



**Hinweise zur Personalisierung:**

- Ihre Prüfung wird bei der Anwesenheitskontrolle durch Aufkleben eines Codes personalisiert.
- Dieser enthält lediglich eine fortlaufende Nummer, welche auch auf der Anwesenheitsliste neben dem Unterschriftenfeld vermerkt ist.
- Diese wird als Pseudonym verwendet, um eine eindeutige Zuordnung Ihrer Prüfung zu ermöglichen.

## Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

**Klausur:** IN0010 / Midterm

**Datum:** Dienstag, 6. Juni 2023

**Prüfer:** Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

**Uhrzeit:** 19:00 – 19:45

Bevor wir mit dem Verlesen der Bearbeitungshinweise fortfahren, bitten wir Sie die nachfolgenden Fragen zu beantworten. Mit diesen Angaben helfen Sie uns, den Lernerfolg in Abhängigkeit einzelner Vorlesungsbestandteile zu untersuchen. Die Angaben sind **freiwillig** und fließen **nicht in die Bewertung** ein. Um eine Beeinflussung auszuschließen, wird diese Seite während der Korrektur nicht zugänglich gemacht.

a) Haben Sie die **Vorlesung** besucht?

- 1 (regelmäßig)       2       3       4 (nie)

b) Haben Sie sich die **Aufzeichnung des Vorjahres** angesehen?

- 1 (regelmäßig)       2       3       4 (nie)

c) Haben Sie die **Tutorübungen** besucht?

- 1 (regelmäßig)       2       3       4 (nie)

### Bearbeitungshinweise

- Diese Klausur umfasst **8 Seiten** mit insgesamt **4 Aufgaben** sowie dem bekannten Cheatsheet. Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Die Gesamtpunktzahl in dieser Klausur beträgt 45 Punkte.
- Das Heraustrennen von Seiten aus der Prüfung ist untersagt.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
  - ein **nicht-programmierbarer Taschenrechner**
  - ein **analoges Wörterbuch** Deutsch ↔ Muttersprache **ohne Anmerkungen**
- Mit \* gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen der Lösungsweg erkennbar ist.** Auch Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, sofern es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.
- Schreiben Sie weder mit roter / grüner Farbe noch mit Bleistift.
- Schalten Sie alle mitgeführten elektronischen Geräte vollständig aus, verstauen Sie diese in Ihrer Tasche und verschließen Sie diese.

Hörsaal verlassen von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ / Vorzeitige Abgabe um \_\_\_\_\_

## Aufgabe 1 Multiple Choice (9 Punkte)

Die folgenden Aufgaben sind Multiple Choice / Multiple Answer, d. h. es ist jeweils mind. eine Antwortoption korrekt. Teilaufgaben mit nur einer richtigen Antwort werden mit 1 Punkt bewertet, wenn richtig. Teilaufgaben mit mehr als einer richtigen Antwort werden mit 1 Punkt pro richtigem und  $-1$  Punkt pro falschem Kreuz bewertet. Fehlende Kreuze haben keine Auswirkung. Die minimale Punktzahl pro Teilaufgabe beträgt 0 Punkte.

Kreuzen Sie richtige Antworten an

Kreuze können durch vollständiges Ausfüllen gestrichen werden

Gestrichene Antworten können durch nebenstehende Markierung erneut angekreuzt werden



a) Gegeben seien die Signale aus Abbildung 1.1 (a)–(d). Welche der Signale sind zeitdiskret?

(a)

(b)

(c)

(d)

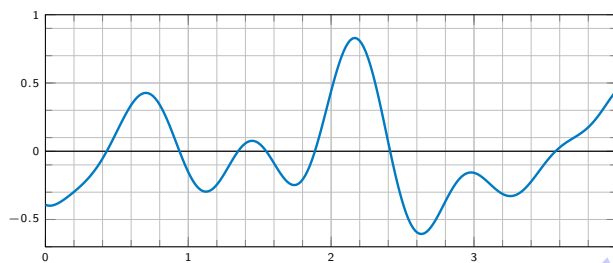
b)\* Gegeben seien die Signale aus Abbildung 1.1 (a)–(d). Welche der Signale sind wertkontinuierlich?

(a)

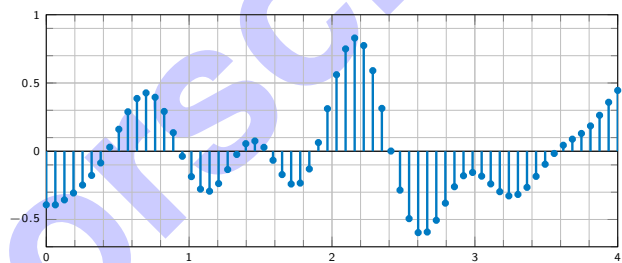
(b)

(c)

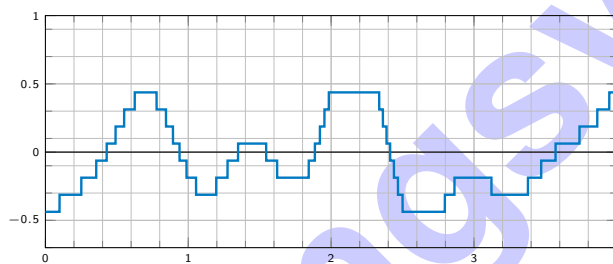
(d)



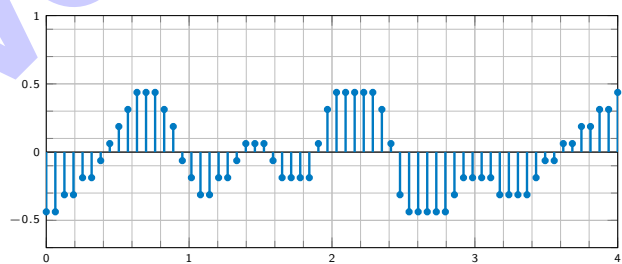
(a)



(b)



(c)



(d)

Abbildung 1.1: Signale

c)\* Worin besteht der wesentliche Unterschied zwischen CSMA/CD und CSMA/CA?

Es gibt nur Unterschiede in der Kollisionsbehandlung, nicht im Medienzugriff.

Beim Medienzugriff mittels CSMA/CA gibt es immer eine Contention Phase.

CSMA/CA benötigt eine minimale Rahmenlänge von 64 B.

CSMA/CD verwendet im Gegensatz zu CSMA/CA Bestätigungen.

d)\* Welche(s) Zeichen aus dem nachfolgenden Zeichenstrom hat/haben den größten Informationsgehalt?

Y C B B Y C B Q R C Y Y R Z C R Q

Z

Y

C

R

B

Q

e)\* Welche Verfahren sind geeignet um Rahmengrenzen zu erkennen?

Angabe der L3 Headerlänge

Coderegelerletzung

ALOHA

Codetransparenz

Prüfsummen

Slotted ALOHA

f)\* Welche Eigenschaften gibt es bei WLAN (IEEE 802.11a/g) im Vergleich zu klassischem kabelgebundenen Ethernet (IEEE 802.3a/i/u)?

- Es müssen angepasste Layer 3 Protokolle verwendet werden.
- Es werden Quittungsverfahren eingesetzt auf Schicht 2.
- Unterschiedliche Anzahl an MAC-Adressen im Header.
- Es gibt keine CRC Prüfsumme.
- Die Übertragung findet mittels Lichtwellen statt.
- Es sind spezielle Kabel nötig.
- Zur Medienzuteilung wird CSMA eingesetzt.
- Die MAC-Adressen sind länger.

## Aufgabe 2 Frequenzanalyse (6 Punkte)

Gegeben sei das periodische Signal aus Abbildung 2.1.

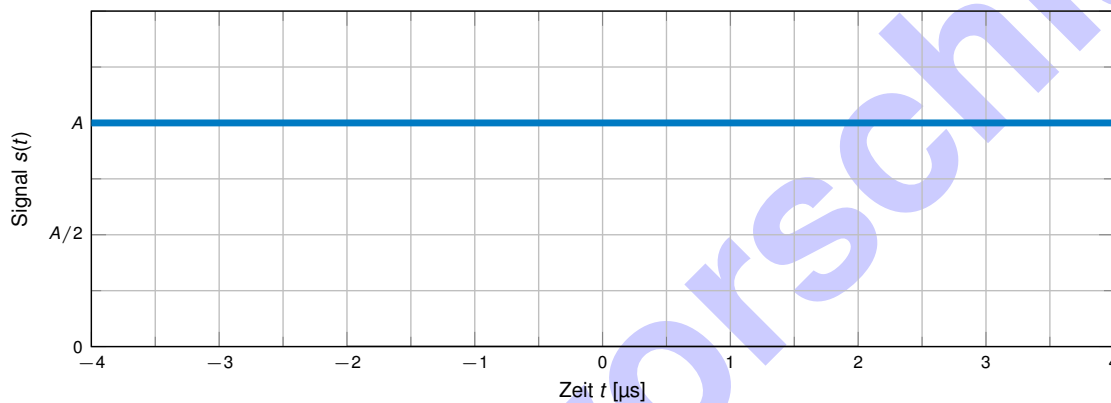


Abbildung 2.1: Periodische Fortsetzung von  $s(t)$

a)\* Begründen Sie kurz, ob  $s(t)$  eine Periode besitzt – falls ja, welche?

Da  $s(t)$  konstant ist, ist die Periodendauer  $T$  nicht definiert ( $f = 0$ ).



b)\* Begründen Sie kurz, ob zur Frequenzanalyse eine Fourierreihe genutzt werden kann.

Da ein konstantes Signal ein Grenzfall eines periodischen Signals ist, welches offensichtlich nur einen Gleichanteil besitzt, kann die Fourierreihe verwendet werden.



c)\* Bestimmen Sie das Spektrum von  $s(t)$ .

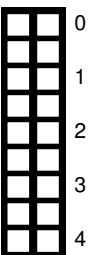
Zunächst sind alle sin Anteile 0, da  $s(t)$  achsensymmetrisch ist ( $b_k = 0 \forall k$ ).

Der Gleichanteil  $a_0/2 = A$  kann direkt abgelesen werden  $\Rightarrow a_0 = 2A$ .

Alternativ kann eine beliebige Periode  $T$  gewählt werden und das Integral

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) dt$$

gelöst werden.



### Aufgabe 3 CRC (14 Punkte)

Gegeben sei die binäre Nachricht 00100110, welche mittels CRC (wie in der Vorlesung für Ethernet-basierte Netzwerke eingeführt) gesichert werden soll. Das Reduktionspolynom sei gegeben als  $r(x) = x^2 + 1$ .



a)\* Beschreiben Sie kurz, wofür CRC bei Ethernet verwendet wird.

Erkennung von Bitfehlern beim empfangenden Knoten.



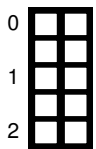
b)\* Wofür wird das Reduktionspolynom verwendet?

Mapping einer Nachricht beliebiger Länge auf eine Checksumme fester Länge.



c)\* Was bedeutet es, wenn ein Reduktionspolynom *irreduzibel* ist?

Es kann nicht als Produkt zweier Polynome von Grad  $< \text{degr}(x)$  dargestellt werden.



d)\* Begründen Sie, ob für CRC ein irreduzibles Reduktionspolynom benötigt wird.

Wird ein irreduzibles Polynom genutzt, so bilden alle möglichen Checksummen einen endlichen Körper. Diese Eigenschaft wird aber für CRC nicht benötigt. Da CRC primär zur Fehlererkennung genutzt wird, kann sogar ein reduzibles Polynom von Vorteil sein, da diese bestimmte Arten von Bitfehlern zuverlässig erkennen können. Z. B. Werden alle Bitfehler ungerader Länge erkannt, wenn das Polynom den Faktor  $(x + 1)$  enthält.



e)\* Zeigen Sie, ob  $r(x)$  irreduzibel ist.

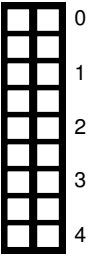
$$r(x) = x^2 + 1 = (x + 1)^2 \Rightarrow \text{es ist reduzibel}$$



f)\* Wie reagiert bei Ethernet der Empfänger, wenn ein Bitfehler erkannt wird?

Der Rahmen wird ohne weitere Aktion verworfen.

g)\* Bestimmen Sie die CRC Checksumme für die gegebene Nachricht (siehe Anfang der Aufgabe).



```

00100110 00 : 101 = 101101
 101| | | |
---| | | |
00111| | |
 101| | |
---| | |
0100| | |
 101| | |
---| | |
001 00
  1 01
  - --
    1
    
```

Checksumme ist 01.

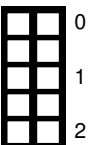
h) Geben Sie die übertragene Nachricht explizit an.



00100110 01

Es sei nun eine andere Nachricht (einschließlich Checksumme) gegeben: 111011010010111001. Nehmen Sie an, dass diese Nachricht übertragen wird und beim Empfänger ankommt als 111011010010111100.

i)\* Begründen Sie, ob der Fehler erkannt wird.



Der Fehler wird nicht erkannt, da der Fehler 101 ist, was ein Vielfaches des Reduktionspolynoms ist.

## Aufgabe 4 Data Link Layer (16 Punkte)

Abbildung 4.1 zeigt eine Layer 2 Topologie mit 4 PCs, samt den ihnen zugeteilten MAC-Adressen. Alle Caches und Switching-Tabellen seien zu Beginn leer.

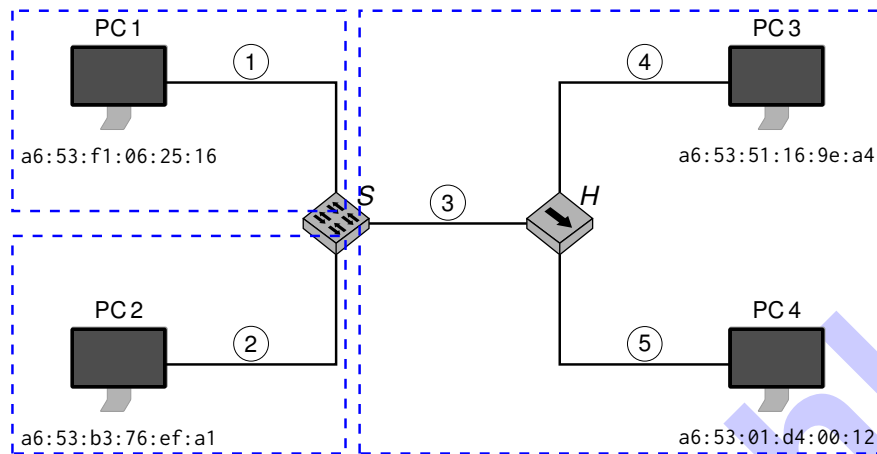
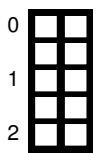


Abbildung 4.1: Netzwerktopologie



a)\* Begründen Sie kurz, wofür MAC Adressen eingesetzt werden.

Zur Adressierung im Direktverbindungsnetz.



b)\* Was ist der grundlegende Unterschied zwischen einem Switch und einem Hub?

**Hub:** eingehende Rahmen werden an allen anderen Ports ausgegeben  
**Switch:** verwaltet eine Switching-Tabelle und gibt Rahmen nur an den gelernten Ports aus (falls möglich)



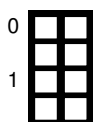
c)\* Was passiert normalerweise, wenn ein PC einen Rahmen empfängt, der nicht für ihn bestimmt war?

Empfängeradresse des Rahmens ungleich der MAC-Adresse des Hosts → Host verwirft den Rahmen.



d)\* Begründen Sie kurz, ob S für seine normalen Funktionen im Netzwerk eine MAC-Adresse benötigt.

Nein, ein Switch trifft Weiterleitungsentscheidungen auf Basis von MAC-Adressen, wird aber selbst nicht adressiert.

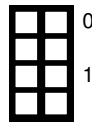


e) Zeichnen Sie alle Kollisionsdomänen in die Abbildung 4.1 ein. Achten Sie darauf, dass klar ersichtlich ist, welches Interface der Geräte sich in welcher / welchen Kollisionsdomänen befinden!

PC 1 sendet nun einen Rahmen an PC 4.

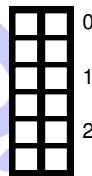
f)\* Begründen Sie kurz, ob PC 4 eine global eindeutige MAC-Adresse hat.

LG bit: 1 → global **nicht** eindeutige Adresse



g) Begründen Sie für jeden der in der Abbildung 4.1 mit ① bis ⑤ markierten Links, ob der Rahmen dort im Laufe des Prozesses auf die Leitung gelegt wird.

- ① Ja (das ist der einzige Link an dem PC 1 angeschlossen ist)
- ②-③ Ja, da in der Switching Tabelle von S kein entsprechender Eintrag ist, wird der Rahmen an allen Ports ausgegeben
- ④-⑤ Ja, da ein Hub den Rahmen an allen Ports ausgibt



h) Geben Sie den Inhalt der Switching Tabelle von S an.

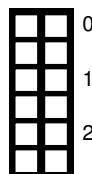
PC1 - 1



PC 4 antwortet nun und adressiert dabei wieder direkt PC 1.

i) Begründen Sie für jeden der in der Abbildung 4.1 mit ① bis ⑤ markierten Links, ob der Rahmen dort im Laufe des Prozesses auf die Leitung gelegt wird.

- ⑤ Ja (das ist der einzige Link an dem PC 4 angeschlossen ist)
- ③ und ④: Ja, da ein Hub den Rahmen an allen Ports ausgibt
- ① Ja, da in der Switching Tabelle von S nun der entsprechende Eintrag für PC 1 ist, wird dieser nur an diesem Port weitergeleitet
- ② Nein, siehe zuvor



j) Ergänzen Sie den Inhalt der Switching Tabelle von S.

(PC1 - 1)  
PC4 - 3



k)\* Welches Sicherheitsproblem ergibt sich im Beispiel durch die Benutzung von Hubs?

PC 3 kann die Kommunikation zwischen PC 1 und PC 4 mithören.



Zusätzlicher Platz für Lösungen. Markieren Sie deutlich die Zuordnung zur jeweiligen Teilaufgabe. Vergessen Sie nicht, ungültige Lösungen zu streichen.

