

1. Zwei Kommunikationssysteme A und B tauschen Daten über das unzuverlässige Internet aus.

a) Was verstehen Sie unter einem unzuverlässigen Dienst? (Nennen Sie 4 unterschiedliche Kriterien).

Keine Garantie für:

- Ankunft der Daten am Ziel
- Gleiche Reihenfolge der Datenpakete bei Ankunft am Ziel
- Lieferung innerhalb einer bestimmten Zeit
- Gleichen Weg durch das Netz
- Keine Retransmission, FlowControl

b) Welche Aufgaben hat das Internet (Schicht 3)? Nennen Sie zwei Aufgaben.

- Netzweite Adressierung
- Nachführen der Routing Informationen
- Ermitteln des optimalen Weges
- Weiterleiten der Daten über den festgelegten Weg

c) In welcher Schicht des OSI Modells stellen Sie sicher, dass trotzdem eine definierte Qualität der Übertragung zwischen den Endknoten A und B erfolgen kann?

Schicht 4

2. Optisches Übertragungsmedium

a) Die optische Sendeeinrichtung sendet mit 10^{-3} Watt Leistung. Für eine genügende Übertragungsqualität muss der Leistungspegel beim Empfänger mindestens 10^{-5} Watt betragen. Der Lichtwellenleiter hat einen Dämpfungsbelag von 0.5 dB/km. Welche Distanz kann überbrückt werden?

Die erlaubte Abschwächung der Leistung entspricht dem Faktor 100, also 20 dB.
Demzufolge darf die Leitung maximal 40 km lang sein.

b) Gibt es bei der Ermittlung der maximalen Leitungslänge noch andere physikalische Effekte zu beachten? Welche?

Ja, die Dispersion.

3. Ein Übertragungssystem nutzt eine Bandbreite von 100 MHz und codiert den Bitstrom mit 4-wertigen Symbolen.

a) Welches ist die theoretisch erreichbare maximale Bitrate?

max_Symbolrate = 200 MBd
2 Bit/Symbol → max_Bitrate = 400 Mbit/s

b) Zur Steigerung der Bitrate wird ein 8-wertiger Code in Erwägung gezogen. Unter welchen Voraussetzungen ist das möglich?

Der Signal/Rauschabstand S/N muss genügend gross sein. Das ergibt sich aus der Sendeleistung, der Leitungsdämpfung und der Störleistung.

4. Sie sehen auf einem Oszilloskop das folgende Bild eines 100Base-TX Signals:



Ein Kästchen entspricht einem Bit. Wie lauten die ersten 10 Bits?

Antwort: 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1

5. Codierung auf Leitungen

- a) Welche Eigenschaft muss ein Leitungscode aufweisen, dass der Empfänger den Takt aus dem Datenstrom extrahieren kann?

Der Bitstrom muss so codiert werden, dass er - unabhängig von den übertragenen Daten - genügend häufige Pegeländerungen (Signalfanken) aufweist.

- b) Nennen Sie zwei Codes, welche die Bedingung unter a) erfüllen.

Manchester (10Base2, 10BASE-T), dreiwertiger NRZI mit 4B5B Codierung (100Base-TX), 4B3T (10BASE-T1L)

- c) Aus welchen Gründen kann es notwendig sein, dass ein Leitungscode gleichstromfrei ist?

Wird das Signal galvanisch getrennt über einen Transformator geführt wird, dann geht der Gleichstromanteil verloren.

- d) Nennen Sie zwei Codes, welche gleichstromfrei sind.

AMI, 4B3T (10BASE-T1L), dreiwertiger NRZI (100Base-T)

6. Wir betrachten eine asynchrone Schnittstelle, welche mit folgenden Parametern betrieben wird: Bitdauer T ist 1 ms, 8 Bit/Zeichen, 1 Stopp-Bit.

- a) Welche maximale Zeichenrate lässt die Schnittstelle zu?

1000 Bit/s / 10 Bit/Zeichen = 100 Zeichen/s

- b) Um wieviel darf die Frequenz des Empfängertaktgebers von dem des Senders maximal abweichen, ohne dass das einen Übertragungsfehler bewirkt? Relative Angabe in Prozent.

Zeitmessung startet mit der fallenden Flanke des Start-Bits nach $9.5 \cdot T$ ist man im Idealfall in der Mitte des letzten Datenbits

Fehlablesung entsteht dann, wenn man um $0.5 \cdot T$ daneben liegt

$\rightarrow 0.5 \cdot T / 9.5 \cdot T = 1/19 = 5.26\%$

- c) Wir betrachten den Fall, bei dem die Frequenz des Empfängertaktgebers geringfügig höher ist, als der unter b) errechnete Wert. Es wird das Zeichen 10101010 gesendet. Welches Zeichen detektiert der Empfänger?

Das zuletzt übertragene Bit wird nicht abgetastet, dafür das vorhergehende zweimal. Weil das letzte Bit das MSB ist, wird das Zeichen 00101010 empfangen.

7. Synchrone Datenübertragung und Codes

Bei der synchronen Datenübertragung werde das Flag 01111110 und Bit-Stuffing (Bitstopfen) verwendet.

a) Wozu verwendet man hier Bit-Stuffing?

Start-/Ende-Flags dürfen nicht in den eigentlichen Daten vorkommen, da dies vom Empfänger als Flag detektiert würde

b) Wie sieht der folgende gesendete Bitstrom auf der Leitung aus?

10101111110100111111111111000000101011111011111101

1010111110101001111101111101100000010101111100111110101

8. Welche Aufgaben hat der Data Link Layer generell? Nennen Sie 4 Funktionen und zu jeder ein treffendes Beispiel, wie die Aufgabe bei Ethernet gelöst wird (Stichwort genügt).

- Frame Delineation → Präambel und SFD
- Fehlererkennung → CRC
- Fehlerkorrektur → bei Ethernet keine auf dem MAC Layer
- Adressierung → global gültige MAC-Adressen
- Media Access Control → CSMA/CD

9. Benennen und beschreiben Sie ein MAC-Verfahren, welches garantiert, dass eine Meldung innerhalb einer vorgegebenen Zeit übertragen werden kann. Welches sind die Nachteile des Verfahrens?

- Master/Slave: Master fragt Slaves ab (Master ist Single Point of Failure)
- Token Passing: Berechtigung wird weitergereicht (Token Management ist aufwendig)
- Zeitgesteuerte Zuteilung des Mediums (aufwendige Planung nötig)

10. Wie viele Frames pro Sekunde können auf einem 100 Base-TX Ethernet Segment pro Richtung maximal übertragen werden? Der Lösungsweg muss ersichtlich sein!

Hinweis: Ethernet verlangt, dass zwischen dem Ende eines Frames und der Präambel des nächsten Frames eine Pause eingefügt werden muss (den sogenannten Inter-Frame Gap), die mindestens so lange wie die Übertragung von 12 Bytes dauert.

Die grösste Frame Rate wird erreicht, wenn alle Frames die minimale Länge von 64 Oktetts aufweisen. Solche Frames belegen folgende Anzahl von Oktett Einheiten von 80 ns:

- 8 für Präambel und Start Frame Delimiter (SFD)
- 64 für das eigentliche Frame (mit bis zu 46 Oktetts Nutzdaten)
- 12 für Interframe Gap (960 ns)

$$\begin{aligned}\text{Framerate} &= 10^8 \text{ bit per second} / 8 * (8+64+12) \text{ bit per frame} \\ &= 148'800 \text{ frames per second}\end{aligned}$$

11. Unten ist der Hex-Dump eines MAC-Frames dargestellt, wie er mit Wireshark aufgezeichnet worden ist.

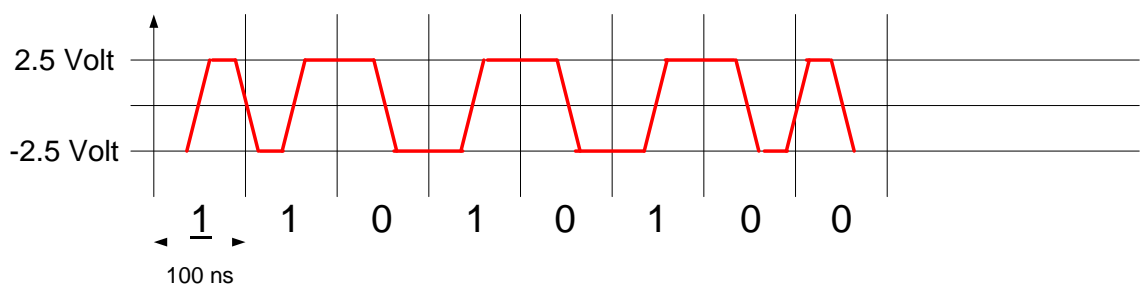
```
0000: 08 00 2B C3 AC A5 00 00 F8 1A 84 1A 08 00 45 00
0010: 00 2C 1B 31 40 00 80 06 99 5E A0 55 82 2A A0 55
0020: 83 67 04 1A 12 67 00 00 C0 C5 00 00 00 00 60 02
0030: 20 00 5A A3 00 00 02 04 05 B4 00 00 A3 7C 51 FB
```

a) Markieren und benennen Sie die einzelnen Felder.

Oktett 0-5: Destination MAC-Address (08-00-2B-C3-AC-A5)
 Oktett 6-11: Source MAC-Address (00-00-F8-1A-84-1A)
 Oktett 12/13: Length / Type → hier Type = 0x0800
 Oktett 14-59: Data / padding
 Oktett 60-63: Frame Check Sequence

b) ~~Zeichnen Sie die Manchesterkodierung eines 10Base2 Signals für das dritte Byte des Frames. Zeichnen Sie auch die Pegel ein und berücksichtigen Sie die Zeiten.~~

~~3. Oktett = 0x2B = 00101011
 → das Bit rechts ist das LSB und geht zuerst auf die Leitung~~



c) Was lässt sich über den Inhalt des Datenfeldes aussagen?

ein IP-Paket (wegen Type = 0x0800)
 (Eine ebenfalls gültige Lösung ist: Das Datenfeld enthält ein L3-Paket vom Typ 0x0800).

12. Charakterisieren Sie das für 100 Base-TX verwendete Kabel (inkl. Stecker). Worin können sich solche Kabel unterscheiden?

- UTP (Kabel, das ungeschirmte verdrehte Aderpaare enthält). Das universell verwendbare Kabel enthält 8 Adern, von denen bei 100 Base-TX nur 4 verwendet werden.
- Üblicher Stecker ist vom Typ RJ45.
- Unterschiede: Es gibt 1:1 und Crossover – Kabel. Die Übertragungseigenschaften können sehr verschieden sein und werden durch die Kabelkategorie charakterisiert.

13. Nennen Sie zwei Leistungsmerkmale einer Bridge

- Filterrate
- Transferrate
- Grösse der MAC-Adresstabelle
- Möglichkeit der Einstellbarkeit des Cut-Through-Switching

14. Erklären Sie, was man unter dem Begriff **Broadcast Domain** versteht und wie dessen Ausdehnung definiert ist.

Das ist bei Ethernet der Bereich, in dem sich Layer-2 Broadcasts ausdehnen können. Er umfasst alle Stationen, die auf Layer 2 (durch Repeater, Bridges und Switches) gekoppelt sind.

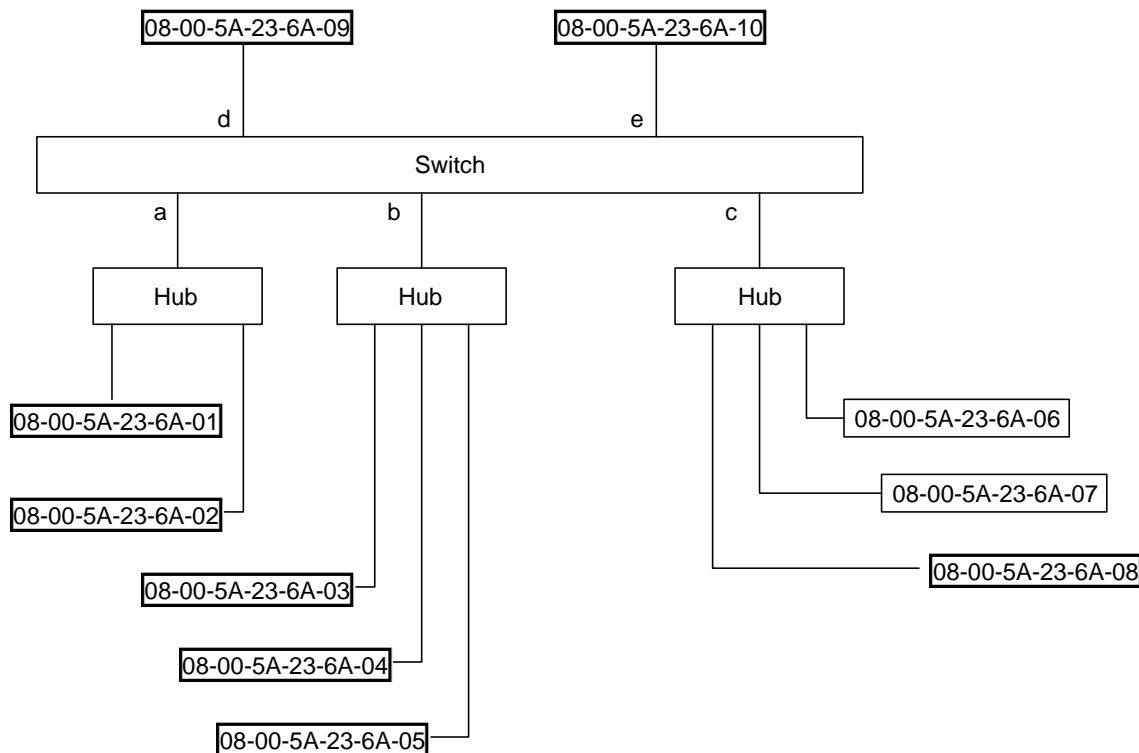
15. Wir betrachten ein sehr schwach belastetes Ethernet (d.h. praktisch keine Kollisionen und keine Wartezeiten in Switches). Worin besteht der wesentliche Unterschied, ob man nun ein 100 Mb/s oder ein Gigabit-Ethernet verwendet? Wo ist dieser Unterschied wichtig?

Transit Delay ist im 1000 Mb/s-Ethernet 10 mal geringer, was bei kaskadierten Store and Forward Switches erheblich sein kann. Die resultierende Round Trip Time kann die Performance stark beeinflussen. 1000 Mb/s-Ethernets haben nicht nur einen höheren Durchsatz, sie sind auch reaktionsfreudiger!

Beispiel: 3 Switches und maximal langes Frame $\rightarrow 4 \cdot 12.3 \mu\text{s}$ versus $4 \cdot 123 \mu\text{s}$

16. Ein Netzwerk besteht aus einem Ethernet Switch, drei Ethernet Hubs und 10 Endgeräten. Anfangsbedingung: Der Ethernet Switch kennt zu Beginn keine einzige MAC-Adresse. Annahmen: Die Aging-Time betrage 300 Sekunden. Die Aging-Time für eine MAC-Adresse wird nur zurückgesetzt, wenn diese MAC-Adresse als *Quelle*adresse erscheint.

Netzwerk:



Aufgabe: Geben Sie durch Setzen der entsprechenden Kreuze in den Kolonnen a ... e an, auf welchen Switchports (a ... e) die Meldungen sichtbar sind.

Zeit t	Meldungs-Nr.	Quelladresse	Zieladresse	a	b	c	d	e
0	1	08-00-5A-23-6A-01	08-00-5A-23-6A-10	x	x	x	x	x
10 s	2	08-00-5A-23-6A-05	08-00-5A-23-6A-01	x	x			
20 s	3	08-00-5A-23-6A-09	08-00-5A-23-6A-08	x	x	x	x	x
30 s	4	08-00-5A-23-6A-07	08-00-5A-23-6A-04	x	x	x	x	x
120 s	5	08-00-5A-23-6A-09	08-00-5A-23-6A-05		x		x	
250 s	6	08-00-5A-23-6A-06	08-00-5A-23-6A-01	x		x		
260 s	7	08-00-5A-23-6A-03	08-00-5A-23-6A-09		x		x	
320 s	8	08-00-5A-23-6A-03	08-00-5A-23-6A-07		x	x		
350 s	9	08-00-5A-23-6A-09	08-00-5A-23-6A-07	x	x	x	x	x
400 s	10	08-00-5A-23-6A-02	08-00-5A-23-6A-06	x		x		

17. Tagged MAC Frame

a) Was versteht man unter einem Tagged MAC Frame?

zusätzliches Header-Feld (Tag) für VLAN ID und Priorisierung

b) Woran erkennt man ein Tagged Frame?

am Ethertype (0x8100)

c) Welche zwei wichtigen funktionalen Erweiterungen werden damit ermöglicht?

VLAN und Priorisierung

18. Rechnen mit IP-Adressen und Netzmasken. Ergänzen Sie die leeren Felder

	IP-Adresse	Subnetzmaske	Netzadresse	Broadcast-Adresse	Anzahl Adressen inkl. Netz- und Broadcast-Adresse
a	17.8.7.8	255.255.0.0	17.8.0.0	17.8.255.255	65536
b	11.7.177.4	255.255.224.0	11.7.160.0	11.7.191.255	8192
c	144.3.133.1	255.255.192.0	144.3.128.0	144.3.191.255	16384
d	31.4.2.166	255.255.255.248	31.4.2.160	31.4.2.167	8

19. IP-Subnetz Aufteilung

Sie bekommen von Ihrem Internet Service Provider (ISP) ein privates Klasse-C Netz zugeteilt. In Ihrem Haus befinden sich 4 Parteien, welche sich den Internet-Anschluss teilen. Sie geben jeder Partei **ein gleich grosses Subnetz**, indem sie das Klasse-C Netz 192.168.1.0/24 in 4 Subnetze aufteilen. Geben Sie für alle 4 Subnetze die Netzadresse, die Netzmaske, die Broadcast-Adresse, den Default Gateway sowie die Anzahl adressierbarer Hosts an.

Subnetz 1	
Netzadresse	192.168.1.0
Netzmaske	/26 oder 255.255.255.192 (letztes Byte: 11000000)
Broadcast-Adresse	192.168.1.63
Anzahl adressierbarer Hosts	62 (64 – 2)

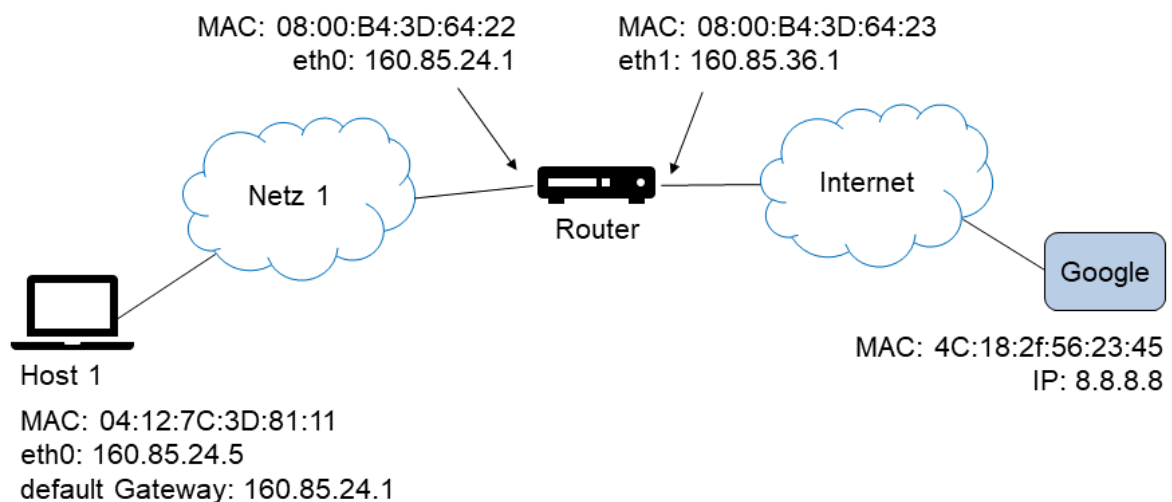
Subnetz 2	
Netzadresse	192.168.1.64
Netzmaske	/26 oder 255.255.255.192 (letztes Byte: 11000000)
Broadcast-Adresse	192.168.1.127
Anzahl adressierbarer Hosts	62 (64 – 2)

Subnetz 3	
Netzadresse	192.169.1.128
Netzmaske	/26 oder 255.255.255.192 (letztes Byte: 11000000)
Broadcast-Adresse	192.168.1.191
Anzahl adressierbarer Hosts	62 (64 – 2)

Subnetz 4	
Netzadresse	192.168.1.192
Netzmaske	/26 oder 255.255.255.192 (letztes Byte: 11000000)
Broadcast-Adresse	192.168.1.255
Anzahl adressierbarer Hosts	62 (64 – 2)

20. Adressauflösung, Kapselung

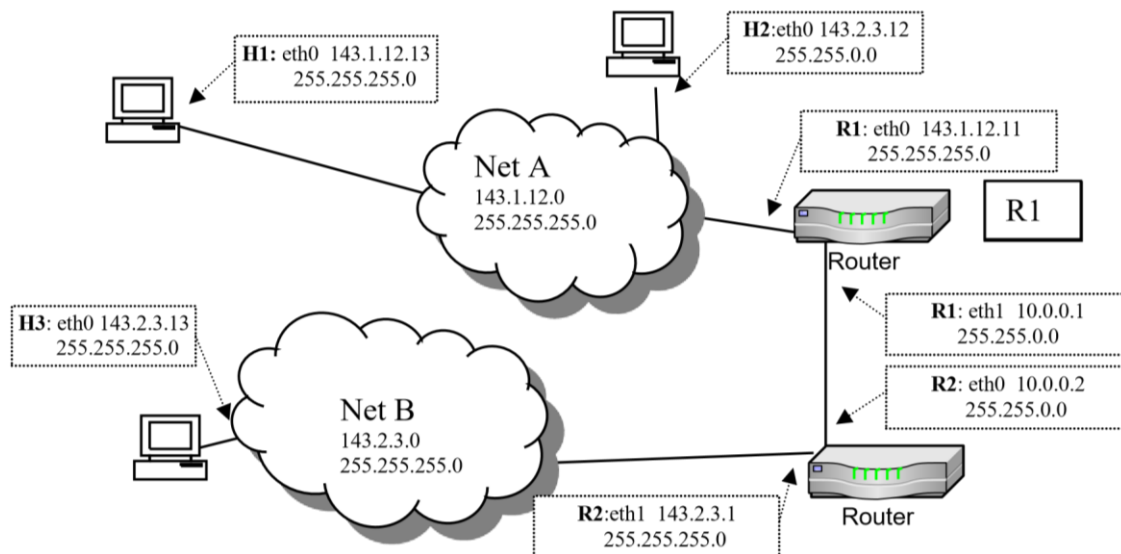
Ein Rechner möchte eine Anfrage an Google (IP 8.8.8.8) senden. Der Rechner ist neu am Netz und alle ARP-Caches sind noch leer. Nachdem der Rechner die Route zum gewünschten Ziel in der Routing-Tabelle gefunden hat, sendet er seinen Request. Schreiben Sie in der untenstehenden Tabelle die ersten drei Request auf.



Geben Sie in der Tabelle jeweils die letzte HEX-Zahl der MAC-adresse oder die letzten zwei Dezimalzahlen der IP-Adresse an.

Request Typ (ARP-Request, ARP-Reply, IP Paket)	MAC Source	MAC Destination	IP source	IP Destination	What
ARP Request	11	FF	-	-	Who has IP 24.1
ARP Reply	22	11	-	-	24.1 has 22
IP Paket	11	22	24.5	8.8.8.8	-

21. Gegeben ist folgendes Netz



Routing-Tabelle von Host H1:

Netzadresse	Netzmaske	Interface	Gateway
143.1.12.0	255.255.255.0	eth0	(direkt)
default		eth0	143.1.12.11

- a) Host H1 pingt Host H2 mit ping 143.2.3.12, bekommt jedoch keine Antwort, obwohl alle Router richtig konfiguriert sind. Warum nicht? Begründen Sie Ihre Antwort!

H2 hat eine falsche Subnetzmaske und hat eine Adresse vom Netz B.
Daraus folgt: H1 sendet das Paket zum Router anstatt ins angrenzende Netz.
Das Paket wird zu Router R2 weitergeleitet, der in Netz B keinen entsprechenden Host findet.

- b) Geben Sie alle Einträge an, die in der Routing-Tabelle von Router R1 notwendig sind:

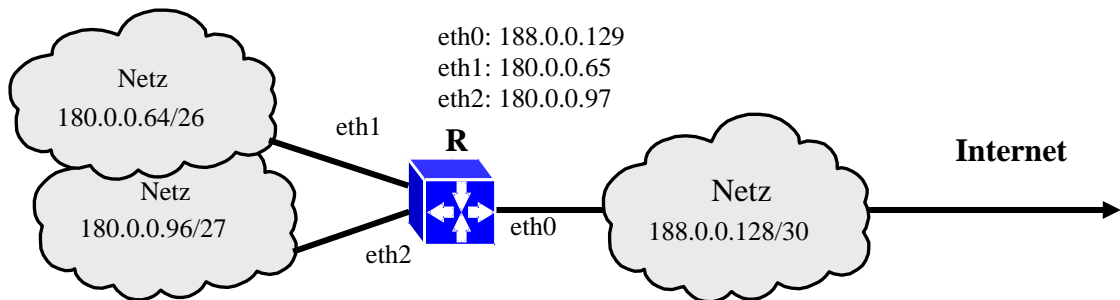
Routing-Tabelle von Router R1:

Netzadresse	Netzmaske	Interface	Gateway
143.1.12.0	255.255.255.0	eth0	(direkt)
10.0.0.0	255.255.0.0	eth1	(direkt)
143.2.3.0	255.255.255.0	eth1	10.0.0.2

- c) Warum kann der Host H3 den Host H2 nicht erreichen? In welchem Subnetz sucht H3 den Zielhost? Welchen Weg beschreitet das „Ping-Paket“ (Gehen Sie davon aus, dass die Routingtabellen in allen Komponenten vollständig gemäss den Einträgen aus obigem Netzdiagramm generiert wurden).

H3 sucht H2 im Netz B, d.h. der Ping wird nicht über den Router gesendet. H2 erhält somit die Anfrage nicht.

23. Der Router R verbindet die 3 abgebildeten Subnetze. Alle Stationen sollen über den Internetanschluss mit dem Rest der Welt kommunizieren können.



Mit welchen Einträgen muss der Router konfiguriert sein?

Wählen Sie für den Anschluss „Internet“ eine bei dieser Konfiguration mögliche IP-Adresse.

Netzadresse	Maske	Port	Gateway
188.0.0.128	255.255.255.252	eth0	(direkt)
180.0.0.96	255.255.255.224	eth2	(direkt)
180.0.0.64	255.255.255.192	eth1	(direkt)
default		eth0	188.0.0.130

Es kommt nur 188.0.0.130 für Internet in Frage, da .129 für eth1 und .131 für Broadcast verwendet wird.

24. Thema IP-Header

1. Byte (Oktett)								2. Byte (Oktett)								3. Byte (Oktett)								4. Byte (Oktett)							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version				IHL				Type of Service								Total Length															
Identification Number																Flags				Fragment Offset											
Time to Live								Protocol								IP Header Checksum															
IP Source Address																															
IP Destination Address																															
Optionen																/ Padding															

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	1	0	1	0	1	0	1									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1					0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1																
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0

Hinweis: Für jedes Feld gilt: Das LSB steht rechts.

- a) Was ist in diesem IP-Header alles falsch? (leere Felder nicht beachten!)

IP-Version muss 4 statt 5 sein!

$TL + FO * 8 > 64k \rightarrow$ ungültiges IP-Paket Buffer overflow

- b) Welches Protokoll wird mit diesem IP-Paket transportiert?

1 = ICMP

- c) Wie heisst die IP-Adresse des Senders?

130.15.129.5

- d) Wie heisst die IP-Zieladresse?

160.85.116.252

- e) Sind bei diesem IP-Header Optionen vorhanden? Begründung verlangt!

Nein, IHL=5 = Minimum

- f) Über wie viele Router wird dieses Paket im Maximum noch geleitet?

Über 6 bis zum 7-ten

- g) Ist/wurde dieses Paket fragmentiert? Begründung verlangt!

Ja, weil Frag_Offset $\neq 0$

25. User Datagram Protocol (UDP)

- a) Bekanntlich ist UDP ein sehr einfach ausgestaltetes Protokoll: Es ist verbindungslos und gewährleistet keine Datenflusssteuerung. Welchen Zweck erfüllt UDP denn überhaupt?

UDP wird benötigt, um anhand der Portnummern ankommende Daten den richtigen Applikationen zuzuweisen (Demultiplexen); umgekehrter Fall: Multiplexen.

- b) Nennen Sie einen wesentlichen Vorteil von UDP gegenüber TCP

Geschwindigkeit: Bei UDP findet kein Verbindungsaufbau statt. Daten können „sofort“ gesendet werden. Es gibt Situationen, wo dies wichtig ist.

UDP hat weniger Overhead.

- c) DNS erlaubt TCP und UDP. Meistens wird bei DNS jedoch UDP verwendet. Weshalb ist dies sinnvoll?

UDP gewährt eine raschere Abwicklung, weil nicht erst eine Verbindung aufgebaut werden muss

Es werden „kurzlebige“ TCP-Verbindungen vermieden

- d) Der UDP Header enthält ein Feld mit der Bezeichnung „Checksum“.

Was wird in die die UDP-Prüfsummenberechnung mit einbezogen?

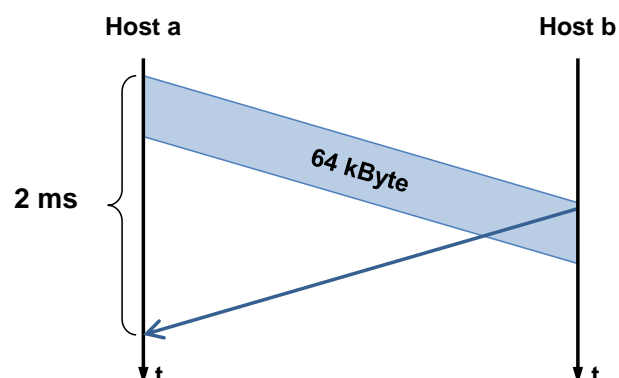
Die Prüfsumme bezieht den Header, das ‚Data‘-Feld sowie den „Pseudo-Header“ mit ein.

26. TCP Schiebefensterprotokoll

Zwei Hosts sind mit einem Duplex-Übertragungskanal von 1 GBit/s verbunden. Welche Übertragungsrate kann man mit einer TCP-Verbindung maximal erreichen, falls die Window Size auf 64 kByte begrenzt ist und die Round Trip Time 2 ms beträgt.

Der Overhead der Protokoll-Header kann bei dieser Betrachtung vernachlässigt werden. Unter welchen Bedingungen wird diese maximale Rate auch erreicht?

Übertragungsrate = 64 kByte alle 2 ms = $64 \text{ kByte} \cdot 8 \text{ Bit/Byte} / 2 \text{ ms} = 256 \text{ Mbit/s}$ Damit ist der Kanal nur zu ca. $\frac{1}{4}$ der Zeit genutzt.



Diese theoretische Obergrenze wird nur dann erreicht, falls

- im Netz keine Paketverluste auftreten (würde als Congestion interpretiert und die Datenrate bremsen)
- Sender und Empfänger über genügend Leistung verfügen

27. Was geschieht, wenn mehrere Clients quasi gleichzeitig eine TCP-Verbindung zum selben Server-Prozess aufbauen wollen?

Verbindungsanfragen kommen als SYN-Meldungen nacheinander zum Server. Die erste SYN-Meldung führt zum Aufbau einer Verbindung zum entsprechenden Client. Die weiteren Anfragen werden gequeued. Nach Schliessen der ersten Verbindung wird der Queue die nächste Anfrage entnommen und behandelt, usw.

28. MIME-Codierung

a) ~~Wie werden Daten, die nicht Text sind, durch E-Mail übertragen?~~

~~Mittels MIME: Die einzelnen Sektionen der Mail werden durch MIME-Separator voneinander abgetrennt und typisiert. Nicht-Text wird für die Übertragung in Text konvertiert (z.B. durch das base64 Encoding).~~

b) ~~Welche Datenmenge muss übertragen werden für ein 793815 Byte grosses JPEG-File?~~

~~Es wird Base64 Encoding verwendet. Aus drei Bytes werden vier Zeichen gebildet. Also rechnet sich die Datenmenge zu $793815 \cdot \frac{4}{3} = 1'058'420$ Byte.~~

~~Wegen dem zeilenorientierten Aufbau: pro Zeile à 76 Zeichen und auch für die angebrochene Zeile braucht es zusätzlich je 2 Zeichen (CR, LF), in unserem Fall also $2 \cdot 13'927$ Zeichen. So kommt man auf total $1'058'420 + 2 \cdot 13'927 = 1'086'274$ Zeichen~~

29. Applikations-Protokolle

a) ~~Was leistet das Protokoll SMTP? Zwischen welchen Instanzen und in welchen Situationen wird dieses Protokoll verwendet?~~

~~SMTP dient der Übertragung von Mails von einem Mail-Client zu einem Mail-Server. Es existieren folgende Client/Server-Kombinationen:~~

~~Absendender Host → Mail Exchange (hier Server)~~

~~Mail Exchange (hier Client) → Mail Exchange (hier Server)~~

b) ~~Welche anderen Application Layer Protokolle werden im Zusammenhang mit Mail verwendet? Welche Rolle spielen diese?~~

~~POP und IMAP dienen dazu, die empfangenen und auf einem Server gespeicherten Mails abzuholen und zu verwalten.~~