Empfänger sollen nicht mit Rahmen überschüttet werden, denn dadurch würden Rahmen verloren gehen. Via Flusskontrolle steuert der Empfänger die Sendegeschwindigkeit des Senders dynamisch und stellt so und die Vollständigkeit der Datenübertragung sicher.

- b) Wie reagiert der Sender bei Stop-and-Wait-Protokollen, wenn ein Timeout auftritt?

Der Rahmen wird erneut gesendet.

- c) Warum ist es ausreichend, wenn die Sequenznummer bei Stop-and-Wait-Protokollen nur ein Zeichen groß ist?

Nachdem ein Rahmen übertragen wurde, wartet der Sender auf ein ACK. Sendet der Empfänger ein ACK, enthält es die Sequenznummer des nächsten erwarteten Rahmens.

- d) Wie verhält sich der Empfänger, wenn er einen Rahmen doppelt empfängt?

Der Empfänger verwirft Duplikate, bestätigt sie aber beim Sender.

- e) Was ist der Nachteil von Stop-and-Wait-Protokollen?

Geringer Durchsatz verglichen mit der Leitungskapazität.

- f) Was ist der Vorteil von Schiebefensterprotokollen (Sliding-Window-Protokollen), verglichen mit Stop-and-Wait-Protokollen?

Bei Schiebefensterprotokollen wird die Leitungs- und Empfangskapazität besser ausgelastet.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 11)

Punkte:

Maximale Punkte: 3+3=6

In jeder Teilaufgabe überträgt ein Sender ein IP-Paket an einen Empfänger. Berechnen Sie für jede Teilaufgabe die Subnetznummern von Sender und Empfänger und geben Sie an, ob das IP-Paket während der Übertragung das Subnetz verlässt oder nicht.

a)

```
Sender:          11010101.10011001.01010101.10110111    213.153.85.183
Netzmaske: AND  11111111.11111111.11111111.11110000    255.255.255.240
-----
                11010101.10011001.01010101.10110000    11 => Subnetznummer
```

```
Empfänger:      11010101.10011001.01010101.10110111    213.153.85.187
Netzmaske: AND  11111111.11111111.11111111.11110000    255.255.255.240
-----
                11010101.10011001.01010101.10110000    11 => Subnetznummer
```

Präambel = 11 => Klasse C
Subnetznummer des Senders? 11
Subnetznummer des Empfängers? 11
Verlässt das IP-Paket das Subnetz [ja/nein]? nein

b)

```
Sender:          10110101.10011001.01010000.10110111    181.153.80.183
Netzmaske: AND  11111111.11111111.11100000.00000000    255.255.248.0
-----
                10110101.10011001.01000000.00000000    2 => Subnetznummer
```

```
Empfänger:      10110101.10011001.01010101.11100110    181.153.85.230
Netzmaske: AND  11111111.11111111.11100000.00000000    255.255.248.0
-----
                10110101.10011001.01000000.00000000    2 => Subnetznummer
```

Präambel = 10 => Klasse B
Subnetznummer des Senders? 2
Subnetznummer des Empfängers? 2
Verlässt das IP-Paket das Subnetz [ja/nein]? nein

Name:

Vorname:

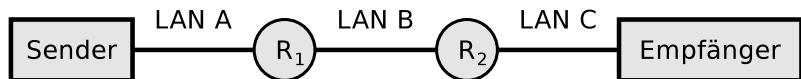
Matr.Nr.:

Aufgabe 12)

Punkte:

Maximale Punkte: 10

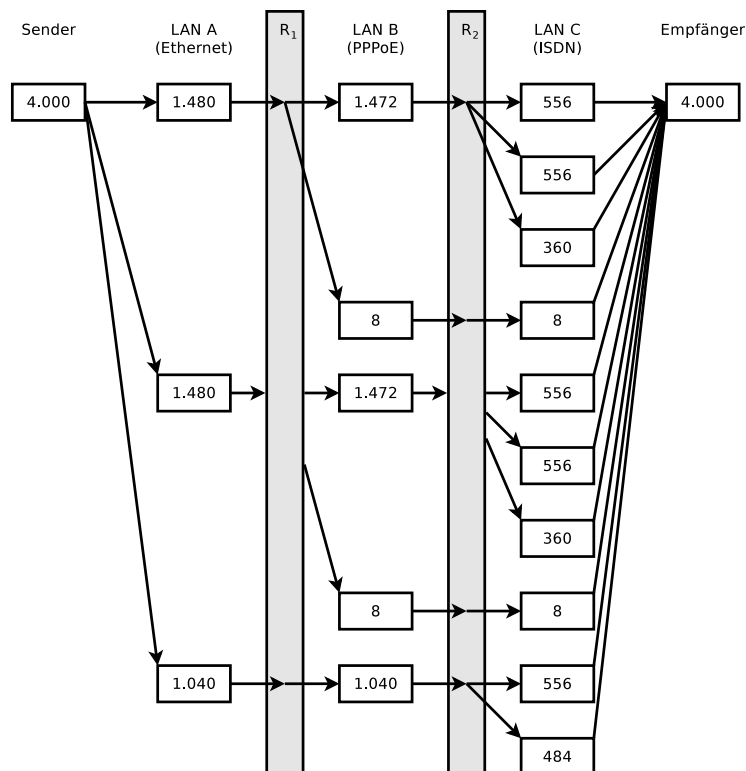
Es sollen 4.000 Bytes Nutzdaten via IP-Protokoll übertragen werden.



Das IP-Paket muss fragmentiert werden, weil es über mehrere physische Netzwerke transportiert wird, deren MTU < 4.000 Bytes ist.

	LAN A	LAN B	LAN C
Vernetzungstechnologie	Ethernet	PPPoE	ISDN
MTU [Bytes]	1,500	1,492	576
IP-Header [Bytes]	20	20	20
max. Nutzdaten [Bytes]	1,480	1,472	556

Zeigen Sie grafisch den Weg, wie das Paket fragmentiert wird und wie viele Bytes Nutzdaten jedes Fragment enthält.



Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 13)

Punkte:

Maximale Punkte: 15

Welches Protokoll...

- a) löst logische Adressen in physische Adressen auf? *ARP*
- b) ermöglicht Routing innerhalb autonomer Systeme via Bellman-Ford-Algorithmus?
RIP
- c) bietet Überlastkontrolle (*Congestion Control*) und Flusskontrolle (*Flow Control*)?
TCP
- d) ermöglicht Routing innerhalb autonomer Systeme via Dijkstra-Algorithmus? *OSPF*
- e) ermöglicht die Zuweisung der Netzwerkkonfiguration an Netzwerkgeräte? *DHCP*
- f) vermeidet (*avoids*) Kollisionen in physischen Netzen? *CSMA/CA*
- g) ermöglicht die verschlüsselte Fernsteuerung von Computern? *SSH*
- h) ermöglicht die unverschlüsselte Fernsteuerung von Computern? *Telnet*
- i) realisiert verbindungslose Interprozesskommunikation? *UDP*
- j) tauscht Diagnose- und Fehlermeldungen aus? *ICMP*
- k) reduziert ein Computernetz zu einem kreisfreien Baum? *Spanning Tree Protocol (STP)*
- l) erkennt (*detects*) Kollisionen in physischen Netzen? *CSMA/CD*
- m) ermöglicht den unverschlüsselten Download und Upload von Dateien? *FTP*
- n) ermöglicht das Austauschen (Ausliefern) von Emails? *SMTP oder POP3*
- o) löst Domainnamen in logische Adressen auf? *DNS*