



Übungen zur Vorlesung *Computernetze 1*  
Sommersemester 2025

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

Connected and Mobile Systems

Mühlenpförtstraße 23  
38106 Braunschweig  
Deutschland

Fynn Schulze

fshulze@ibr.cs.tu-bs.de

#### 4. Übungsblatt: Data Link Layer

##### Aufgabe 1: Framing

Das Physical Layer empfängt die Bitfolge A:

Datum: 15. Mai 2025

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

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:

$$B = 0101\ \mathbf{0}011\ 1001\ 0000\ 1111\ 1101\ 1110\ 0110\ 1101\ 1000\ 1111\ 0110\ 1100$$

- 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.