



## Digitale Kommunikationssysteme

Klausur am 29.6. 1995, 8.00 Uhr - 10.00 Uhr  
Prof. Dr.-Ing. D. Wermser

Punkte:

Note:

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

Anzahl der abgegebenen Blätter:

+ 8 Aufgabenblätter  
(inkl. Anhang)

Für die Klausur sind außer einem Taschenrechner keine Unterlagen oder Hilfsmittel zugelassen. Bitte jedes Blatt mit Namen und Nummer der bearbeiteten Aufgabe kennzeichnen.

**Blätter ohne Namensangabe können nicht gewertet werden !**

1. Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der im Mittel maximal erzielbaren Verkehrslast pro Leitung eines Bündels zwischen zwei Vermittlungsstellen (in Erlang) in Abhängigkeit von der Bündelgröße. Bitte die Koordinatenachsen beschriften.

Von welcher Vorgabe hängt der Verlauf der Kurve ab ?

2. Erläutern Sie die Begriffe "Zentrale Vermittlung" und "Dezentrale Vermittlung".
  - a.) Für welche Anwendungsbereiche eignen sich Systeme mit zentraler Vermittlung, für welche Anwendungsbereiche Systeme mit dezentraler Vermittlung (stichwortartige Begründung) ?
  - b.) Nennen Sie Beispiele für Systeme mit zentraler und dezentraler Vermittlung
    - I. Leitungsgebundene Systeme
    - II. Systeme mit Funkverbindung zum Teilnehmer
3. Spread-Spectrum / Code Division Multiple Access Übertragung für Funktelefonsysteme:
  - a.) Weshalb ist das Spread-Spectrum / CDMA Verfahren hinsichtlich der EMV- und EMVU-Problematik günstiger zu bewerten als das heute (z.B. im GSM) eingesetzte TDMA Übertragungsverfahren ?  
(Bitte stichwortartige Erläuterung zu genannten Gründen).
  - b.) Sind Ihnen weitere Vorteile des Spread-Spectrum / CDMA-Verfahrens bekannt ?

4. Bestimmen Sie einen Huffman-Code für eine Quelle, die die unten angegebenen Codewörter mit den angegebenen Wahrscheinlichkeiten erzeugt.

Symbol	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$
Symbol-wahrscheinlichkeit	0,25	0,2	0,2	0,03	0,05	0,05	0,15	0,07
Codewörter (Huffman-Code)								

5. Eine gedächtnislose Quelle erzeuge nur die Symbole "0" und "1". Skizzieren Sie in einem Diagramm die Entropie (mittlerer Informationsgehalt) in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit  $p(0)$ . Bitte die Achsen beschriften.
6. Was versteht man unter "Busy Hour Call Attempts" ? In welchen Zusammenhang ist diese Größe von Bedeutung ?
7. Von welchen Kenngrößen eines linearen analogen Kanals hängt die (theoretisch) auf einem Kanal maximal übertragbare Bitrate ab ?
8. Eine Nachricht besteht aus den unten angegebenen 4 Codewörtern. Die Sicherung gegen Übertragungsfehler kann alternativ erfolgen durch:
- Bestimmung eines Paritätsbits für jedes einzelne Codewort.
  - Zusammenfassung der 4 Codewörter zu einem Block, wobei sowohl für die einzelnen Codewörter als auch für die entstehenden Spalten (einschließlich der aus den Paritätsbits der Codewörter bestehenden Spalte) Paritätsbits erzeugt werden.

Codewort	zugeh.Binärcode				Paritätsbits für Codewörter:
$c_0$	0	0	0	1	
$c_1$	0	0	1	1	
$c_2$	0	1	1	1	
$c_3$	1	1	1	1	
Paritätsbits für Spalten bei Übertragung als Block:					

- Geben Sie die Paritätsbits für die einzelnen Codewörter an (gerade Parität).
- Geben Sie die Paritätsbits für die Spalten des Blocks an (gerade Parität).
- Wieviele Bitfehler pro Codewort können erkannt werden, wenn nach Alternative I gesichert wird ?
- Wieviele Bitfehler pro Codewort können erkannt werden, wenn nach Alternative II gesichert wird ?
- Welche (weiteren) Vorteile hat Alternative II gegenüber Alternative I ?

9. Welche der nachfolgenden Aussagen zum OSI-Schichtenmodell für Kommunikationsprotokolle sind zutreffend ? (Bitte ankreuzen)

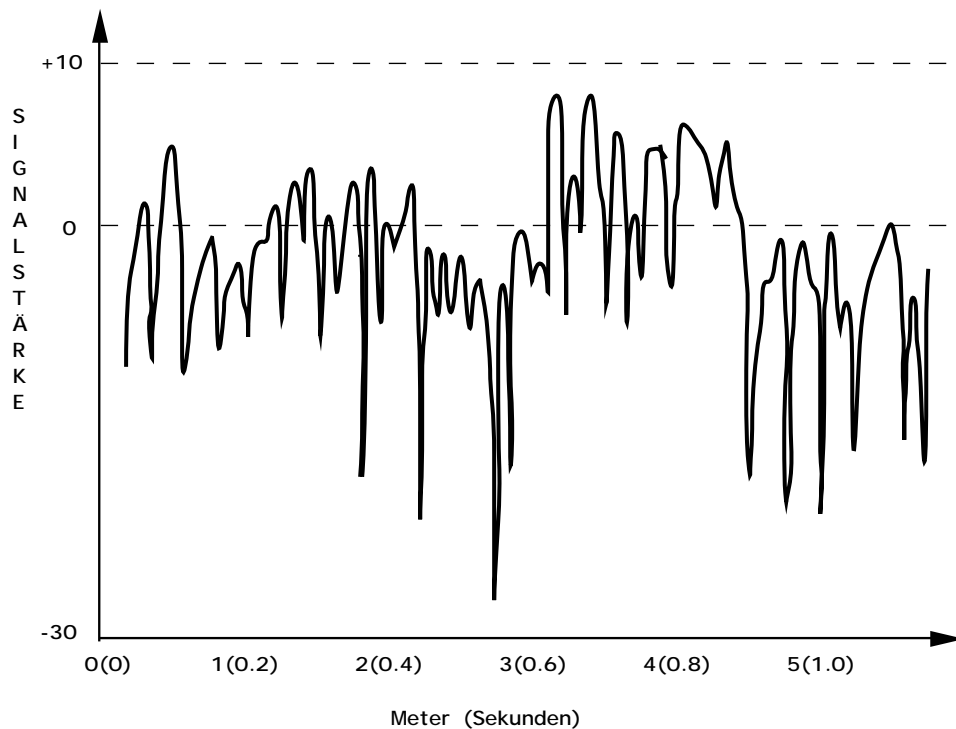
	Ja	Nein
Das OSI-Schichtenmodell definiert 9 Schichten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das OSI-Schichtenmodell definiert 7 Schichten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das OSI-Schichtenmodell spezifiziert ein konkretes Kommunikationsprotokoll.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das OSI-Schichtenmodell ist ein Referenz-Modell für die Entwicklung von schichtenorientierten Kommunikationsprotokollen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die OSI-Schichten 1 bis 3 sind transportorientiert, die darüberliegenden sind anwendungsorientiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die OSI-Schichten 1 bis 4 sind transportorientiert, die darüberliegenden sind anwendungsorientiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die netzseitige Sicherung gegen Übertragungsfehler ist der OSI-Schicht 4 zugeordnet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anzahl der Schichten des OSI-Modells folgt unmittelbar aus systemtheoretischen Überlegungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anzahl der Schichten des OSI-Schichtenmodells ist willkürlich und ein Kompromiß zwischen zu hohem und zu niedrigem Detaillierungsgrad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alle heutigen Kommunikationsprotokolle halten sich streng an die im OSI-Modell definierten Schichten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heutige Kommunikationsprotokolle sind schichtenorientiert spezifiziert. Sie halten sich aber nicht alle an die im OSI-Modell festgelegten Schichten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Protokoll ist das geregelte Zusammenspiel zwischen Instanzen, die verschiedenen Systemen, aber derselben Schicht angehören.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die derselben OSI-Schicht in zwei miteinander kommunizierenden Systemen gehörenden Instanzen kommunizieren jeweils direkt ohne Nutzung der Dienste anderer anderer Schichten miteinander.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau eines Nachrichtenpakets in einem aloha-basierten LAN (auf der MAC-Schicht; unslotted Aloha)

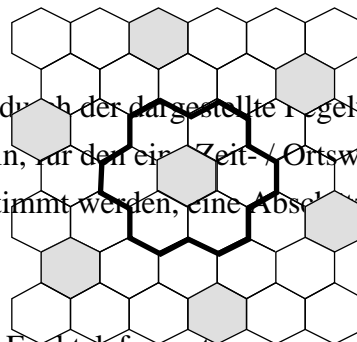
- Welche Felder haben eine feste Länge, welche variable Länge ?
- Wodurch ist die Länge der einzelnen Felder eines solchen Pakets bestimmt ?

11. "Collision Detection" in einem aloha-basierten LAN (unslotted Aloha; IEEE 802.3, Ethernet):
  - a.) Erläutern Sie den entsprechenden Mechanismus beim CSMA / CD gegenüber CSMA.
  - b.) Skizzieren Sie den prinzipiellen Ablauf bei der Wettbewerbsphase (Contention Interval) bei CSMA / CD im Vergleich zu CSMA.
  - c.) Welche Vor- und Nachteile hat CSMA / CD gegenüber CSMA ?
12. Bitte vergleichen Sie die Systeme DQDB und ATM:
  - a.) Welches sind die wesentlichen gemeinsamen Eigenschaften dieser Systeme ?
  - b.) Welches sind die prinzipiellen / konzeptionellen Unterschiede dieser beiden Systeme ?
13. Zeichengabe für Aufbau und Abbau einer leitungsvermittelten Verbindung zwischen einer Teilnehmer-VSt (OVST) und einem Endgerät im ISDN:
  - a.) Stellen Sie die prinzipiellen Zeichengabevorgänge beim Aufbau und Abbau einer solchen Verbindung in einer Skizze dar.
  - b.) Welche Informationen (Informationselemente) müssen die ausgetauschten Nachrichten zwingend enthalten.
  - c.) Geben Sie Beispiele für Informationselemente, die optional enthalten sein können.

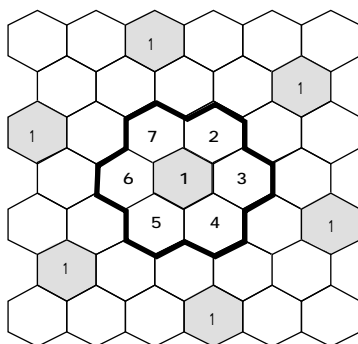
(Hinweis: Es ist nicht gefordert, genau die im ISDN-Standard verwendeten Namen / Abkürzungen zu verwenden.)
14. Weshalb bzw. unter welchen Voraussetzungen / Annahmen ist es zulässig, bei der Durchführung der Simulationsrechnungen zur Funkversorgungsplanung für Funktelefonnetze nur die Verbindung Basisstation => Mobilstation ("Down-Link") zu berücksichtigen ?
15. Das unten gegebene Diagramm stellt einen typischen Ausschnitt aus dem empfangenen Signalpegel eines mobilen Meßempfängers für Funktelefonsysteme dar, die im Frequenzbereich 900 MHz arbeiten.



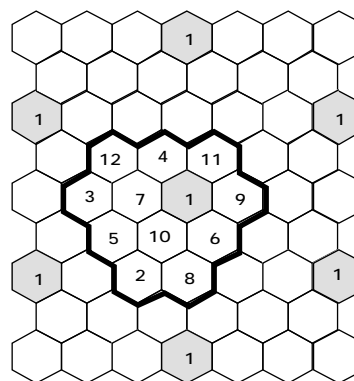
- a.) Erläutern Sie stichwortartig, wodurch der dargestellte Pegelverlauf entsteht.
- b.) Zeichnen Sie den Signalpegel ein, für den eine Zeit-/Ortswahrscheinlichkeit von 20 % gilt.  
(Der Pegel muß nicht exakt bestimmt werden, eine Absolutangabe ist ausreichend.)



#### 16. Berechnung des Frequenzbedarfs von Funktelefonsystemen:

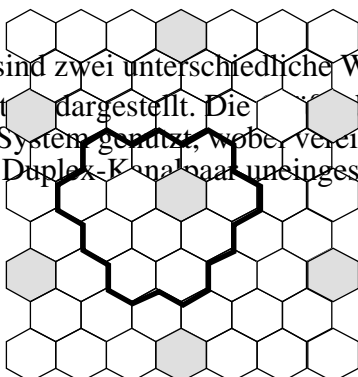


Fall A



Fall B

Oben sind zwei unterschiedliche Wiedernutzungsmuster für die Frequenzen in einem Funktelefonsystem dargestellt. Die Fläche einer Zelle im Fall A beträgt  $3 \text{ km}^2$ , im Fall B  $2 \text{ km}^2$ . Es wird ein GSM-System genutzt, wobei vereinfachend angenommen wird, daß alle 8 TDMA-Zeitschlitz auf jedem Duplex-Kanalpaar uneingeschränkt für Nutzverkehr zur Verfügung stehen.



Wieviele Duplex-Kanalpaare (Frequenzen) muß ein Betreiber bei diesen Wiedernutzungsmustern und Zellgrößen mindestens zur Verfügung haben, um 200 Teilnehmer / km<sup>2</sup> bedienen zu können, wenn

- das Verkehrsaufkommen (gehend und kommend) pro Teilnehmer in der Hauptverkehrsstunde 20 mE beträgt,
- die Teilnehmer als räumlich gleichverteilt angenommen werden und
- eine Besetztwahrscheinlichkeit 2 % zu jeder Tageszeit eingehalten werden soll (Alle anderen Elemente des Funktelefonsystems außer der Funkübertragung werden dabei als blockierungsfrei angenommen.).

17. Welche zusätzlichen Zeichengabe- / Steuerungsvorgänge müssen bei einem digitalen (GSM-) Funktelefon gegenüber einem leitungsgebundenen (ISDN-) Endgerät abgewickelt werden ?

18. Unten ist der prinzipielle Aufbau eines Gesprächsdatensatzes (Call-Record) dargestellt, wie er in einem digitalen Funktelefonsystem (GSM) für Nutzverbindungen aufgezeichnet wird.

Erläutern Sie die Bedeutung der Felder c), f), h), i), l) und n) für die Erstellung der Gebührenrechnung für den Kunden, soweit jeweils zutreffend auch im Hinblick auf die dem Mobilfunkbetreiber entstehenden externen Kosten (Weiterbelastung der von anderen Netzbetreibern in Rechnung gestellten Nutzungsgebühren).

	Mobile Originated Call Attempt	Mobile Terminated Call Attempt
a)	IMSI of calling party	calling number
b)	calling number	IMSI of called party
c)	called number	called number
d)	location identification: - MSC identification - Cell identification - etc.	location identification: - MS roaming number - MSC identification - Cell identification - etc.
e)	bearer services used	bearer services used
f)	teleservices used	teleservices used
g)	supplementary services used	supplementary services used
h)	call handling time stamps	call handling time stamps
i)	indicator for use of OACSU	indicator for use of OACSU
j)	full rate or half rate channel	full rate or half rate channel
k)	cause for termination	cause for termination
l)	data volume	data volume
m)	call type indicator	call type indicator
n)	call reference	call reference

Abkürzungen:

OACSU: Off Air Call Setup ; IMSI: International Mobile Subscriber Identity

19. Weshalb kann ein ATM-Netz prinzipiell nur verbindungsorientiert arbeiten ?

20. Warum besteht in Vermittlungsstellen des zukünftigen B-ISDN (ATM) prinzipiell die Möglichkeit des Verlustes von Teilen der übertragenen Nutzinformation, in Vermittlungsstellen des herkömmlichen ISDN (STM) jedoch nicht ?

(Bitte mit Skizze zu den in diesem Zusammenhang wichtigen prinzipiellen Abläufen in einer ATM-VSt)