

Name

Vorname

Studiengang (Hauptfach)

Fachrichtung (Nebenfach)

Matrikelnummer

Unterschrift der Kandidatin/des Kandidaten

.....
Note

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fakultät für Informatik

- Midterm-Klausur
- Final-Klausur

- Semestralklausur
- Diplom-Vorprüfung
- Bachelor-Prüfung
-

- Einwilligung zur Notenbekanntgabe per E-Mail / Internet

Prüfungsfach: Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Datum: 18.06.2012

Hörsaal:

Reihe:

Platz:

	I	II
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Σ		
---	--	--

Nur von der Aufsicht auszufüllen:

Hörsaal verlassen von : bis :

Vorzeitig abgegeben um :

Besondere Bemerkungen:



Midterm-Klausur

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Prof. Dr.-Ing. Georg Carle
Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste
Fakultät für Informatik
Technische Universität München

Montag, 18.06.2012
19:15 – 20:00 Uhr

- Diese Klausur umfasst **8 Seiten** und insgesamt **3 Aufgaben**. Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Schreiben Sie bitte in die Kopfzeile **jeder Seite** Namen und Matrikelnummer.
- Die Gesamtzahl der Punkte beträgt 15.
- Als Hilfsmittel sind **ein beidseitig handschriftlich beschriebenes DIN A4 Blatt** sowie **ein nicht programmierbarer Taschenrechner** zugelassen. Bitte entfernen Sie alle anderen Unterlagen von Ihrem Tisch und schalten Sie Ihre Mobiltelefone aus.
- Mit * gekennzeichnete Aufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorhergehender Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen ein Lösungsweg erkennbar ist.** Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, falls es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.

Aufgabe 1 Waternet (5 Punkte)

Abbildung 1.1 zeigt ein hypothetisches Netzwerk, welches anstelle von Kupferleitungen mit Wasser gefüllte Rohre als Übertragungsmedium nutzt. Der Verteiler V bestehe im Wesentlichen nur aus einer mit Wasser gefüllten Kugel ohne weitere Logik. Vereinfachend nehmen wir an, dass Reflexionen keine Rolle spielen. Die Distanz zwischen PC1 bzw. PC3 und V betrage 20 m bzw. 10 m. Die Distanz zwischen V und PC2 sei so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

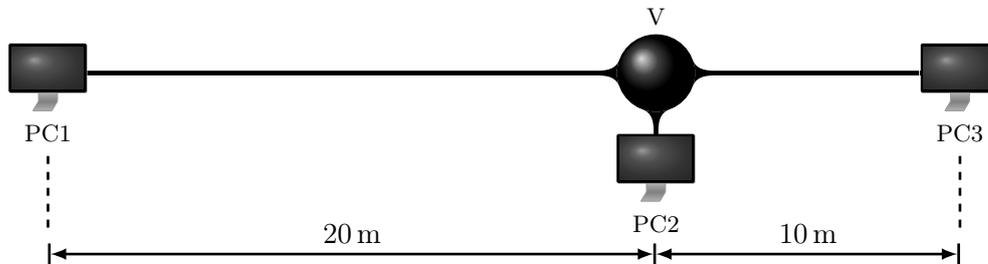


Abbildung 1.1: Waternet-Netzwerk bestehend aus 3 Computern und einem Verteiler.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c_{sw} von Schall in Wasser bei 20 °C beträgt ca. 1500 m/s. Diese Waternet genannte Technik nutze – genau wie gewöhnliches Ethernet – CSMA/CD als Medienzugriffsverfahren. Die Übertragungsrate betrage $r = 1$ MBit/s.

a)* Welchem Gerät entspricht der Verteiler V in einem gewöhnlichen Ethernet?

Hub ✓

Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ ms beginne PC1 mit der Übertragung eines 1500 Byte langen Rahmens.

b)* Bestimmen Sie die Serialisierungszeit t_s .

$$t_s = \frac{l}{r} = \frac{1500 \cdot 8\text{Bit}}{1 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 12 \text{ ms} \checkmark$$

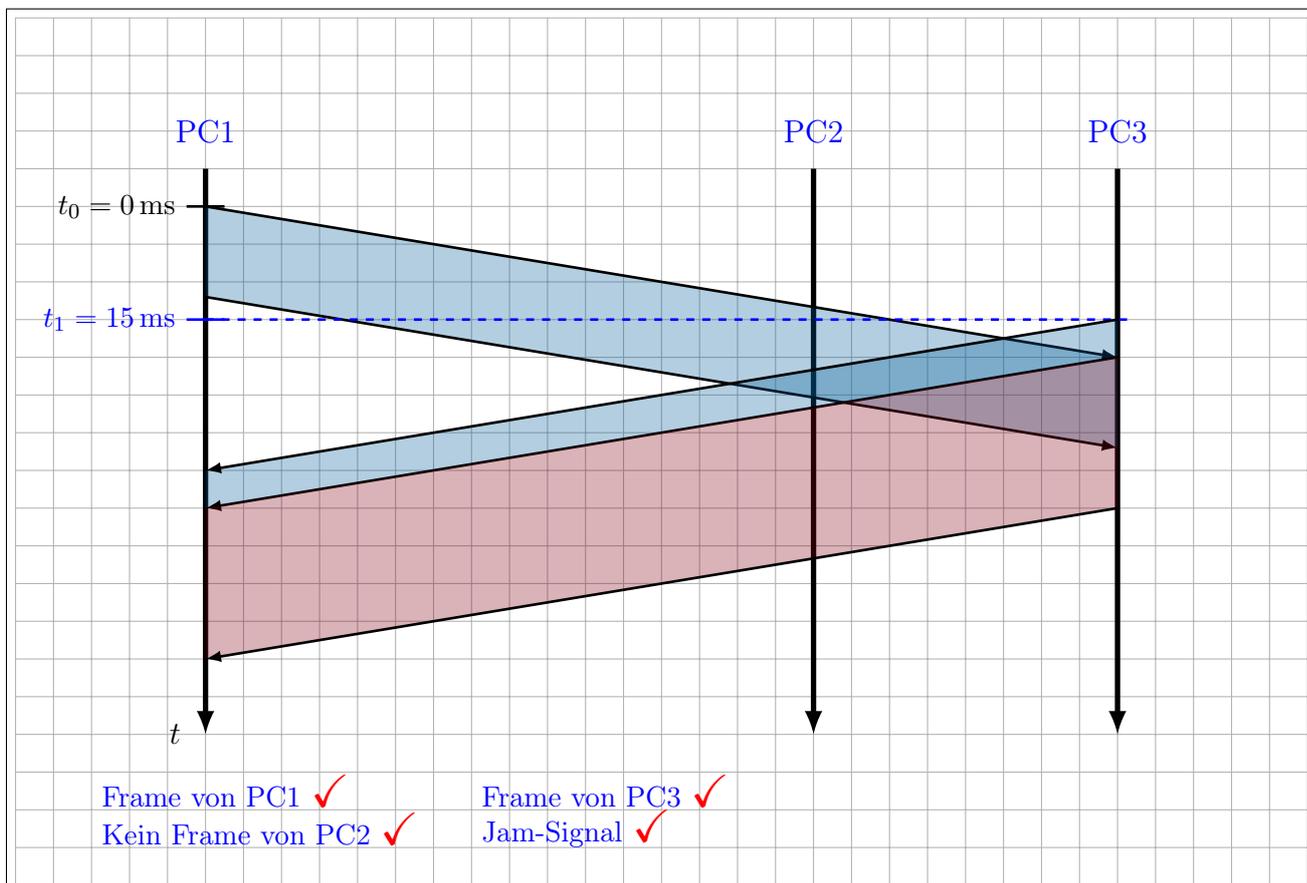
c)* Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung t_p zwischen PC1 und PC3.

$$t_p = \frac{d(PC1, PC3)}{c_{sw}} = \frac{20 \text{ m} + 10 \text{ m}}{1500 \text{ m/s}} = 20 \text{ ms} \checkmark$$

Zum Zeitpunkt $t_1 = 15 \text{ ms}$ liegen auch an PC2 und PC3 jeweils 1500 Byte Daten zum Senden vor.

2

d) Zeichnen Sie ein Weg-Zeit-Diagramm, welches sämtliche Vorgänge ab dem Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ ms}$ darstellt. Sollte einer der Computer ein Jam-Signal senden, so reicht es, dessen Startzeitpunkt kenntlich zu machen. Vergessen Sie nicht, das Diagramm richtig zu beschriften! (Maßstab: horizontal $1 \text{ cm} \hat{=} 2.5 \text{ m}$, vertikal $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ ms}$)



1/2

e) Begründen Sie, weswegen CSMA/CD unter den gegebenen Umständen nicht korrekt funktioniert?

PC1 erkennt die Kollision nicht, da der Sendevorgang bereits abgeschlossen ist, wenn das erste Bit von PC3 bei ihm ankommt. ✓

1

f) Schlagen Sie eine Modifikation vor, so dass CSMA/CD korrekt funktioniert. (Rechnung!)

$$l_{\min} = 2t_{p,\max}r = 2 \cdot 20 \text{ ms} \cdot 10^6 \text{ Bit/s} = 5000 \text{ Byte} \checkmark \checkmark \text{ oder}$$

$$d_{\max} = \frac{1}{2}c_{sw}t_{s,\min} = \frac{1}{2} \cdot 1500 \text{ m/s} \cdot 12 \text{ ms} = 9 \text{ m} \checkmark \checkmark$$

Aufgabe 2 Digitale Modulationsverfahren (4 Punkte)

In dieser Aufgaben sollen die Vorgänge der Impulsformung im Basisband und der anschließenden Modulation erarbeitet werden. Dazu ist in Abbildung 2.1 der Signalraum eines digitalen Modulationsverfahrens gegeben. Außerdem sei die zu übertragende Bitfolge 01111001 gegeben. Als Grundimpulse für das Basisbandsignal soll der Rechteckimpuls

$$\text{rect}(t) = \begin{cases} 1 & -T/2 \leq t < T/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

verwendet werden.

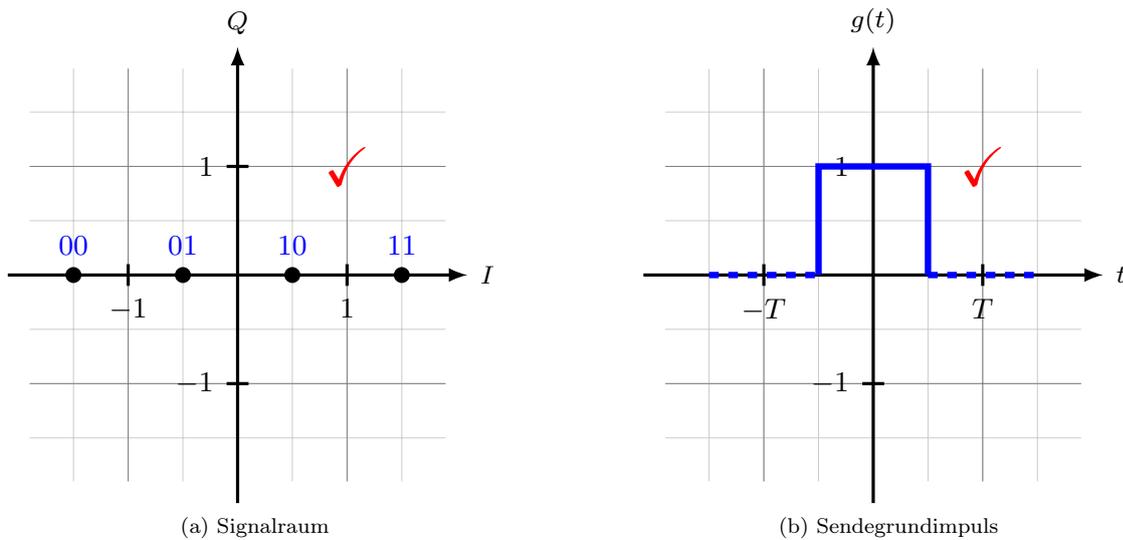


Abbildung 2.1: Signalraum und Sendegrundimpuls

a)* Um welches Modulationsverfahren handelt es sich?

4-ASK ✓

b)* Tragen Sie in Abbildung 2.1a eine gültige Zuordnung von Codewörtern zu Symbolen ein.

c)* Zeichnen Sie in Abbildung 2.1b den Sendegrundimpuls $g(t)$ ein.

d) Zeichnen Sie nun in Abbildung 2.2 das zu der gegebenen Bitfolge passende Basisbandsignal ein.

Das Basisbandsignal aus der vorherigen Teilaufgabe werde nun verwendet, um den Kosinusträger $s(t) = \cos(2\pi t/T)$ zu modulieren.

e) Zeichnen Sie das modulierte Signal ebenfalls in Abbildung 2.2 ein.

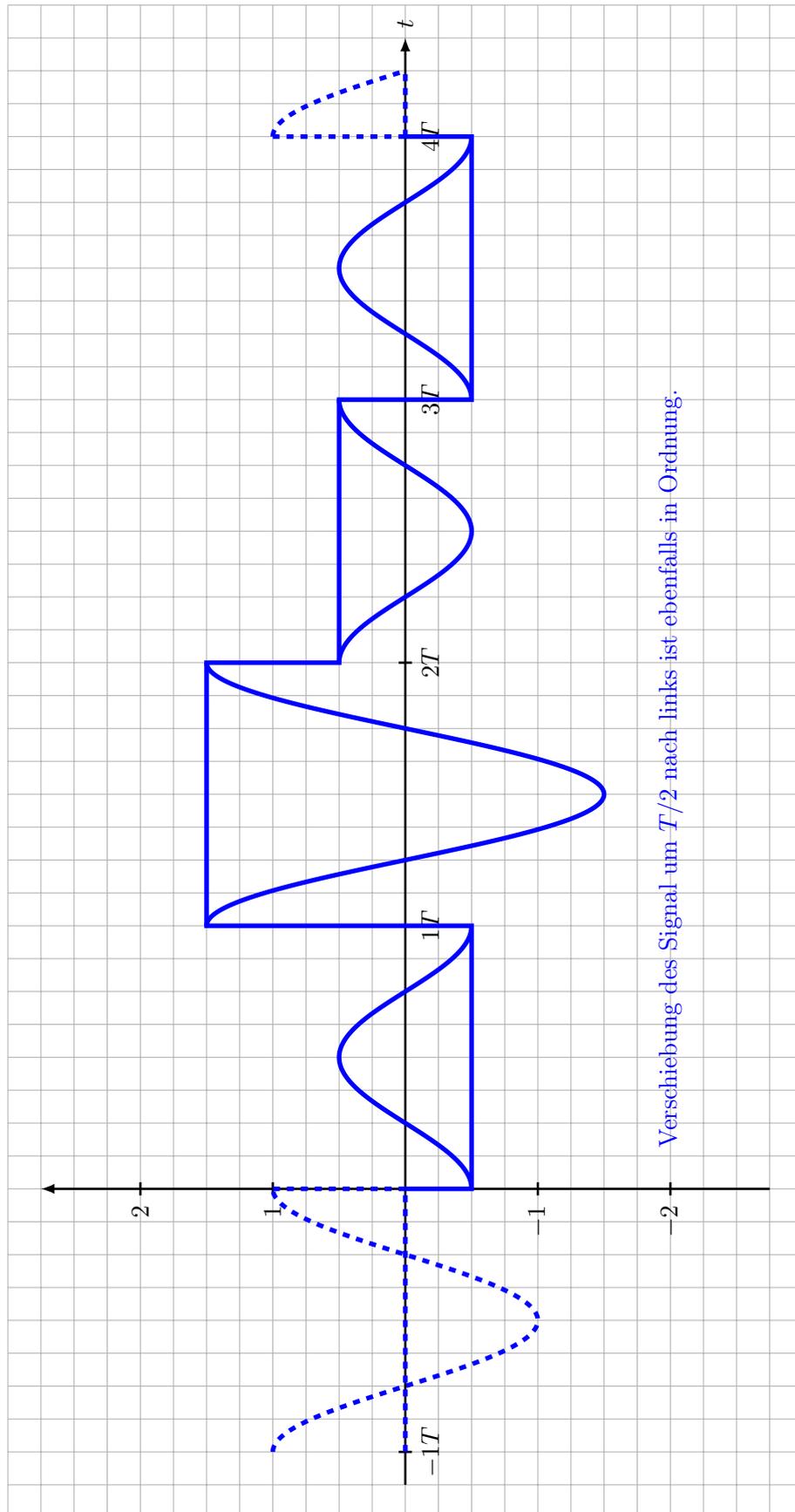


Abbildung 2.2: Lösungsblatt für Teilaufgaben d) und e)

Aufgabe 3 Kurzaufgaben (6 Punkte)

Die folgenden Kurzaufgaben sind **jeweils unabhängig voneinander**. Stichpunktartige Antworten sind ausreichend!



a)* Abbildung 3.1 zeigt gemessene RTTs von zwei unterschiedlichen Computern A und B zum selben Ziel. Computer A ist über eine Breitbandanbindung mit dem Internet verbunden während Computer B über eine UMTS-Verbindung verfügt. Begründen Sie, welche der beiden Messungen von Computer B aus durchgeführt wurde.

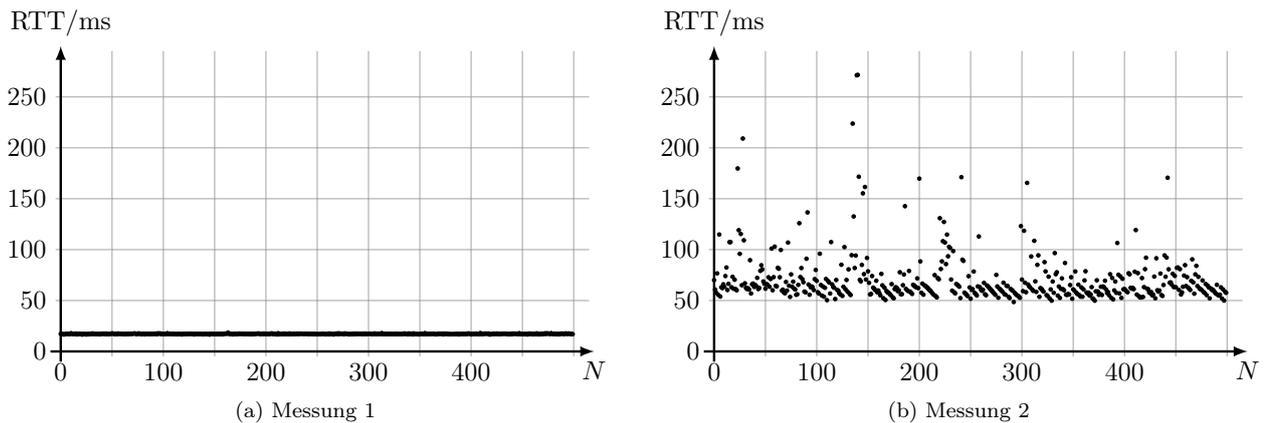


Abbildung 3.1: RTT Messungen zum gleichen Ziel von zwei unterschiedlichen Computern

Messung 2 weist eine erheblich höhere RTT mit größerer Varianz auf. Dies sind Hinweise darauf, dass Messung 2 von Computer B stammt. ✓

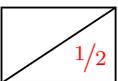
b)* In Programmieraufgabe 1 haben wir festgestellt, dass Hamming-Codes anfällig gegenüber Mehrbitfehlern (also insbesondere Burst-Fehlern) sind. Erläutern Sie kurz, ob durch Permutationen diese Anfälligkeit reduziert werden kann.



Wird der kodierte Bitstrom permutiert, sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass mehrere Bits desselben Codeworts durch einen Burstfehler kippen.

Anders formuliert: Es geht darum, einen Burstfehler auf mehrere Blöcke zu streuen, so dass innerhalb jedes Blocks höchstens 1 Bitfehler liegt. ✓

c)* Welches Ziel wird mit der Kanalkodierung verfolgt?



Gezieltes Hinzufügen von Redundanz (Fehlerkorrektur) ✓



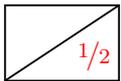
d)* Welches Ziel wird mit der Quellenkodierung verfolgt?

Entfernung von Redundanz aus einem Datenstrom (Kompression) ✓



e)* Gegeben sei der Adressblock 131.159.20.64/26. Geben Sie die Netzadresse, Broadcastadresse und Anzahl nutzbarer Adressen für Hosts an.

- Netzadresse: 131.159.20.64
- Broadcastadresse: 131.159.20.127
- Nutzbare Adressen: $64 - 2 = 62$

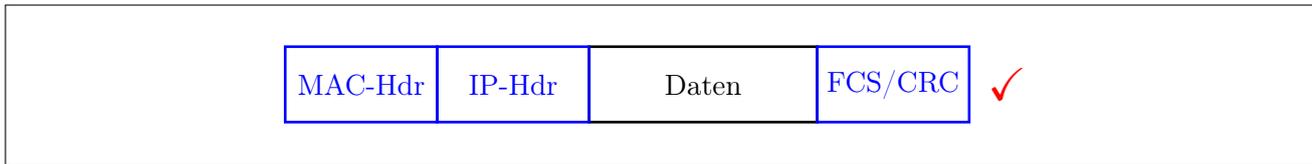


f)* Sie erhalten die binäre Nachricht 1011101101, welche mittels CRC gesichert wurde. Das Generatorpolynom sei $g(x) = x^3 + 1$. Überprüfen Sie, ob bei der Übertragung ein Fehler aufgetreten ist.

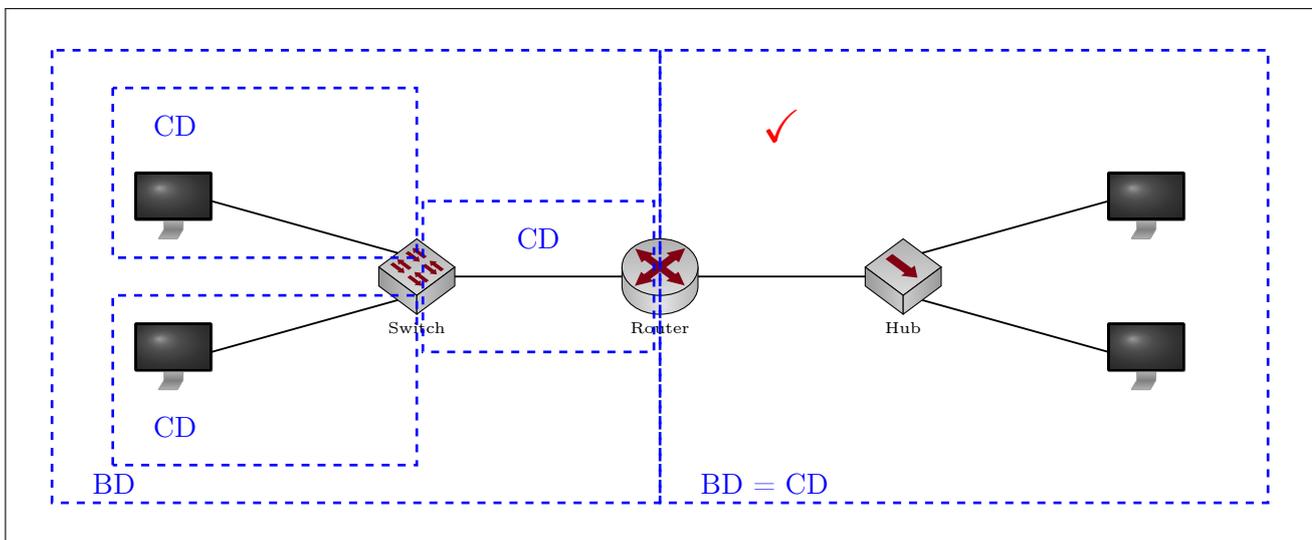
Das Generatorpolynom in binärer Schreibweise: 1001
1011101101 : 1001 = 1010111, Rest 010

Richtiger Rest + Schlussfolgerung ✓

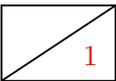
g)* Gegeben sei der im Lösungsfeld abgebildete Datenblock (L4-PDU). Fügen sie diesem schematisch Header / Trailer hinzu, wenn IP über Ethernet verwendet wird. Detaillierte Angaben zu einzelnen Feldern innerhalb der Header sind nicht notwendig!



h)* Gegeben sei die Netzwerktopologie aus dem Lösungsfeld. Zeichnen Sie **alle** Broadcast und Collision Domains ein.



i)* Sie übertragen ein Signal im Basisband mit der (einseitigen) Bandbreite $B = 1$ kHz. Das gewählte Modulationsverfahren nutze 16 unterschiedliche Signalstufen. Das SNR beim Empfänger betrage $6 \text{ dB} \approx 3.98$. Bestimmen Sie die maximal erzielbare Datenrate R_{\max} .



$$R_1 = 2B \log_2(M) = 8000 \text{ Bit/s}$$

$$R_2 = B \log_2(1 + \text{SNR}) \approx 2316 \text{ Bit/s} \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow R_{\max} = \min\{R_1, R_2\} = 2316 \text{ Bit/s} \quad \checkmark$$



j)* Wozu werden MAC-Adressen verwendet?

Identifizierung des Next-Hops. ✓



k)* Wozu werden IP-Adressen verwendet?

End-zu-End Adressierung. ✓

Zusätzlicher Platz für Lösungen – bitte markieren Sie deutlich die Zugehörigkeit zur jeweiligen Aufgabe und streichen Sie ungültige Lösungen!

