

# Kommunikationssysteme (Übungsaufgaben)

Prof. Dr. Henning Pagnia

DHBW Mannheim

© Frühjahr 2022



## Aufgabe 1: (Kollisionen)

Ein Nachteil bei Broadcast-Netzen ist die Verschwendung von Netzkapazität, wenn mehrere Hosts gleichzeitig auf den Kanal zugreifen wollen. Stellen Sie sich als einfaches Beispiel vor, dass die Zeit in einzelne Zeitschlitze (*Slots*) unterteilt wird, und jeder der  $N$  Hosts eines Netzes mit einer mittl. Wahrscheinlichkeit  $p$  während eines Slots versucht, auf den Kanal zuzugreifen.

Welcher Anteil an Slots wird im Mittel durch Kollisionen verschwendet?  
Stellen Sie die Situation grafisch dar!

## Aufgabe 2: (Kollisionen)

Überlegen Sie, wie sich die Effizienz des Netzes aus Aufgabe 1 steigern lässt!

## Aufgabe 3: (Übertragungsrate)

Wie hoch ist die maximale Übertragungsrate, wenn ein binäres Signal über einen 3-kHz-Kanal mit einem Rauschabstand von 20 dB gesendet wird?

## Aufgabe 4: (Übertragungsdauer)

Ein historischer Fernkopierer digitalisierte Bilder in 300 dpi mit je 4 Bit pro Pixel. Wie lange dauerte die Übertragung eines 8x10 Zoll großen Bildes über einen ISDN Datenkanal mit einer Datenrate von 64 kbps?

Modernere Faxe schaffen das schneller. Wie machen die das?

## Aufgabe 5: (Datenrate)

In Japan und in den USA werden in der Telefontechnologie so genannte T1-Träger mit einer Bandbreite von 1,544 Mbps verwendet. Wie hoch ist die Kapazität eines 100 km langen Kabels, d. h. wieviele Bits passen in das Kabel?

### Hinweis:

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Kupfer- und Glasfaserkabeln beträgt ca.  $\frac{2}{3}c_0$ .

## Aufgabe 6: (Signalkodierung)

Skizzieren Sie für den Bitstrom 0001110101

- (a)** die Manchester-Kodierung.
- (b)** die differenzielle Manchester-Kodierung.  
(Annahme: Der Signalpegel ist unmittelbar vor Beginn der Übertragung auf LOW)

## Aufgabe 7: (Fehlerkontrolle)

Eine Nachricht auf einer oberen Schicht ist in 10 Frames unterteilt, die jeweils eine Chance von 80% haben, unbeschädigt anzukommen. Wie oft muss die Nachricht durchschnittlich übertragen werden, um vollständig und fehlerfrei anzukommen, wenn in der Sicherungsschicht keine Fehlerbehandlung vorgenommen wird?



## Aufgabe 8: (Frame-Bildung)

- (a) Wie sieht der folgende Text nach erfolgtem Character-Stuffing und angebrachter Anfangs- und Ende-Markierung aus:

Q STX E DLE DLE D

- (b) Wie sieht die folgende Bitfolge nach erfolgtem Bit-Stuffing aus:

011110111110111110

## Aufgabe 9: (Fehlerkontrolle)

Welchen Rest erhält man, wenn man  $x^7 + x^5 + 1$  durch das generierende Polynom  $x^3 + 1$  teilt?

## Aufgabe 10: (CRC)

Berechnen Sie für alle 2-Bit-Frames die Codewörter nach dem CRC-Algorithmus (auf Folie 58) für das generierende Polynom

$$\mathbf{G}(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^3 + \mathbf{x}^2 + 1.$$

Welche Hamming-Distanz hat der Code? Wieviele Fehler können sicher erkannt werden?

## Aufgabe 11: (CRC Implementierung)

Implementieren Sie eine Java-Klasse CRC mit der Methode  
`public static int[] checksum(int[] frame, int[] generator)`,  
welche die CRC-Prüfsumme als int-Array zurückliefert.

Definieren Sie die Arrays z. B. mittels `int frame[] = {1,1,1,1};`

## Aufgabe 12: (Flusskontrolle)

Skizzieren Sie den Ablauf der Übertragung von vier Frames mit 2-Bit-Sequenznummern nach dem *Selective Repeat*-Protokoll, wobei das dritte Frame zunächst fehlerhaft übertragen wird.

Nehmen Sie an, dass der Sender sehr schnell ist, Bestätigungen als Sammelbestätigungen gesendet werden und Timeout-Zeiten sowie RTT lang sind.

**Hinweis:** Berücksichtigen Sie die korrekten Fenstergrößen!

## Aufgabe 13: (ALOHA)

(a) Eine Gruppe von  $N$  Stationen teilt sich einen reinen ALOHA-Kanal mit 56 Kbps. Jede Station gibt im Durchschnitt alle 100 Sekunden einen 1.000 Bit-Frame aus, selbst dann wenn der vorherige noch nicht vollständig übertragen wurde (Pufferung).

Welchen Wert sollte  $N$  hier sinnvollerweise nicht überschreiten?

(b) 10.000 Terminals eines Flugreservierungssystems konkurrieren um die Benutzung eines einzigen Slotted-ALOHA-Kanals. Im Durchschnitt stellt jede Station 18 Anfragen pro Stunde. Ein Slot ist 125  $\mu$ s lang.

Berechnen Sie die mittlere Kanalbelastung sowie den Durchsatz!

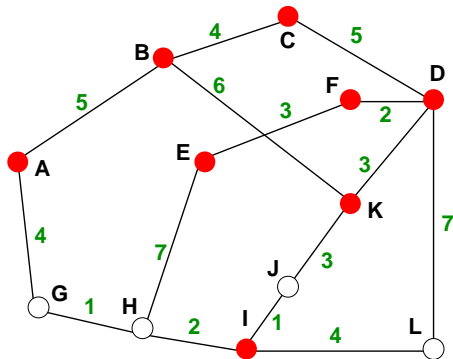
## Aufgabe 14: (Slotted-ALOHA)

Messungen an einem Slotted-ALOHA-Kanal mit unendlich vielen Benutzern zeigen, dass 10% aller Slots leer sind.

- (a) Wie hoch ist die Kanalbelastung  $G$ ?
- (b) Wie hoch ist der Durchsatz  $S$ ?
- (c) Ist der Kanal unterlastet oder überlastet?

## Aufgabe 15: (Minimaler Spannbaum)

Berechnen Sie mit dem Dijkstra-Algorithmus – unter Angabe aller notwendigen Zwischenschritte – den minimalen Multicast-Spannbaum für Router **C** in dem folgenden Teilnetz, wobei Gruppenmitglieder nur über die Router **A, B, C, D, E, F, I, K** angeschlossen sind.



Wie wird dieser Spannbaum verwendet?



## Aufgabe 16: (Implementierung Dijkstra-Algorithmus)

Implementieren Sie den Dijkstra-Algorithmus in Java!

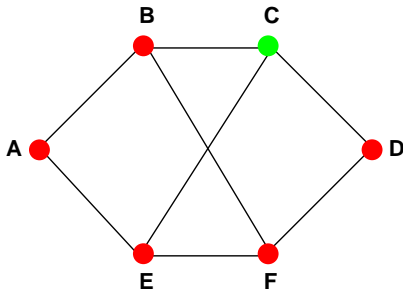
## Aufgabe 17: (Netzmaske)

In einem Netz der Klasse **B** im Internet gibt es ein Teilnetz mit der Teilnetzmaske  
255.255.240.0

Wieviele verschiedene Rechneradressen werden maximal unterstützt?

## Aufgabe 18: (DVR)

Für das folgende Teilnetz wird *Distance Vector Routing* eingesetzt.



Router **C** bekommt von seinen Nachbarn die folgenden Vektoren geschickt:  
 von **B**: (5,0,8,12,6,2), von **D**: (16,12,6,0,9,10) und von **E** (7,6,3,9,0,4).  
 Die gemessenen Verzögerungen sind zu **B**: 6, zu **D**: 3 und zu **E**: 5.

Wie sieht die neue Routing-Tabelle von **C** aus? Geben Sie für die ausgehenden Leitungen sowohl die Nachbar-Router an als auch die Distanzvektoren!

## Aufgabe 19: (TCP)

Das Feld *Window size* im TCP-Header begrenzt leider die Datenrate.

(i) Wieso?

(ii) Wie hoch ist die effektive Datenrate von TCP maximal bei einer angenommenen Round-Trip-Time von 0.5 Sekunden?

(iii) Wie kann dieser Wert erhöht werden?

## Aufgabe 20: (Huffman)

Führen Sie eine Huffman-Kodierung für den folgenden Text durch, indem Sie die einzelnen Buchstaben und die Leerzeichen als Symbole wählen:

Ex nihilo nihil fit

(Aus Nichts kann man nichts machen)

## Aufgabe 21: (WWW)

Nehmen Sie an, es gibt im World-Wide-Web 10 Millionen Dokumente, die im Mittel 10 Hyperlinks besitzen. Wie lange dauert es (mindestens) das gesamte Web zu indexieren, wenn das Holen eines Dokumentes durchschnittl. 100 ms dauert, bei

- (a) rein sequenziellen Zugriffen
- (b) einem *Multi-Threaded*-Client mit beliebig hoher Parallelität und Datenrate?