

Bandbreite	Gibt den Frequenzbereich an, in dem das zu übertragende / speichernde Signal liegt.
Latenz	Laufzeit eines Signals in einem technischen System
Jitter	Abrupter, unerwünschter Wechsel der Signalcharakteristik (Modulation)
Übertragungssicherheit	Sicherstellung einer möglichst fehlerfreien Datenübertragung

**Aufgabe:**

- Punkt zu Punkt Verbindung mit 100 Mb/s Bandbreite
- Entfernung der Teilnehmer 385000 km
- Ausbreitungsgeschwindigkeit 300000 km/s

**1. Minimale RTT der Verbindung:**

$$\frac{\text{Entfernung}}{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}} * 2 \rightarrow \frac{385000\text{km}}{300000\frac{\text{km}}{\text{s}}} * 2 = 2,57\text{s}$$

**2. Verzögerungs-Bandbreiten-Produkt (Verzögerung =  $\frac{1}{2}$  \* RTT):**

$$\text{Transferzeit (Latenz)} * \text{Bandbreite} \rightarrow \frac{2,57\text{s}}{2} * 100\frac{\text{Mb}}{\text{s}} = 128,5\text{Mb}$$

**3. Bedeutung des VBP:**

Anzahl der Bits in der Leitung. Sender kann 128,5Mb senden, bevor das 1. Bit ankommt.

**4. 12MB Datei, Zeit Anforderung bis Ende der Übertragung:**

$$\frac{\text{Dateigröße}}{\text{Bandbreite}} \rightarrow \frac{12\text{MB}}{100\frac{\text{Mb}}{\text{s}}} = 1,007\text{s} \text{ Übertragungsdauer der Datei}$$

$$1,007\text{s} + 2,57\text{s} = 3,577\text{s}$$

**4.1 Durchsatz**

$$\frac{\text{Dateigröße}}{\text{Übertragungsdauer der Datei}} \rightarrow \frac{12\text{MB}}{1,007\text{s}+2,57\text{s}} = 28,14\frac{\text{Mb}}{\text{s}}$$

**5. Wie lang ist die Datei auf der Leitung.**

Übertragungsdauer der Datei \* Ausbreitungsgeschwindigkeit  $\rightarrow$

$$1,007\text{s} * 300000\frac{\text{km}}{\text{s}} = 302100\text{km}$$

**Aufgabe:**

- 10MB große Datei
- Übertragung von A nach B über drei Zwischenknoten Z1, Z2, Z3
- Verbindungsleitungen haben Laufzeit von 1ms (keine zusätzliche Verzögerung in Knoten)
- Bandbreite von  $1 \frac{Mbit}{s}$

**1. Leitungsvermittlung (Telefon/Bandbreite, Übertragungsgeschwindigkeit garantiert):**

Anfragenachricht von A nach B mit Bestätigung (vernachlässigbare Größe), anschließend Datei komplett übertragen

$$\frac{Dateigröße}{Bandbreite} + Laufzeit \rightarrow \frac{10MB}{1 \frac{Mbit}{s}} + 12ms = 83,902s$$

$$t_T = t_{\ddot{u}} + t_s$$

**2. Speichervermittlung ():** Übertragung von A nach Z1, wenn vollständig angekommen weiter zu Z2 usw.

$$t_{\ddot{u}} * Anzahl\ Wege + Laufzeit \rightarrow 83,902s * 4 + 4ms = 335,60s$$

**3. Paketvermittlung ohne Bestätigung ():** Datei zerlegt in 4KB Pakete. Versandt wie in 2.

$$\frac{Dateigröße}{Bandbreite} + [(Anzahl\ Wege - 1) * \frac{Paketgröße}{Bandbreite} + Laufzeit] \rightarrow t_{\ddot{u}} + [(wege - 1) * t_{\ddot{u}p} + t_s]$$

$$83,902s + \left[ (4 - 1) * \frac{4KB}{1 \frac{Mbit}{s}} + 4ms \right] = 84,00s$$

**4. Paketvermittlung mit Bestätigung ():** B sendet nach erfolgreichem Empfang Bestätigung an A. Erst dann wird nächstes Paket versendet. Versand wie 3.

$$n_p = \frac{Dateigröße}{Paketgröße} \rightarrow \frac{10MB}{4KB} = 2560$$

$$n_p * (2 * Wege * t_s + Wege * t_{\ddot{u}p}) \rightarrow 2560 * (2 * 4 * 1ms + 4 * 32,76ms) = 356,024s$$

**Aufgabe:**

- Zeichenvorrat  $N = 2$
- $x_1 = 0$  und  $x_2 = 1$
- Auftrittswahrscheinlichkeit  $x_1 \rightarrow p(x_1) = p$

1. Informationsgehalt H der Quelle

$$H = \sum l(x) * p(x)$$

**Aufgabe:**

- Bilddatei mit 8 verschiedenen Farben
- $F_1 = F_2 = 25,00\%$
- $F_3 = F_4 = 12,50\%$
- $F_5 = F_6 = F_7 = F_8 = 6,25\%$

**1. Informationsgehalt einer Farbe:**  $ld\left(\frac{1}{\text{Auftrittswkeit}}\right)$

$$ld\left(\frac{1}{25\%}\right) = 2\text{Bit} \mid ld\left(\frac{1}{12,50\%}\right) = 3\text{Bit} \mid ld\left(\frac{1}{6,25\%}\right) = 4\text{Bit}$$

**2. Binärcodierung (Unterschiedlicher Wortlänge)**

F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>
11	10	001	000	0111	0110	0101	0100

**2.1 Binärcodierung (Gleicher Wortlänge)**

F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>
000	001	010	011	100	101	110	111

**3. Entscheidungsbedarf, Redundanz**

$$H = \sum h(x) * l(x) = 2 * 2 * \frac{1}{4} + 3 * 2 * \frac{1}{8} + 4 * 4 * \frac{1}{16} = 2,75$$

$$L = \frac{\sum l(x)}{\text{Anzahl Zeichen}} = \frac{2*2+2*3+4*4}{8} = 3,25$$

**Aufgabe:**

- 10 Dual Layer DVDs, mit jeweils 8,5 GByte
- Bernie ist 18km/h schnell

**1. Wann höhere Datenrate als  $1 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$  Datenübertragung**

$$10 * 8,5\text{GByte} = 85\text{GByte} = 680\text{Gbit}$$

$$\frac{\text{Datenvolumen}}{\text{Bandbreite}} \rightarrow \frac{680\text{Gbit}}{1 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}} = 8,45\text{d}$$

$$\text{Geschwindigkeit} * 24\text{h} * \text{Tage} \rightarrow 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 24\text{h} * 8,45\text{d} = 3650\text{km}$$

**2. Wann höhere Datenrate als  $6 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$  Datenübertragung**

$$\frac{680\text{Gbit}}{6 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}} = 1,41\text{d}$$

$$18 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 24\text{h} * 1,41\text{d} = 609\text{km}$$

**Aufgabe:**

- Signalisierungsrate von 2 Baud
- Informationsfluss  $6 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$

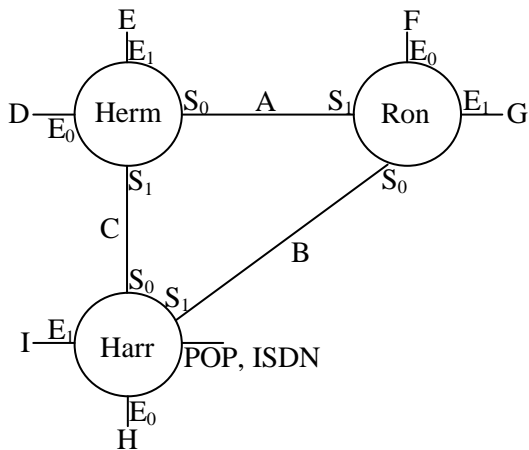
**1. Situation skizzieren**

$$2 * \text{Baud} * \log_2(\text{Stufen}) = [\text{Informationsfluss}] \rightarrow 2 * 2 * \log_2(X) = 6 \frac{\text{bit}}{\text{s}} = 2,88 = 3$$

$$2^3 = 8\text{Bit}$$

4	3	2	1	-1	-2	-3	-4
000	001	010	011	100	101	110	111

**Aufgabe:**



**1. IP: 1000010.00001010.00000000.00000000**

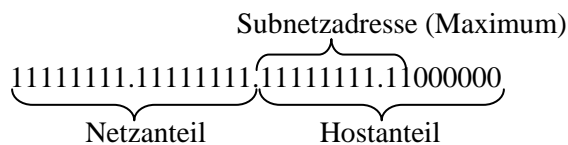
1	0	0	0	0	0	1	0
128	64	32	16	8	4	2	1

Dezimal: 130.10.0.0

**2. Subnetzmaske: 11111111.11111111.11111111.11000000**

Dezimal: 255.255.255.192

**3. Wie viele Bits vom Hostanteil geborgt?**



Die Subnetzadresse gibt an, wie viele Bits vom Hostanteil geborgt wurden. In diesem Fall 10 Bit

**4. IP-Adresse von Netzwerk A, wenn erste verfügbare Subnetzadresse verwendet wird?**

$$1000010.00001010.00000000.01000000 = 130.10.0.64$$

$$1000010.00001010.00000000.00000000 = 130.10.0.0$$

Sofern die 0 am Ende nicht frei ist (meist Netzadresse), wird die 64 als erste verfügbare verwendet.

**5. IP von serieller Schnittstelle S0 Herm, wenn erste verfügbare Host-Adresse verwendet wird.**

10000010.00001010.00000000.01000001 = 130.10.0.65

oder

10000010.00001010.00000000.01000011 = 130.10.0.66

, falls erste Host-Adresse bereits verwendet.

10000010.00001010.00000000.00000001 = 130.10.0.1

oder

10000010.00001010.00000000.00000011 = 130.10.0.2

, falls erste Host-Adresse bereits verwendet.

**6. Bereich verfügbarer IP-Adressen serielle Schnittstelle S1 Ron**

Ausgehend von Netzwerkadresse 130.10.0.0

Ausgehend S0 hat 130.10.0.1

Bereich entspricht 130.10.0.2 bis 130.10.0.62

**7. Anzahl Netzwerke in obiger Topologie**

Anzahl der Verbindungen (Striche) zählen. Die Anzahl der Netzwerke ist 10

**8. Broadcastadresse aller Subnetze des Netzwerkes.**

10000010.00001010.11111111.11111111 = 130.10.255.255

Bits des Hostanteils mit 1 füllen.

**Zusatz – Bestimmung der Netzwerkklasse:**

Es gibt verschiedene Arten von Netzwerkklassen (A, B, C, "D", "E")

Klasse A: Der erste Block fängt mit 0 an und liegt im Bereich 1 bis 126

Klasse B: Der erste Block fängt mit 10 an und liegt im Bereich 127 bis 191

Klasse C: Der erste Block fängt mit 110 an und liegt im Bereich 192 bis 223

Beispiel:  $\underbrace{10000010}_{\text{Block 1}}, 00001010.00000000.00000000$

Block 1 = Dezimal 130, beginnt mit 10, entspricht Klasse B

Klasse D: Multicast 1110

Klasse E: Experimentell 1111

**Zusatz – Kurzschreibweise:**

10000000.00000000.00000000.00000000 = 128.0.0.0      Kurzform: /1

11000000.00000000.00000000.00000000 = 192.0.0.0      Kurzform: /2

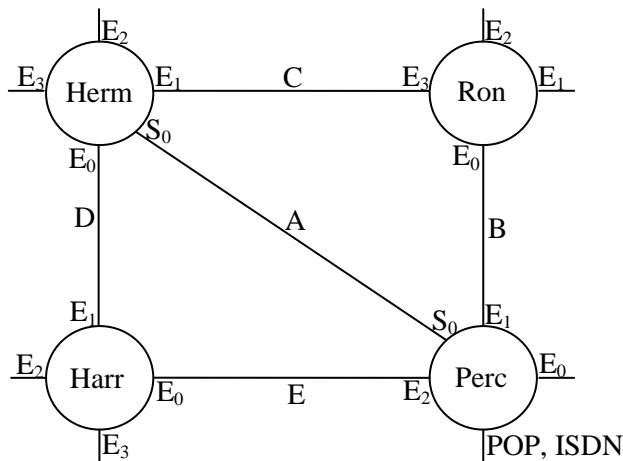
11111111.00000000.00000000.00000000 = 255.0.0.0      Kurzform: /8

11111111.10000000.00000000.00000000 = 255.128.0.0      Kurzform: /9

Die Kurzform gibt die Subnetzmaske des Netzwerks an. Wird von links nach rechts mit 1 gefüllt.

Keine 0 dazwischen.

**Aufgabe:**



**1. IP: 11000011.10001100.00000000.00000000**

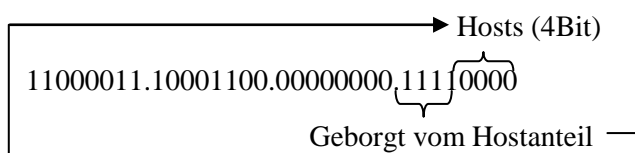
Dezimal: 195.140.0.0

**2. Anzahl der Netzwerke**

Es gibt 13 Netzwerke. (Anzahl der Striche zählen)

**3. Wie viele Bits vom Hostanteil borgen, um jedem Netzwerk eine Subnetzwerkadresse zu geben. Wie viele Hosts adressierbar in den Subnetzwerken?**

$$[\log_2(\text{Anzahl Netzwerke})] \rightarrow [\log_2(13)] = 4$$



$2^4 - 2 = 14 \rightarrow$  Die -2 steht für Netzwerkadresse und Broadcastadresse.

**4. Wie lautet resultierende Subnetzmaske, binär und dezimal?**

11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240 (ACHTUNG, Subnetzmaske != Broadcastadresse)

**5. IP von Netzwerk A und B, wenn die beiden ersten verfügbaren Subnetzadressen verwendet werden.**

A = 195.140.0.16 = 11000011.10001100.00000000.00010000

B = 195.140.0.32 = 11000011.10001100.00000000.00100000

**6. IP von S0, E1 bei Per, wenn S0 niedrigste verfügbare Host-Adresse und E1 höchste verfügbare Host-Adresse im jeweiligen Subnetzwerk.**

S0 = 195.140.0.1

E1 = 195.140.0.254

**7. Verfügbare IP Bereich E0 bei Router Ron**

Bereich 195.140.0.241 bis 195.140.0.253

**8. Broadcastadresse aller Hosts im Netzwerk A**

195.140.0.31 = 11000011.10001100.00000000.00011111 (Ende mit 1 auffüllen)

**Aufgabe:**

- 100 Bytes Verwaltungsinformationen
- $10^6$  Bytes Nutzdaten übertragen
- 1 Bit Fehlerhaft  $\rightarrow$  Ein Paket wird verworfen und muss erneute gesendet werden
- Paketgrößen 1000, 5000, 10000, 20000 Bytes (Nutzdaten ohne Verwaltungsinfo)

**1. Wie viele Bytes übertragen, wie viele Bytes davon Overhead?**

Paketgröße [Byte]	Anzahl der Pakete	Übertragene Bytes	Overhead
1000	1001	$1001 * (1000 + 100) = 1101100$	101100
5000	201	$201 * (5000 + 100) = 1025100$	25100
10000	101	$101 * (10000 + 100) = 1020100$	20100
20000	51	$51 * (20000 + 100) = 1025100$	25100

**Aufgabe:**

- 10 Gbit/s Glasfaserverbindung
- $5 * 10^{-6}$  Bitfehlerrate
- Im Mittel jedes  $2 * 10^{15}$  Bit fehlerhaft übertragen

**1. Leitung voll ausgelastet, wie viel Zeit im Mittel zwischen zwei Bitfehlern?**

$$t_{\text{Mittel}} = \frac{1}{(\text{Bandbreite} * \text{Bitfehlerrate})} \rightarrow \frac{1}{10^{10} \frac{\text{bit}}{\text{s}} * 5 * 10^{-16} \frac{1}{\text{bit}}} = 200000\text{s} = 55,556\text{h}$$

$$\text{Wievielte Bit Fehlerhaft} = \frac{1}{\text{Bitfehlerrate}} \rightarrow \frac{1}{5 * 10^{-16}} = 2 * 10^{15}$$

**2. Wie viel Zeit im Mittel zwischen zwei Bitfehlern bei 1Gbit/s und  $10^{-10}$  Bitfehlerrate?**

$$t_{\text{Mittel}} = \frac{1}{10^9 \frac{\text{bit}}{\text{s}} * 10^{-10} \frac{1}{\text{bit}}} = 10\text{s}$$

**Aufgabe:**

- Bandbreite 2 MHz
- 512-stufige Digitalsignale

**1. Wie groß ist die theoretisch mögliche Übertragungsrate?**

$$v_{\text{ü}} = 2 * (\text{Bandbreite} * \log_2(\text{Stufen})) \rightarrow 2 * (2 * 10^6 * \log_2(512) \frac{\text{bit}}{\text{s}}) = 36 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$$

**Aufgabe:**

- 5 gestörte Bits

**1. Hammingdistanz zum Erkennen der gestörten Bits.**

$$\text{Fehlererkennung: } e^* = h - 1 \rightarrow h = e^* + 1 \rightarrow h = 5 + 1 = 6$$

Man benötigt eine Hammingdistanz von 6

**2. Hammingdistanz zum Korrigieren der gestörten Bits.**

$$\text{Fehlerkorrektur: } h = 2 * e + 1 \rightarrow h = 2 * 5 + 1 = 11$$

Man benötigt eine Hammingdistanz von 11

**Aufgabe:**

- 25 Mbit/s
- Ausbreitungsgeschwindigkeit  $\frac{2}{3} c_0$

**1. Wie lang in Metern ist ein Bit nach obigen Angaben?**

$$t_{Bit} = \frac{1}{25 \cdot 10^6} s = 4 \cdot 10^{-8} s = 40 ns \quad s = v \cdot t \rightarrow \frac{2}{3} * \left( 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \right) * (4 \cdot 10^{-8} s) = 8m$$

**Aufgabe:**

- Länge Übertragungsstrecke  $s = 2km$
- Bitrate  $v_{\ddot{u}} = 100 \frac{Mbit}{s}$
- Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v = 0,78 c_0$
- Max. Länge eines Informations-Datenblocks  $l_{imax} = 1000 \text{ Byte}$
- Länge eines Bestätigungs-Datenblocks  $l_a = 64 \text{ Byte}$

**1. Dauer Übertragung Informations-Datenblock ( $T_{ix}$ ) höchstens?**

$$T_{ix} = \frac{l_{imax}}{v_{\ddot{u}}} \rightarrow \frac{1000 \cdot 8 \text{ Bit}}{100 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{s}} = 80 \mu s = 80 \cdot 10^{-6} s$$

**2. Wie lang dauert die Übertragung einer Empfangsbestätigung ( $T_{ax}$ )?**

$$T_{ax} = \frac{l_a}{v_{\ddot{u}}} \rightarrow \frac{64 \cdot 8 \text{ Bit}}{100 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{s}} = 5,12 \mu s = 5,12 \cdot 10^{-6} s$$

**3. Größe der Signallaufzeit ( $T_p$ ) der Übertragungsstrecke?**

$$T_p = \frac{s}{v} \rightarrow \frac{2000m}{0,78 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} \approx 8,55 \mu s = 8,55 \cdot 10^{-6} s$$

**4. Größe der Timeout-Zeit  $T_o$  auf Senderseite, unter Vernachlässigung der Bearbeitungszeit der Datenblöcke in den Endsystemen ( $T_{ip}$  und  $T_{ap}$ ), mindestens gewählt werden?**

$$T_o \geq T_{ix} + T_{ax} + 2 \cdot T_p \rightarrow 80 \mu s + 5,12 \mu s + 2 \cdot 8,55 \mu s \approx 102,22 \mu s$$

**Aufgabe:**

- Datenübertragungsrate  $v_{\ddot{u}} = 400 \frac{Mbit}{s}$
- Signallaufzeit  $a = 0,8 \mu s$

**1. Mindestlänge  $n_{min}$  in Bit, für gesendete Rahmen**

$$t_{min} = 2 \cdot a$$

$$n_{min} = 2 \cdot a \cdot v_{\ddot{u}} \rightarrow 2 \cdot 0,8 \mu s \cdot 400 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{s} = 640 \text{ bit}$$

**2. Welche Baudrate und welche minimale Taktrate nötig für Übertragung?**

$$\text{Baudrate} = 2 \cdot v_{\ddot{u}} \rightarrow 2 \cdot 400 \frac{Mbit}{s} = 800 \text{ Mbaud}$$

$$\text{Taktrate} = v_{\ddot{u}} \rightarrow 400 \text{ MHz}$$

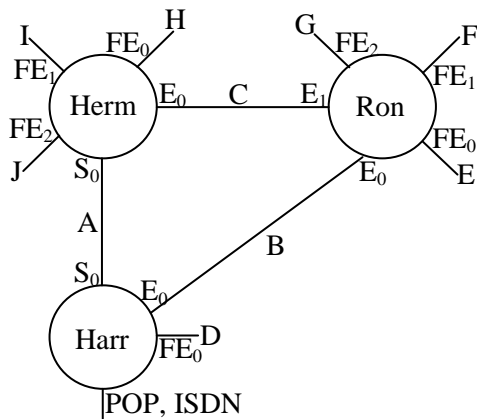
**3. Maximale theoretische Rahmenrate, mit minimalem Rahmenabstand  $t_{IFG} = 0,5 \mu s$**

$$FR = \frac{1}{IFG + \frac{FS+64\text{Bit}}{NDR}} \rightarrow \frac{1}{0,5 \mu s + \frac{640 \text{ bit} + 64 \text{ Bit}}{400 \frac{Mbit}{s}}} = 442477,8761 \frac{\text{Rahmen}}{s}$$

$$IFG = \frac{1}{FR} - \frac{FS+64\text{Bit}}{NDR} \rightarrow \frac{1}{442477,8761} - \frac{640 \text{ bit} + 64 \text{ Bit}}{400 \frac{Mbit}{s}} = 0,5 \cdot 10^{-6} s = 0,5 \mu s$$



**Aufgabe:**



**1. IP: 11010011.10011111.00000000.00000000**

Dezimal: 211.159.0.0

**2. Anzahl der Netzwerke**

11

**3. Wie viele Bits vom Hostanteil um jedem Netzwerk eine Subnetzwerkadresse zu geben.**

$$\lceil \log_2(11) \rceil = 4$$

**4. Resultierende Subnetzmaske**

$$11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240$$

**5. IP von Netzwerk A, B wenn die Beiden letzten verfügbaren Subnetzadressen verwendet werden.**

$$A = 211.159.0.208 = 211.159.0. \underbrace{1101}_{\text{Darf nicht 1111 (Maximum) sein, daher 1101}} 0000$$

Darf nicht 1111 (Maximum) sein, daher 1101

$$B = 211.159.0.224 = 211.159.0.11110000$$

**6. IP von S0, E0 des Routers Harr. S0 höchste verfügbare Host-Adresse, E0 niedrigste verfügbare Host-Adresse.**

$$2^4 - 2 = 14 \text{ (Ohne Broadcast, Netzwerkadresse)}$$

→ Anzahl der IP-Adressen in einem Subnetz = 16 (0..15)

$$S0 = 211.159.0.208 + 14 \text{ (höchste)} = 211.159.0.222$$

$$E0 = 211.159.0.224 + 1 \text{ (niedrigste)} = 211.159.0.225$$

**7. Noch verfügbarer Bereich IP für E0 von Ron.**

211.159.0.226 (Aus Aufgabe 6, wird 225 bereits verwendet)

$$211.159.0.238 \text{ (} 211.159.0.224 + 14 \text{)}$$

**8. Wie viele Hosts in D bis J maximal adressierbar? Schnittstellen der Router auch Netzwerkadressen vergeben?**

14 Host-Adressen verfügbar (ohne Broadcast, Netzwerkadresse) - 1 = 13 → Da die Netzwerke D bis J auch eine IP haben, kann diese nicht mehr vergeben werden.

**Aufgabe:**

- $G(u) = u^4 + u^3 + u^1 + 1 = 11011$
- Nachrichtewort  $X = 9A\ 93$

**1. Berechnen der Kontrollstellen.**

$X = 10011010\ 10010011$

Da  $u^4$  müssen 4 Nullen angehängt werden

$1001101010010011\overbrace{10000} \text{ XOR } 11011 = 1111001010110100$  Rest: 1100

```

11011
10000
11011
10111
11011
11000
11011
 111
  000
 1110
  0000
 11100
  11011
   1111
   0000
   11110
   11011
    1010
    0000
    10101
    11011
     11101
     11011
      1100
      0000
      11000
      11011
       110
       000
       1100
       0000
       1100
  
```

XOR		
1	1	= 0
1	0	= 1
0	1	= 1
0	0	= 0

Regeln:

- Das Nachrichtewort wird um den höchsten Exponenten des Generatorpolynoms mit 0 erweitert
- Zwei Werte die man mit XOR verknüpft müssen die gleiche Länge haben und mit 1 beginnen.

Zu sendende Daten:  $\underbrace{1001101010010011}_{\text{Nachricht}}\overbrace{1100}^{\text{Prüfbits}}$

**ACHTUNG:** Der Rest hat immer die Größe „Rest  $\leq$  größter Exponent“. Die anzuhängende Anzahl der Prüfbits entspricht „Prüfbits = größter Exponent“. Sollte der Rest also kleiner als der größte Exponent sein, so muss der Rest von links mit 0 aufgefüllt werden, bis dieser der Größe des größten Exponenten entspricht.

**Aufgabe:**

- Länge der Übertragungsstrecke  $s = 63\text{km}$
- Bitrate  $v = 52\text{ Mbit/s}$
- Signalausbreitungsgeschwindigkeit  $c = 2,1 * 10^8 \frac{m}{s}$
- Bitfehlerwahrscheinlichkeit  $p_b = 10^{-8}$
- Länge eines Datenrahmens  $l_d = 1300\text{ Oktett}$

**1. Signallaufzeit  $\tau$  bzw.  $t_s$  der Übertragungsstrecke, Übertragungsdauer  $T_{dt}$  eines Datenrahmens mittlerer Länge**

$$t_s = \frac{s}{c} \rightarrow \frac{63000m}{2,1 * 10^8 \frac{m}{s}} = 3 * 10^{-4} s$$

$$T_{dt} = \frac{l_d}{\text{Bitrate}} \rightarrow t_{\text{üp}} = \frac{1300 * 8 \text{Bit}}{52 * 10^6 \frac{\text{bit}}{s}} = 1,9259 * 10^{-4} s$$

**2. Wahrscheinlichkeit Datenrahmen mittlerer Länge gestört? Wie oft muss Datenrahmen im Mittel übertragen werden**

$$p_d = 1 - (1 - p_b)^{l_d * 8} \rightarrow 1 - (1 - 10^{-8})^{1300 * 8} = 1,029946 * 10^{-4} \text{ Wahrscheinlichkeit}$$

$$Nr = \frac{1}{1 - p_d} \rightarrow \frac{1}{(1 - 1,029946 * 10^{-4})} = 1,000103005 \text{ Im Mittel übertragen werden.}$$

**3. Kanalausnutzung berechnen (Stop-And-Wait-Prinzip)**

$$a = \frac{\tau}{T_{dt}} \rightarrow \frac{3 * 10^{-4}}{1,9259 * 10^{-4}} = 1,557713$$

$$p_{s\&w} = \frac{1 - p_d}{1 + 2 * a} \rightarrow \frac{1 - 1,029946 * 10^{-4}}{1 + 2 * 1,557713} = 24,30\%$$

**Aufgabe:**

- $G(u) = u^3 + u^1 + 1 = 1011$
- Nachrichtenwort  $X = A5$

**1. Berechnen der Kontrollstellen**

$$X = 10100101$$

$$10100101000 \text{ XOR } 1011 = 10010011 \text{ Rest: } 101$$

1011

10

00

101

000

1010

1011

11

00

110

000

1100

1011

1110

1011

101

Prüfbits

Zu sendende Daten:  $\underbrace{10100101}_{\text{Nachricht}} \underbrace{101}_{\text{Prüfbits}}$

**2. Empfänger erhält folgende Bitfolge 11010110101, ist diese korrekt?**

Um dies zu prüfen, muss man das angekommene Nachrichtenwort, durch das Generatorpolynom G(u) teilen. Sofern der Rest 0 beträgt, ist dieses richtig. Ansonsten falsch.

$$11010110101 \text{ XOR } 1011 = 11110101 \text{ Rest } 10$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \\ 1100 \\ \underline{1011} \\ 1111 \\ \underline{1011} \\ 1001 \\ \underline{1011} \\ 100 \\ \underline{000} \\ 1001 \\ \underline{1011} \\ 100 \\ \underline{000} \\ 1001 \\ \underline{1011} \\ 10 \end{array}$$

Die angekommene Nachricht ist fehlerhaft.

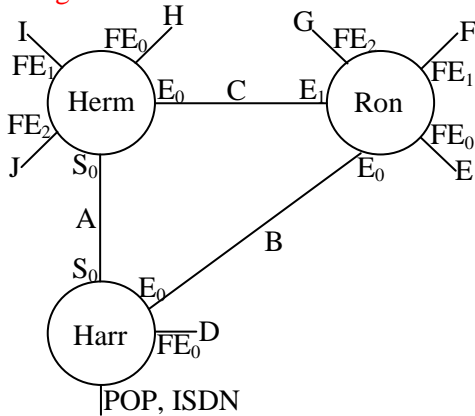
**Allgemein (Formeln):**

Bandbreite  $B = f_{go} - f_{gu} \rightarrow$  Obere minus untere Grenzfrequenz

Dämpfungsmaß  $a = 10 * \log_{10}\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$

Signalrauschabstand  $SNR = 10 * \log_{10}\left(\frac{P_{Signal}}{P_{Rauschen}}\right)$

**Aufgabe:**



**1. Binäre Darstellung von 201.193.64.0/24**

Binär: 11001001.11000001.01000000.00000000

**2. Welche Klasse**

Klasse C Netzwerk, da 110 am Anfang und 201 im Bereich 192 bis 223

**3. Anzahl der Netzwerke**

11

**4. Netze A bis J als Subnetze adressieren. Welche Subnetzmaske um möglichst viele Hostadressen zur Verfügung zu stellen.**

$\lceil \log_2(11) \rceil = 4$  Bit müssen vom Hostanteil geborgt werden.  $2^4 - 2 = 14$  Netze gibt es dann pro Subnetzadresse.

11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240

**5. Anzahl nutzbarer Hostadressen pro Subnetz.**

16 gibt es maximal, davon abgezogen Netzadresse + Broadcastadresse + Router = 13

**6. Netzwerkadresse und Adressbereich der Hosts für 4. nutzbares Subnetz.**

11001001.11000001.01000000.01000000 = 201.193.64.64 Netzwerkadresse

= 201.193.64.65 Router

11001001.11000001.01000000.01001111 = 201.193.64.79 Broadcast

Nutzbare Adressbereich 201.193.64.66 bis 201.193.64.78

**7. Welche Funktion haben 201.193.64.79 und 201.193.64.255**

201.193.64.79 Broadcast des 4. nutzbaren Subnetzes

201.193.64.255 Broadcast für alle Netze

**8. IP E0 am Router Harr, Teilnetz B, ist 201.193.64.17/27. IP E0 am Router Ron, Teilnetz B, ist 201.193.64.30/27. Ist diese Konfiguration zulässig?**

11001001.11000001.01000000.00010000 = 201.193.64.16 Netzwerkadresse

11001001.11000001.01000000.00011111 = 201.193.64.31 Broadcast