

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. Uwe Baumgarten

**Datum:** 27.06.2011

**Hörsaal:** MW 0001

**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. Uwe Baumgarten  
Lehrstuhl für Betriebssysteme und Systemsoftware  
Fakultät für Informatik  
Technische Universität München

**Montag, 27.06.2011**  
**14:30 – 15:15 Uhr**

- Diese Klausur umfasst **12 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 beliebig 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.**

**Aufgabe 1 Bluetooth Physical Layer (5 Punkte)**

Bluetooth ist ein kabelloses Übertragungsverfahren über kurze Distanzen (meist bis zu 10 m). Es wird häufig zur kabellosen Verbindung von Headsets mit Mobiltelefonen verwendet. Manchmal können Mobiltelefone via Bluetooth auch mit Computern kommunizieren und diesen beispielsweise mobilen Zugang zum Internet ermöglichen.

In dieser Aufgabe betrachten wir die physikalische Schicht von Bluetooth-Verbindungen. Abbildung 1a zeigt den von Bluetooth verwendeten Frequenzbereich. Dieser ist in insgesamt 79 Kanäle unterteilt. Jeder Kanal besitzt dabei eine (zweiseitige) Bandbreite von 1 MHz. Als Modulationsverfahren kann u. a. Phase-Shift-Keying zum Einsatz kommen. Der Signalraum ist in Abbildung 1b dargestellt.

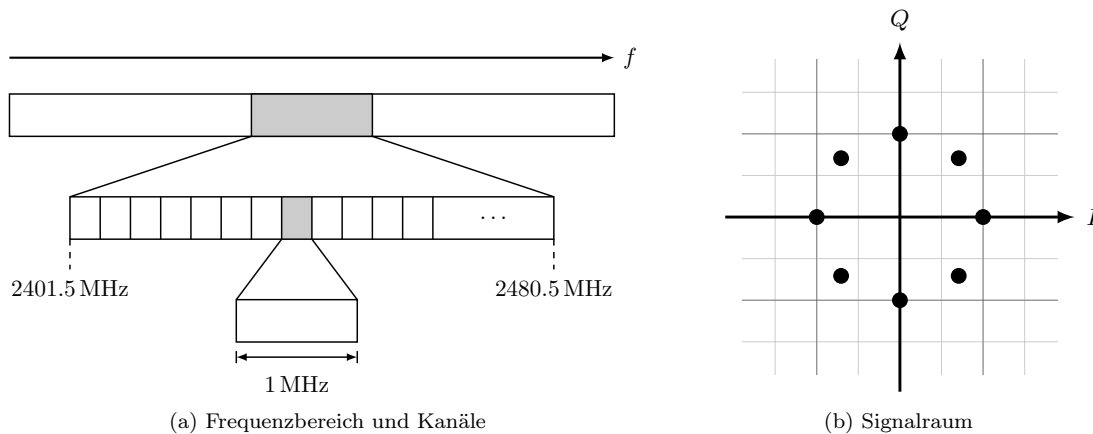


Abbildung 1: Bluetooth Physical Layer

a)\* Wieviele Bit werden pro Symbol übertragen?

b) Wie hoch ist die maximal erzielbare Datenrate pro Kanal?

Der Bluetooth-Standard sieht eine maximale Bitfehlerrate von  $p_e = 0.1\%$  vor. Ein Bluetooth-Rahmen besteht aus maximal 2871 bit. Wir gehen im Folgenden von Rahmen maximaler Größe aus. Außerdem nehmen wir an, dass Bitfehler unabhängig voneinander auftreten.

☐

c)\* Bestimmen Sie die Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit  $p_R$ .

Um die Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit zu reduzieren, unterstützt Bluetooth die beiden folgenden Mechanismen:

1. Kanalkodierung mit einem Blockcode der Länge  $n = 3$  und der Coderate  $R = 1/3$ , welcher pro Kanalwort einen beliebigen Bitfehler korrigieren kann
2. Automated Repeat Request (ARQ), welches nach einem Timeout abgebrochen wird

☐

d)\* Wir betrachten zunächst Fall 1. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit  $p_K$ , dass ein Kanalwort fehlerhaft übertragen wird.

3 Name:

---

e) Bestimmen Sie mit dem Ergebnis aus Teilaufgabe d) die Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit  $p_{R1}$  bei Nutzung der Kanalkodierung.

☐

f) Bestimmen Sie nun mit Hilfe des Ergebnisses aus Teilaufgabe c) die Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit  $p_{R2}$  bei Nutzung von ARQ mit höchstens 5 Übertragungsversuchen.

☐

g) Unter besseren Umständen betrage die Bitfehlerwahrscheinlichkeit nun  $p'_e = 10^{-6}$ . Würden Sie unter diesen Umständen Kanalkodierung oder ARQ einsetzen? (Begründung!)

☐

5

**Aufgabe 2 Medienzugriffskontrolle (5 Punkte)**

Gegeben sei ein Netzwerk bestehend aus drei Computern, welche über ein Hub miteinander verbunden sind (siehe Abbildung 2). Die Abstände zwischen den Computern betragen näherungsweise  $d_{12} = 300$  m bzw.  $d_{23} = 200$  m. Die Übertragungsrate betrage  $r = 100$  Mbit/s. Die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit betrage wie üblich  $\nu = 2/3$ . Die Lichtgeschwindigkeit sei mit  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s gegeben.

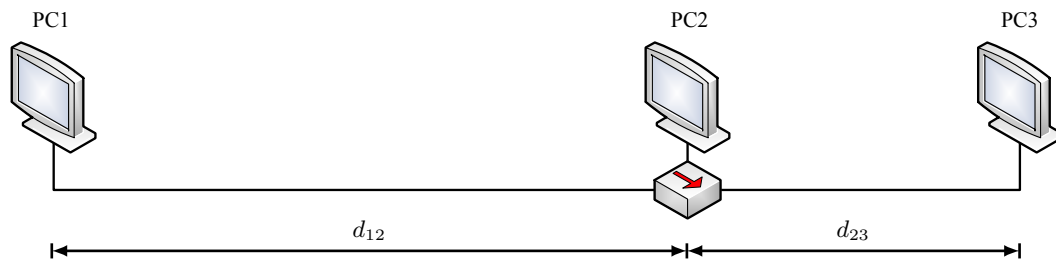


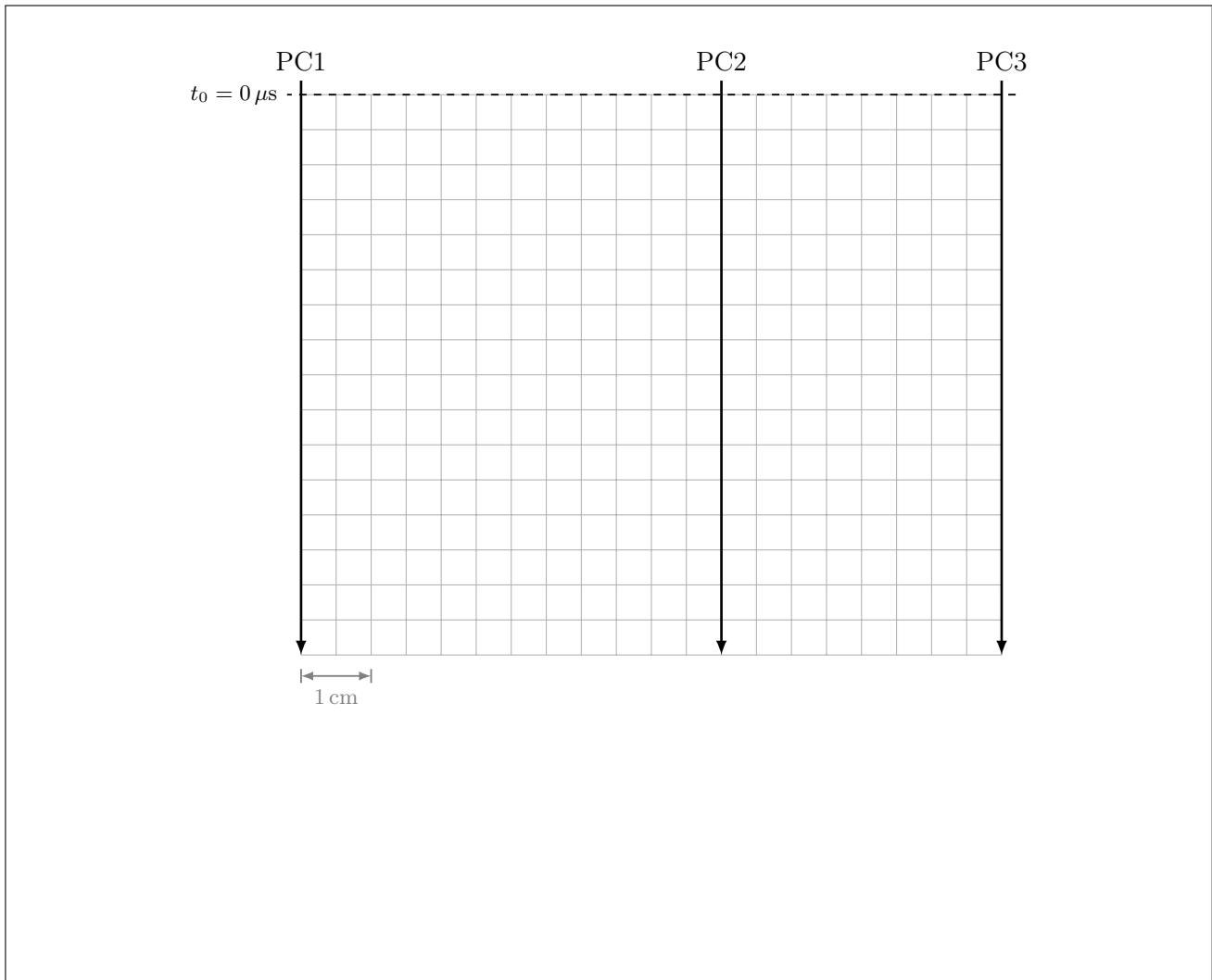
Abbildung 2: Netztopologie (nicht maßstabsgetreu)

Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  s findet keine Übertragung statt und keiner der Rechner hat Daten zu versenden. Zum Zeitpunkt  $t_1 = 1 \mu\text{s}$  beginnt PC1 einen Rahmen der Gesamtlänge 25 b (inkl. Header) zu senden. Bei  $t_2 = 3 \mu\text{s}$  stehen auch bei PC2 und PC3 Rahmen der Gesamtlänge 25 b zum Senden an. (Hinweis: b = Byte)

a)\* Berechnen Sie die Serialisierungszeit  $t_s$  für eine Nachricht.

b)\* Berechnen Sie die Ausbreitungsverzögerungen  $t_p(1, 2)$  und  $t_p(2, 3)$  auf den beiden Streckenabschnitten.

c) Zeichnen Sie für 1-persistentes CSMA/CD ein Weg-Zeit-Diagramm, das den Sendevorgang im Zeitintervall  $t \in [0 \mu s, 8 \mu s)$  darstellt. Vernachlässigen Sie dabei, dass 1-persistentes CSMA/CD gewöhnlich Slotzeiten verwendet. Maßstab:  $100 \text{ m} \hat{=} 2 \text{ cm}$  bzw.  $1 \mu s \hat{=} 1 \text{ cm}$ .



d) Begründen, weswegen CSMA/CD unter den gegebenen Umständen nicht korrekt funktioniert.







e) Die maximale Länge eines FastEthernet-Segments beträgt  $d_{\max} = 500$  m. Bestimmen Sie die Mindestlänge  $l_{\min}$  eines Rahmens, so dass die Kollisionserkennung von FastEthernet funktioniert.

**Aufgabe 3 Kurzaufgaben (5 Punkte)**

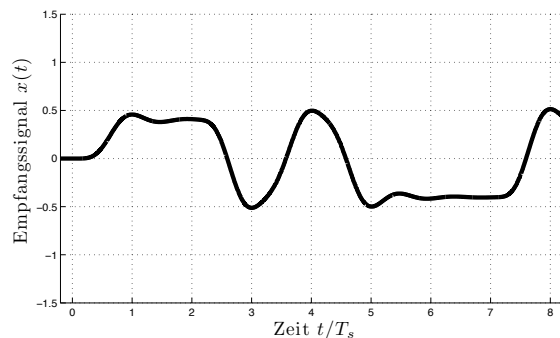
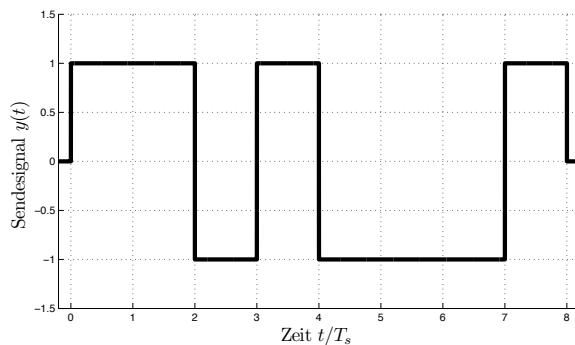
5

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

a)\* Welches Ziel wird mit der Quellenkodierung verfolgt?

b)\* Welches Ziel wird mit der Kanalkodierung verfolgt?

c)\* Die untenstehende Grafik zeigt das Sendesignal  $y(t)$  sowie das Empfangssignal  $x(t)$  nach der Übertragung über einen nicht-idealen Kanal. Welche beiden Kanaleinflüsse sind sichtbar?



d)\* Was ist ein Shortest Path Tree?

e)\* In der Vorlesung wurde ein einfacher Blockcode vorgestellt, welcher  $k = 1$  bit auf  $n = 3$  bit abbildet:

$$0 \mapsto 000, \quad 1 \mapsto 111.$$

Um die Fehlerkorrektur weiter zu verbessern wird folgende Modifikation vorgeschlagen:

$$0 \mapsto 0000, \quad 1 \mapsto 1111.$$

☐

Wie bewerten Sie diese Veränderung hinsichtlich Fehlerkorrektur und Effizienz?

☐

f)\* Was ist ein Minimum Spanning Tree?

☐

g)\* Wozu werden MAC-Adressen verwendet?

☐

h)\* Wozu werden IP-Adressen verwendet (im Gegensatz zu MAC-Adressen)?

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

