

Digitale KommunikationssystemeKlausur am 17.1.2000, 10.30 Uhr - 12.30 Uhr
Prof. Dr.-Ing. D. Wermser

Punkte:

Note:

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Anzahl der abgegebenen Blätter:

+ 11 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 !**Vorbemerkung zu allen Aufgaben:**

Soweit in Aufgaben auf konkrete Kommunikationssysteme (wie z.B. ISDN, GSM, DQDB oder Ethernet) eingegangen wird, ist es nicht erforderlich exakt die spezifisch für diese Systeme definierten Begriffe zu verwenden. Andere von Ihnen gewählte Begriffe, die die entsprechenden Vorgänge, Mechanismen, Funktionen etc. eindeutig beschreiben, sind ebenso zulässig.

1. Eine gedächtnislose Nachrichtenquelle erzeuge die nachfolgenden Symbole mit den angegebenen Symbolwahrscheinlichkeiten:

Symbol	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6
Symbol-wahrscheinlichkeit	0,01	0,15	0,37	0,2	0,02	0,1	0,15
Codewörter (Huffman-Code)							

- a.) Bestimmen Sie einen Huffman-Code für diese Quelle.
b.) Bestimmen Sie die Redundanz

$$R = \bar{m} - H$$

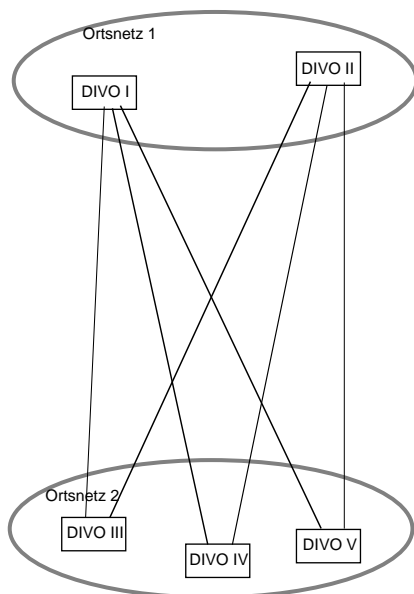
vor und nach Huffman-Codierung (Für die Quelle wird vor Huffman-Codierung ein Code mit einer konstanten Wortlänge von 3 Bit/Symbol genutzt.).

2. Bei der Bewertung von Codierungen für die Übertragung im Basisband ist das zugehörige Leistungsdichtespektrum von wesentlicher Bedeutung. Als Signalquelle für die Bestimmung des Leistungsdichtespektrums wird typisch eine gedächtnislose Binärquelle angenommen.
- Weshalb läßt sich das Leistungsdichtespektrum nicht auf dem üblichen Weg direkt mit Hilfe der Fouriertransformation bestimmen ?
 - Wie wird statt dessen vorgegangen, um das Leistungsdichtespektrum zu bestimmen ?

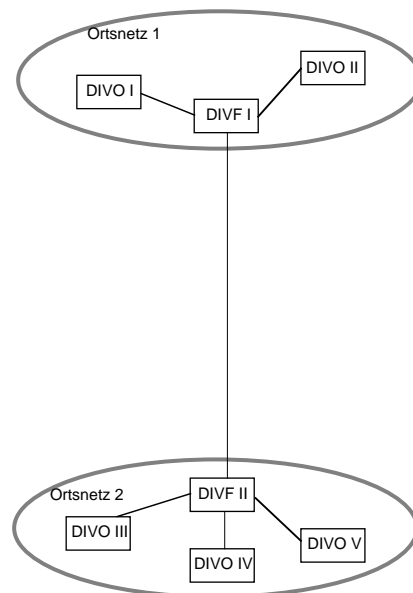
Begründen Sie ihre Antworten jeweils stichwortartig.

Eine verbale Beschreibung des Lösungsweges ist ausreichend, die Lösung muß nicht durchgerechnet werden.

3. Unten sind zwei Alternativen für die Verbindung von zwei Ortsnetzen dargestellt, von denen eines zwei und das andere drei DIVOs hat:



Alternative A



Alternative B

Die Verbindungen innerhalb der Ortsnetze (zwischen DIVOs bzw. DIVOs und DIVEs) seien ebenso wie die Kapazität aller beteiligten Vermittlungsstellen so ausgelegt, daß die hieraus resultierende Besetztwahrscheinlichkeiten zu 0 angesetzt werden können.

Zur Vereinfachung wird angenommen, daß abgehender Verkehr nur von Ortsnetz 1 in Richtung Ortsnetz 2 auftritt und nicht in umgekehrter Richtung. Fernverbindungen können von DIVOs innerhalb von Ortsnetzen nicht weitervermittelt werden.

An DIVO I seien 600 Teilnehmer angeschlossen, an DIVO II 1100 Teilnehmer. Das gerichtete Verkehrsaufkommen zur Hauptverkehrsstunde sei:

Verkehrsquelle / -ziel	Verkehrsaufkommen
DIVO I => DIVO III	10 mE / Teilnehmer
DIVO I => DIVO IV	8 mE / Teilnehmer
DIVO I => DIVO V	5 mE / Teilnehmer
DIVO II => DIVO III	5 mE / Teilnehmer
DIVO II => DIVO IV	10 mE / Teilnehmer
DIVO II => DIVO V	6 mE / Teilnehmer

- a.) Wieviele Kanäle müssen die eingezeichneten Leitungsbündel zur Verbindung der Ortsnetze mindestens haben, damit in keinem Fall eine Besetzungswahrscheinlichkeit $> 1\%$ auftritt ?
- b.) Welche Alternative ist hinsichtlich der insgesamt benötigten Kanalzahl zur Verbindung der Ortsnetze günstiger ?
Warum ? (Stichwort genügt !)

Verkehrstabellen (nach Erlang B) stehen Ihnen im Anhang zur Verfügung.

4. Zeichengabenetz in einem leitungvermittelten Kommunikationssystem (ISDN)
 - a.) Wodurch unterscheidet sich die assoziierte von der nicht-assozierten Führung des Zeichengabenetzes in einem leitungvermittelten Kommunikationssystem (ISDN) ?
 - b.) Welche Bedeutung haben in dem Zusammenhang STPs (Signalling Transfer Points) und SEPs (Signalling End Points) ?
 - c.) Welche Vorteile kann ein nicht-assoziertes Zeichengabenetz für einen Netzbetreiber haben ?
5. Welches ist die Funktion von Leitweglenkungstabellen in Vermittlungssystemen ? Welche Bedeutung haben die Einträge in diesen Tabellen ?
6. Was ist ein Cross-Connect (Digital-Kanalverteiler) ?
 - a.) Welche Funktion haben Cross-Connects in Telekommunikationssystemen ?
 - b.) Warum kommt Cross-Connects in modernen Telekommunikationssystemen und einem durch Wettbewerb geprägten Umfeld eine zunehmende Bedeutung zu ?

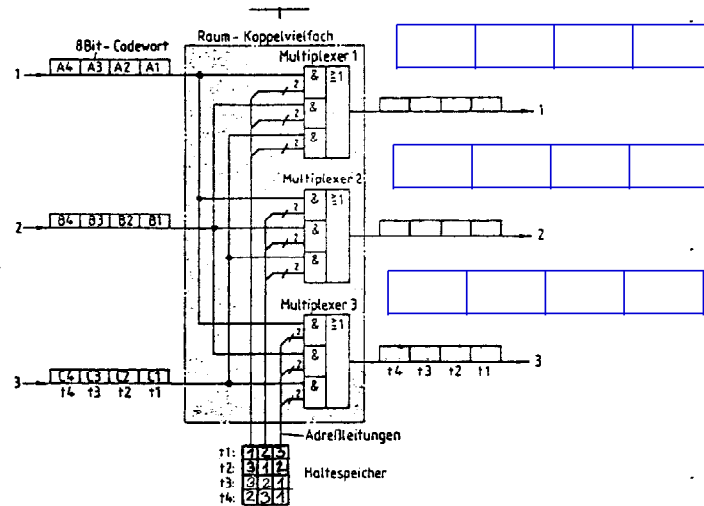
7. Welche der nachfolgenden Aussagen zum OSI-Schichtenmodell für Kommunikationsprotokolle sind zutreffend ? (Bitte ankreuzen)

	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 zu derselben OSI-Schicht in zwei miteinander kommunizierenden Systemen gehörenden Instanzen kommunizieren jeweils direkt ohne Nutzung der Dienste anderer Schichten miteinander.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

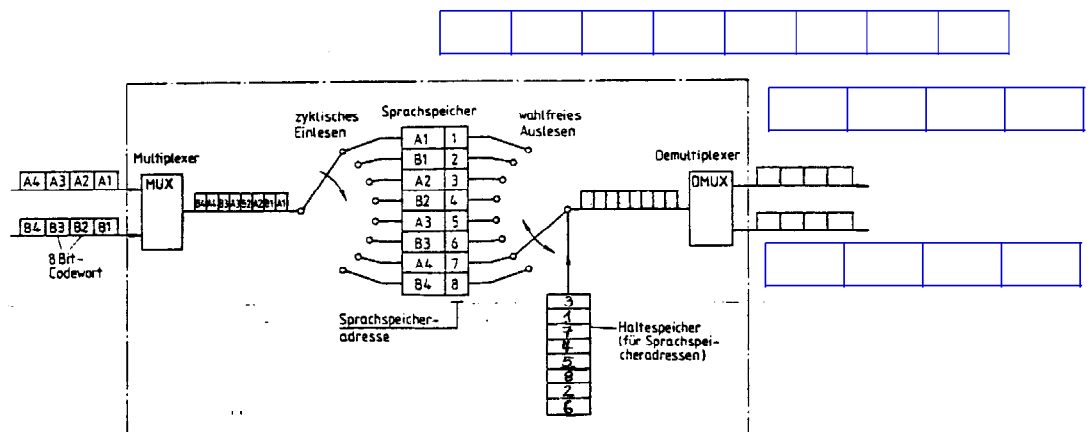
8. Aus welchen Anteilen setzen sich die Laufzeiten der Zellen in ATM Netzen zusammen ? Welche Anteile sind dabei konstant, welche variierend ?

Bitte geben Sie die jeweiligen Netzelemente bzw. Komponenten von Netzelementen an, in denen die Verzögerungen auftreten.

9. Arbeitsweise von Koppelfeldern in Vermittlungsstellen (Leitungsvermittlung)



Raumkoppelfeld



Zeitkoppelfeld

Tragen Sie für die dargestellte Raumkoppelstufe und die dargestellte Zeitkoppelstufe jeweils die Kennungen der 8-bit Codewörter in die vorgesehenen leeren Felder am Ausgang der Koppelstufen ein.

10. Nennen Sie jeweils mindestens ein Beispiel für die Koppelung von Kommunikationsnetzen, bei denen

- ein Repeater
- eine Bridge
- ein Router

eingesetzt werden muß (Bitte stichwortartige Begründung.).

11. Auf einer Übertragungsstrecke wird eine Sicherung gegen Übertragungsfehler mit dem ARQ-Verfahren durchgeführt. Um die Fehlererkennung auf der Empfängerseite zu ermöglichen, wird den Nachrichtenblöcken $M(x)$ auf der Senderseite eine Rahmenprüfsumme ($FCS = \text{Frame Check Sequence}$) angehängt, die als CRC-Code (Cyclic Redundancy Check) berechnet wird. Das für die Berechnung des CRC-Codes verwendete Generatorpolynom $G(x)$ ist unten gegeben.

Wird die unten gegebene empfangene Bitfolge $T(x)$ als fehlerhaft erkannt oder nicht ?

Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

T(x)	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

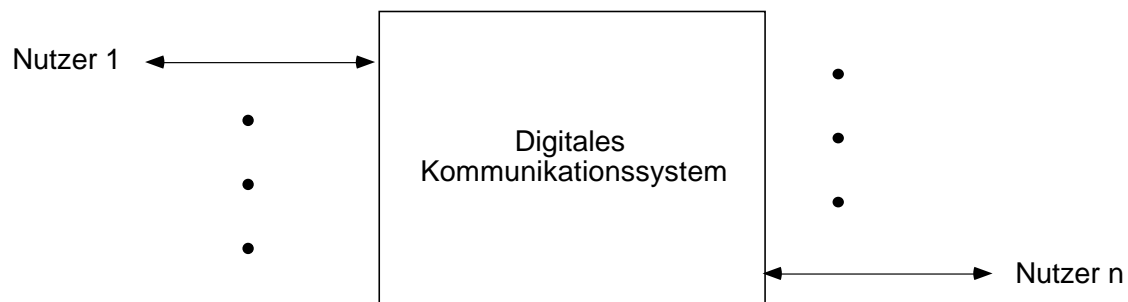
G(x):	1	0	1	1
-------	---	---	---	---

A full-page sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin black lines. The grid consists of small squares covering the entire area, with no margins or additional markings.

Bitte tragen Sie notwendige Berechnungsschritte in das oben gegebene Raster ein, um die Korrektur zu erleichtern.

12. Welche weitere Möglichkeit zur Datenkompression (Verringerung der notwendigen Übertragungsrate) außer der Redundanzreduktion gibt es für ein Nachrichtenübertragungssystem ?
 - a.) Für welche Art von Signalen wird diese Möglichkeit typisch angewendet ?
 - b.) Welchen Nachteil hat diese Möglichkeit, wenn Sie in Kommunikationssystemen eingesetzt wird, die eine Übertragung für verschiedene Tele- und Übermittlungsdienste realisieren ?

13. Nennen Sie die typischen / wesentlichen Funktionen von Zeichengabesystemen
- für die Verbindung Teilnehmer <-> DIVO im ISDN
 - für die Verbindung zwischen DIVs im ISDN
14. Erläutern Sie die Begriffe "verbindungsorientierte Dienste" und "verbindungslose Dienste".
- Skizzieren Sie den typischen Ablauf der Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern / Endgeräten bei Nutzung
 - eines verbindungsorientierten Dienstes,
 - eines verbindungslosen Dienstes.
 - Nennen Sie Beispiele für verbindungslose und verbindungsorientierte Dienste/Netze aus den Bereichen LANs/MANs, leitungsgebundene Kommunikationsnetze und Mobilfunknetze.
 - Welche Systeme sind Ihnen bekannt, die sowohl verbindungsorientierte als auch verbindungslose Kommunikationsdienste anbieten ?
15. Funktionale Beschreibung von Kommunikationssystemen:



Oben ist ein digitales Kommunikationssystem in "Black-Box" - Sicht dargestellt.

Nennen Sie in allgemeiner Form die wichtigen beschreibenden Merkmale für ein digitales Kommunikationssystem (bzw. die damit angebotenen Kommunikationsdienste) aus Nutzersicht.

Geben Sie - soweit möglich - für jedes von Ihnen genannte Merkmal an:

- eine Anwendung, die besonders hohe Anforderungen stellt, sowie
- eine Anwendung, die besonders niedrige Anforderungen stellt.

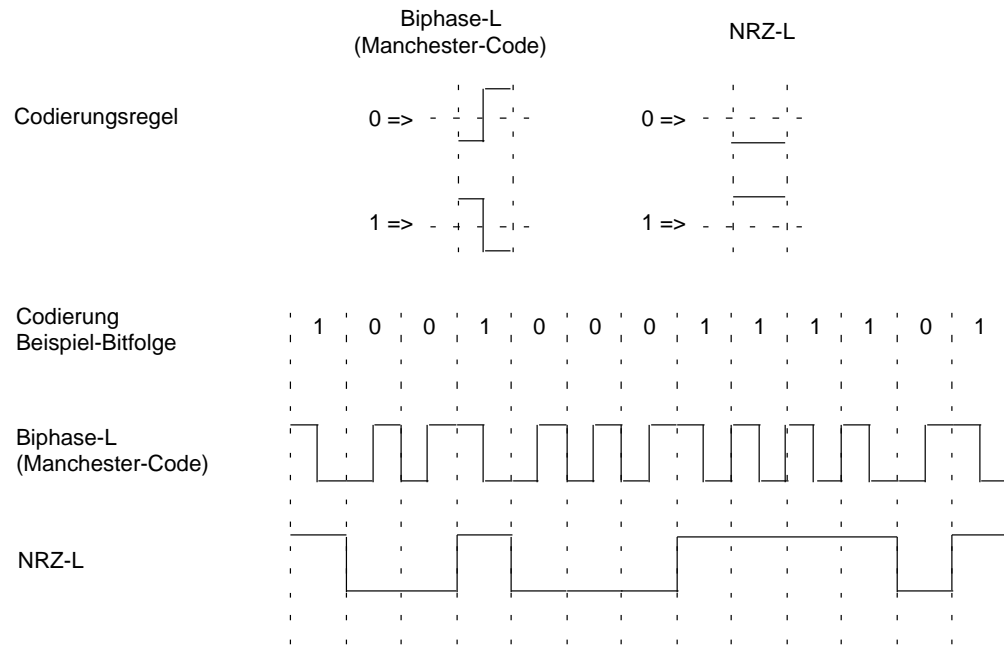
16. Was versteht man unter FEC und ARQ ?

Welches sind die Vor- und Nachteile dieser Alternativen ?

In welcher Art von Kommunikationssystemen ist ARQ nicht einsetzbar und warum ?

17. Erläutern Sie die Begriffe "Teledienst" und "Übermittlungsdienst":
- a.) Welche OSI-Schichten sind definiert
 - I. bei einem Teledienst
 - II. bei einem Übermittlungsdienst
 - b.) Nennen Sie Beispiele für Teledienste und Übermittlungsdienste aus den Bereichen ISDN und Mobiltelefonie (GSM).
18. DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
- a.) Wie funktioniert die Steuerung des Zugriffs auf das gemeinsame Medium (gegenläufig betriebener Doppelring) im "Queued Arbitrated" - Modus, d.h. für die Erbringung nicht-isochroner Dienste durch das DQDB-System ?
 - b.) Welche Elemente enthält das Zugriffs-Steuerfeld (Access Control Field) der DQDB-Zellen im Hinblick auf die Realisierung des Zugriffsmechanismus´ entsprechend Aufgabenteil a.) ?
19. "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 ?
20. Welches sind die Vor- und Nachteile des ATM Übertragungsverfahrens
- a.) gegenüber leitungsvermittelten Systemen ?
 - b.) gegenüber der "klassischen" Paketvermittlung ?
- Bitte begründen Sie Ihre Angaben stichwortartig.

21. Unten sind die Codierungsregeln sowie die Codierung einer Beispiel-Bitfolge für zwei Verfahren zur Basisbandcodierung gegeben:



- a.) Welche von den beiden Basisbandcodierungen ist besser für die Realisierung eines LANs (mit 10 MBit/s Übertragungsgeschwindigkeit) geeignet ?
- b.) Welches sind im Hinblick auf die oben genannte Nutzung die Vor- und Nachteile der beiden Basisbandcodierungen im einzelnen ?

TABLE Trunk-Loading Capacity, Based on Erlang B Formula, Full Availability

Trunks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100		Grade of Service 1 in 50		Grade of Service 1 in 20	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
1	0.04	0.001	0.07	0.002	0.2	0.005	0.4	0.01	0.7	0.02	1.8	0.05
2	1.8	0.05	2.5	0.07	4	0.11	5.4	0.15	7.9	0.22	14	0.38
3	6.8	0.19	9	0.25	13	0.35	17	0.46	22	0.60	32	0.90
4	16	0.44	19	0.53	25	0.70	31	0.87	39	1.09	55	1.52
5	27	0.76	32	0.90	41	1.13	49	1.36	60	1.66	80	2.22
6	41	1.15	48	1.33	58	1.62	69	1.91	82	2.28	107	2.96
7	57	1.58	65	1.80	78	2.16	90	2.50	106	2.94	135	3.74
8	74	2.05	83	2.31	98	2.73	113	3.13	131	3.63	163	4.54
9	92	2.56	103	2.85	120	3.33	136	3.78	156	4.34	193	5.37
10	111	3.09	123	3.43	143	3.96	161	4.46	183	5.08	224	6.22
11	131	3.65	145	4.02	166	4.61	186	5.16	210	5.84	255	7.08
12	152	4.23	167	4.64	190	5.28	212	5.88	238	6.62	286	7.95
13	174	4.83	190	5.27	215	5.96	238	6.61	267	7.41	318	8.83
14	196	5.45	213	5.92	240	6.66	265	7.35	295	8.20	350	9.73
15	219	6.08	237	6.58	266	7.38	292	8.11	324	9.01	383	10.63
16	242	6.72	261	7.26	292	8.10	319	8.87	354	9.83	415	11.54
17	266	7.38	286	7.95	318	8.83	347	9.65	384	10.66	449	12.46
18	290	8.05	311	8.64	345	9.58	376	10.44	414	11.49	482	13.38
19	314	8.72	337	9.35	372	10.33	404	11.23	444	12.33	515	14.31
20	339	9.41	363	10.07	399	11.09	433	12.03	474	13.18	549	15.25
21	364	10.11	388	10.79	427	11.86	462	12.84	505	14.04	583	16.19
22	389	10.81	415	11.53	455	12.63	491	13.65	536	14.90	617	17.13
23	415	11.52	442	12.27	483	13.42	521	14.47	567	15.76	651	18.08
24	441	12.24	468	13.01	511	14.20	550	15.29	599	16.63	685	19.03
25	467	12.97	495	13.76	540	15.00	580	16.12	630	17.50	720	19.99
26	493	13.70	523	14.52	569	15.80	611	16.96	662	18.38	754	20.94
27	520	14.44	550	15.28	598	16.60	641	17.80	693	19.26	788	21.90

Ausschnitt aus Verkehrswerttabellen (Erlang B)

Teil I (1 bis 27 Kanäle im Bündel)

TABLE Trunk-Loading Capacity, Based on Erlang B Formula, Full Availability

Trunks	Grade of Service 1 in 1000			Grade of Service 1 in 500			Grade of Service 1 in 200			Grade of Service 1 in 100			Grade of Service 1 in 50			Grade of Service 1 in 20		
	UC	TU		UC	TU		UC	TU		UC	TU		UC	TU		UC	TU	
28	546	15.18		578	16.05		627	17.41		671	18.64		725	20.15		823	22.87	
29	573	15.93		606	16.83		656	18.22		702	19.49		757	21.04		858	23.83	
30	600	16.68		634	17.61		685	19.03		732	20.34		789	21.93		893	24.80	
31	628	17.44		662	18.39		715	19.85		763	21.19		822	22.83		928	25.77	
32	655	18.20		690	19.18		744	20.68		794	22.05		854	23.73		963	26.75	
33	683	18.97		719	19.97		774	21.51		825	22.91		887	24.63		998	27.72	
34	711	19.74		747	20.76		804	22.34		856	23.77		919	25.53		1033	28.70	
35	739	20.52		776	21.56		834	23.17		887	24.64		951	26.43		1068	29.68	
36	767	21.30		805	22.36		864	24.01		918	25.51		984	27.34		1104	30.66	
37	795	22.03		834	23.17		895	24.85		950	26.38		1017	28.25		1139	31.64	
38	823	22.86		863	23.97		925	25.69		981	27.25		1050	29.17		1175	32.63	
39	851	23.65		892	24.78		955	26.53		1013	28.13		1083	30.08		1210	33.61	
40	880	24.44		922	25.60		986	27.38		1044	29.01		1116	31.00		1246	34.60	
41	909	25.24		951	26.42		1016	28.23		1076	29.89		1149	31.92		1281	35.59	
42	937	26.04		981	27.24		1047	29.08		1108	30.77		1182	32.84		1317	36.58	
43	966	26.84		1010	28.06		1078	29.94		1140	31.66		1215	33.76		1353	37.57	
44	995	27.64		1040	28.88		1109	30.80		1171	32.54		1248	34.68		1388	38.56	
45	1024	28.45		1070	29.71		1140	31.66		1203	33.43		1282	35.61		1424	39.55	
46	1053	29.26		1099	30.54		1171	32.52		1236	34.32		1315	36.53		1459	40.54	
47	1083	30.07		1129	31.37		1202	33.38		1268	35.21		1349	37.46		1495	41.54	
48	1111	30.88		1159	32.20		1233	34.25		1300	36.11		1382	38.39		1531	42.54	
49	1141	31.69		1189	33.04		1264	35.11		1332	37.00		1415	39.32		1567	43.54	
50	1170	32.51		1220	33.88		1295	35.98		1364	37.90		1449	40.25		1603	44.53	

Ausschnitt aus Verkehrswerttabellen (Erlang B)

Teil II (28 bis 50 Kanäle im Bündel)