



Übungen zur Vorlesung *Computernetze 1*  
Sommersemester 2025

Technische Universität  
Braunschweig  
**Institut für Betriebssysteme und  
Rechnerverbund**

Connected and Mobile Systems

Mühlenpfordtstraße 23  
38106 Braunschweig  
Deutschland

Fynn Schulze

fschulze@ibr.cs.tu-bs.de

Datum: 15. Mai 2025

#### 4. Übungsblatt: Data Link Layer

##### Aufgabe 1: Framing

Das Physical Layer empfängt die Bitfolge A:

A = 0101 1011 1001 0000 1111 1101 1110 0110 1101 1000 1111 0110 1100

Die Bitfolge 11011 ist als Frame Delimiter des Data Link Layers definiert und markiert Beginn oder Ende eines Frames.

- Erläutern Sie, warum ein Frame Delimiter auf dem Data Link Layer eingesetzt wird.
- Markieren Sie alle in der Bitfolge A enthaltenen Frames.

Nehmen Sie an, dass ein Bit des ersten Frame Delimiters fehlerhaft übertragen wurde und folgende Bitfolge B vom Physical Layer empfangen wurde:

B = 0101 0011 1001 0000 1111 1101 1110 0110 1101 1000 1111 0110 1100

- Markieren Sie alle in der Bitfolge B enthaltenen Frames.
- Erläutern Sie eine Möglichkeit, um die Auswirkungen eines fehlerhaft übertragenen Frame Delimiters abzumildern.

##### Aufgabe 2: Bitstopfen

- Geben Sie die Kodierung für die Bitfolge

1110 1010 0111 1111 1000 1111 0010 1001 1111 1111 1110 0101 1010

an, wenn ein Bitstopfen nach fünf aufeinander folgenden Einsen verwendet wird.

- Nennen Sie eine Protokollart bei der Bitstopfen eingesetzt wird und begründen Sie den Einsatz.

### Aufgabe 3: Hamming-Distanz

Gegeben sei der folgende Code (d.h. eine komplette Liste aller gültigen Codewörter) zur Übertragung von vier verschiedenen Zeichen (A-D):

A 00000  
B 10011  
C 00110  
D 10010

- Bestimmen Sie die Hamming-Distanz dieses Codes.
- Bestimmen Sie die Hamming-Distanz des Codes, wenn anstatt D die Codewörter  $D' = 01010$  bzw.  $D'' = 11010$  verwendet werden.
- Begründen Sie, warum die Hamming-Distanz eines Codes als Minimum der Hamming-Distanzen aller gültigen Codewörter definiert ist.

### Aufgabe 4: CRC-Prüfsumme

Die Nachricht 111001101 soll zur Übertragung mit einem CRC versehen werden. Das Generatorpolynom sei  $G(x) = x^5 + x^3 + x + 1$ .

- Berechnen Sie die vom Sender verschickte Nachricht durch Polynomdivision.
- Führen Sie die Polynomdivision zur Fehlerüberprüfung auf der Seite des Empfängers für eine fehlerfrei übertragene Nachricht aus.
- Führen Sie die Polynomdivision zur Fehlerüberprüfung auf der Seite des Empfängers aus, wenn das 10. Bit<sup>1</sup> fehlerhaft übertragen wurde.

### Aufgabe 5: CRC-Prüfsumme

In einem unsicheren Übertragungskanal soll die Nachricht

$$N = 1010 \ 0101 \ 1010$$

übertragen werden und durch die zyklische Blocksicherung (CRC) abgesichert werden. Das Generatorpolynom sei hierfür:  $G(x) = x^4 + x^3 + x + 1$

- Berechnen Sie die vom Sender übertragene Nachricht durch Polynomdivision.

Während der Übertragung werden 4 Bits verfälscht. Der Empfänger erhält die Nachricht

$$N_e = 1010 \ 0101 \ 1011 \ 0001$$

- Führen Sie die Fehlererkennung auf Empfängerseite mittels Polynomdivision durch.

---

<sup>1</sup>Die Zählung beginnt links mit dem ersten Bit.