

Bitte unbedingt Matrikelnummer und Name in untenstehendes Feld eintragen, sonst keine Bearbeitung möglich.

--	--	--	--	--	--	--	--

FERNUNIVERSITÄT

EINGANG

Name \_\_\_\_\_



**Bitte zurück an:**  
FERNUNIVERSITÄT

Postfach 940  
58084 Hagen

## Fachbereich Informatik

Kurs: 1690 "Kommunikations- und Rechnernetze"  
Klausur am 3. April 2004

Bitte hier Ihre vollständige Adresse eintragen, sonst keine Bearbeitung möglich.

PLZ, Wohnort

Strasse, Nr.

Name, Vorname

Postanschrift: Fernuniversität, Postfach 940, 58084 Hagen

**Status:**

- Vollzeitstudent
- Teilzeitstudent
- Zweithörer
- Gasthörer

**Klausurorte:**

- Berlin
- Bochum
- Frankfurt
- Hamburg
- Karlsruhe
- Kassel
- Köln
- München
- Bregenz
- Wien
- .....
- ( )

Geburtsdatum (für Schein): \_\_\_\_\_

Aufgabe	1	2	3	4	5	6						Summe
bearbeitet												
erreichte Punktzahl												

Datum: \_\_\_\_\_ Korrektor: \_\_\_\_\_

---

## Klausur WS 03/04: Kommunikations- und Rechnernetze

### Hinweise zur Klausur

---

#### Beachten Sie bitte die folgenden Hinweise:

1. Die Klausurdauer beträgt 3 Stunden.
2. Es sind keine Skripten oder sonstige vorbereitete Notizen zugelassen.
3. Überprüfen Sie die Vollständigkeit der Aufgabenstellung. Die Klausur umfaßt 4 Aufgaben auf den Seiten 3 bis 6.
4. Schreiben Sie mit Tinte oder Kugelschreiber.
5. Beginnen Sie mit Ihren Lösungen für jede Aufgabe ein neues Blatt.
6. Schreiben Sie auf jedes Lösungsblatt oben rechts Ihren Namen, Ihre Matrikelnummer und die Nummer der bearbeiteten Aufgabe. Lösungsblätter, die weder Namen noch Matrikelnummer aufweisen, können nicht bearbeitet werden!
7. Numerieren Sie Ihre Lösungsblätter durch.
8. Füllen Sie das Deckblatt aus und geben Sie die Aufgabenstellung mit ab.
9. Wenn Sie mindestens 50% der 100 möglichen Punkte erreicht haben, haben Sie die Klausur auf jeden Fall bestanden. Eine Senkung dieser Mindestpunktzahl behalten wir uns vor.
10. Sie erhalten einen Klausurschein, wenn Sie für die Klausur teilnahmeberechtigt sind, die Klausur bestanden haben, Vollzeitstudent, Teilzeitstudent oder Zweithörer sind und diesen Kurs im laufenden Semester belegt haben.
11. Als Gasthörer erhalten Sie statt eines Klausurscheins ein Teilnahmezertifikat.
12. Die korrigierte Klausur erhalten Sie in 4 bis 6 Wochen zusammen mit einer Musterlösung zurück.
13. Sollten Sie eine Klausurteilnahmebescheinigung benötigen, füllen Sie bitte den anhängenden Vordruck aus und geben sie ihn mit ihren Lösungen zusammen ab.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Die Kursbetreuer

**Aufgabe 1: Signalübertragung****20 Punkte**

1. Warum erfordert die unverzerrte Übertragung eines binären, isochronen, periodischen Signals  $s(t)$  mit der Periode  $T_0$  einen Übertragungsweg unendlicher Bandbreite? (2P)
2. Skizzieren Sie das Spektrum von  $s(t)$  sowie das Spektrum eines Rechteckimpulses. (2P)
3. Ein Rechteckimpuls werde über einen Übertragungsweg endlicher Bandbreite übertragen; skizzieren Sie das am Ausgang des Übertragungsweges empfangene Signal. (2P)
4. Was versteht man unter der Bandbreitenausnutzung eines Übertragungsverfahrens? (2P)
5. Beschreiben Sie kurz das Prinzip und die Vorteile von Partial-Response-Verfahren. (2P)
6. Übertragung analoger Signale mit Hilfe digitaler Signale
  - a. Wie lautet Shannons Abtasttheorem? (3P)
  - b. Skizzieren Sie kurz die einzelnen Schritte der Codierung, Übertragung und Decodierung bei der Übertragung analoger Signale mit Hilfe digitaler Signale. (3P)
  - c. Warum lässt sich in der Regel das analoge Signal aus dem übertragenen digitalen Signal nicht wiedergewinnen? (2P)
  - d. Was versteht man unter Delta-Modulation? Welche Folgen hat eine zu geringe Abtastfrequenz? (2P)

## Aufgabe 2: Codierung

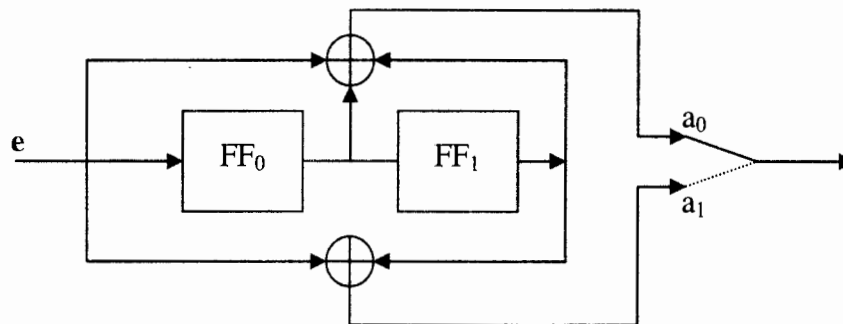
**40 Punkte**

### 1. Zyklische Blocksicherung

- Beschreiben Sie das Verfahren der zyklischen Blocksicherung (4P)
- Welche Fehlermuster können unter welchen Voraussetzungen an das Generatorpolynom mit Sicherheit erkannt werden (bitte begründen!)? (4P)
- Zeigen Sie, dass wenn das Generatorpolynom den Faktor  $(x+1)$  enthält, eine beliebige ungerade Anzahl von Bitfehlern erkannt werden kann.  
Hinweis: Betrachten Sie die Summe modulo 2 aller Koeffizienten eines Polynoms  $(1+x) \cdot p(x)$ . (4P)

### 2. Faltungscodes

Im Weiteren werde der folgende Faltungscodierer mit zweistelligem Schieberegister und zwei binären Addierern betrachtet



- Erläutern Sie kurz das Prinzip eines Faltungscodierers (2P)
- Zeichnen Sie zu obigem Faltungscodierer ein Zustandsdiagramm (5P)
- Zeichnen Sie zu obigem Faltungscodierer ein Spalierdiagramm (3P)
- Decodieren Sie mit Hilfe des Verfahrens von Viterbi die folgenden empfangenen Codewörter, ausgehend vom Zustand  $S_0$  (Schieberegister hat den Wert 00):
  - 11 10 00 01 10 (3P)
  - 01 00 01 00 00 (4P)
  - 00 01 00 11 00 (4P)
- Die minimale Hammingdistanz aller Codewörter eines Faltungscodes ergibt sich aus dem minimalen Gewicht aller Fundamentalwege: Das Gewicht eines Codeworts ist die Anzahl seiner 1en, ein Fundamentalweg ist ein Codewort, das im Zustand  $S_0$  startet und endet, ohne diesen zwischendurch zu berühren. Bestimmen Sie das minimale Gewicht des vorliegenden Faltungscodes (verfolgen Sie systematisch alle in  $S_0$  startenden Codewörter, z.Bsp. anhand eines binären Codewörterbaums). (7P)

### Aufgabe 3: Datenübertragung

25 Punkte

Eine sendende Station sendet einer empfangenden Station über einen gestörten Kanal Rahmen, die jeweils Nutzbits und Zusatzbits für Kontrollzwecke enthalten. Im Rahmen dieser Aufgabe soll untersucht werden, wie groß die **Anzahl der Nutzbits  $n_N$**  zu wählen ist, damit die mittlere Zeit zur Übertragung eines Nutzbits minimiert wird.

Vorausgesetzt werde,

- dass Quittungen immer korrekt und fehlerfrei übertragen werden,
- dass die Verarbeitungszeiten von Rahmen und Quittungen, sowie die Zeiten zur Übertragung von Quittungen, nicht jedoch die Signallaufzeiten von Rahmen und Quittungen, vernachlässigt werden können.

Es seien fest vorgegeben:

- Anzahl der Zusatzbits  $n_Z$
- Übertragungsgeschwindigkeit  $v_u$  (und damit die Bitübertragungszeit  $t_b$ )
- Signalausbreitungsgeschwindigkeit  $v_a$
- Bitfehlerwahrscheinlichkeit  $p_b$
- Entfernung der Stationen  $L$

1. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass ein Rahmen fehlerhaft übertragen wird (Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit  $p_r$ ) in Abhängigkeit von  $p_b$ . (Tipp: Bestimmen Sie hierzu die Wahrscheinlichkeit, dass ein Rahmen *korrekt* übertragen wird!). (3P)
2. Wie oft muss ein Rahmen im Mittel übertragen werden, bis er den Empfänger schließlich korrekt erreicht? Welche Zeit  $t_g$  vergeht bis dahin? (3P)
3. Bestimmen Sie die effektive Übertragungszeit

$$t_{\text{eff}} = t_g / n_N.$$

und berechnen Sie (durch Differenzieren von  $t_{\text{eff}}$ ) die optimale Anzahl von Nutzbits  $n_{N\text{opt}}$  in Abhängigkeit von  $n_Z$ ,  $v_u$ ,  $v_a$ ,  $p_b$  und  $L$ . (15P)

4. Bestimmen Sie  $n_{N\text{opt}}$  für  $n_Z = 48$ ,  $v_u = 10\text{Mbit/sec.}$ ,  $v_a = 2 \cdot 10^8\text{m/sec}$ ,  $L = 1\text{km}$ ,  $p_b = 10^{-4}$ . (4P)

Hinweise:  $\sum_{i=1}^{\infty} i \cdot x^{i-1} = \frac{1}{(1-x)^2}$  ;  $\frac{d}{dx} a^x = \ln(a) \cdot a^x$  ;

$$\ln(1-x) = -(x + \frac{x^2}{2} + \dots)$$

**Aufgabe 4: Verfahren dezentraler Wegauswahl****15 Punkte**

1. Beschreiben Sie das Verfahren von Bellmann-Ford (Ford-Fulkerson-Algorithmus). (5P)
2. Skizzieren Sie eine Situation, in der das Verfahren von Bellmann-Ford versagt. (5P)
3. Wie unterscheidet sich das Verfahren der Wegauswahl mit Zustandsvektoren vom Bellmann-Ford-Verfahren? (5P)