

Technische Pflichtenhefte der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland	Pflichtenheft Nr. 3/10
Bearbeiter dieses Heftes: Fernsehbetriebsleiter-Konferenz Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH	Ausgabe Nr. 1
	Datum: April 1992
DS1-Leitungssender und -empfänger	

Der Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Instituts für Rundfunktechnik gestattet.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	2
2.	Allgemeines	2
2.1.	Geltungsbereich	2
2.2.	Technische Vorschriften	2
3.	DS1-Schnittstelle	2
3.1.	DS1-Pulsrahmen	2
3.2.	Synchronisation	3
3.3.	Tonsignalübertragung	3
3.4.	Skalenfaktorübertragung	3
3.5.	Zusatzinformationsübertragung	4
4.	Systemaufbau	4
4.1.	Funktionsprinzip	5
4.2.	Anforderung an die Signal-Eingänge und -Ausgänge	6
4.3.	Anforderungen an die Übertragungseigenschaften der Geräteschleife bei Verwendung der analogen Tonsignal-Ein- bzw. -Ausgänge	10
4.4.	Anforderungen an die Übertragungseigenschaften der Geräteschleife bei Verwendung der digitalen Tonsignal-Ein- bzw. -Ausgänge	12
4.5.	Betriebstechnische Anforderungen	13
5.	Literaturverzeichnis	14
	Anhang 1	31
	Anhang 2	32

Der vorliegende Pflichtenheftsentwurf basiert auf der vorläufigen Spezifikation „Anforderungen an ein Tonübertragungssystem für digitale Stereosignale der Bitrate 1,024 MBit/s – DS1 –“ vom 28.11.1985. Neu aufgenommen wurden die Parameter für die digitalen Ein- bzw. Ausgänge.

1. Einleitung

Zur Übertragung digitaler Tonsignale wurde mit der Deutschen Bundespost-Telekom eine besondere Schnittstelle – DS1 – vereinbart [1]. Eine erste Anwendung hat die DS1-Tonsignalechnik auf den Zubringerleitungen von den Programmanbietern zur Erdfunkstelle Usingen zum Betrieb der sechzehn Stereokanäle des digitalen Hörfunk-Multiplex-Systems gefunden. Die DS1-Technik wird außerdem im neuen, digitalen Überspielnetz der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten eingesetzt. Die Aufgabe, die am Funkhaus-Ausgang anstehenden Tonsignale und Zusatzinformationen in das DS1-Format zu überführen, übernimmt der DS1-Leitungssender; auf der Empfangsseite wird dementsprechend ein DS1-Leitungsempfänger benötigt, um aus dem DS1-Signal wieder die im Funkhaus verwendeten Tonsignale und Zusatzinformationen zu gewinnen.

2. Allgemeines

2.1. Geltungsbereich

Gegenstand dieses Pflichtenheftes sind die Eigenschaften des DS1-Leitungssenders und -empfängers.

2.2. Technische Vorschriften

Neben den Pflichtenheftsanforderungen gelten die Vorschriften des Pflichtenheftes 3/1 – 8/2 „Allgemeine Richtlinien für die Entwicklung, Fertigung und Lieferung von Studiogeräten und -anlagen der Tonfrequenz- und Videofrequenztechnik“ sowie die ARD/ZDF-Richtlinie R 2 „Richtlinien zur Erzielung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Geräten und Anlagen in Rundfunkbetrieben“.

In allen Darstellungen von Bit- bzw. Bytefolgen entspricht die Leseweise von links nach rechts der zeitlichen Reihenfolge.

3. DS1-Schnittstelle

3.1. DS1-Pulsrahmen

Der DS1-Schnittstelle liegt ein serielles, HDB3-codiertes Digitalsignal mit einem 256 bit Pulsrahmen zugrunde, der mit einem Takt von 4 kHz wiederholt wird. Bei einer Abtastfrequenz von 32 kHz setzt sich die Bruttobitrate von 1,024 Mbit/s aus folgenden Kanalbeiträgen zusammen:

– 2 Tonkanäle	2 x 14 bit + 2 x 1 Paritätsbit	= 960 kbit/s
– 2 Zusatzinformationskanäle	2 x 4 bit (Rahmentakt 4 kHz)	= 32 kbit/s
– 1 Rahmenkennungskanal	1 x 8 bit (Rahmentakt 4 kHz)	= 32 kbit/s

Bild 1 zeigt die Rahmenstruktur des DS1-Signals. Die elektrischen Kennwerte sind in der Tabelle I (siehe unter Abbildungen) zusammengestellt. Die in Bild 2a gezeigte Toleranzmaske für die zulässige Signalverformung des DS1-Signals bezieht sich auf den als Signalquelle wirksamen, mit 120 Ohm abgeschlossenen Geräteausgang. Für die auf der Empfangsseite der DS1-Schnittstelle zu fordernde Jitterverträglichkeit ist die in Bild 3 dargestellte Grenzwertkurve maßgebend.

3.2. Synchronisation

Die Taktversorgung des Funkhauses wird direkt mit dem Leitungstakt der DBP-T synchronisiert. Da alle Leitungstakte ihrerseits vom Normalfrequenznetz der DBP-T ($\Delta f < 10^{-11}$) abgeleitet sind, entsteht für den Hörfunk ein vollsynchrones DS1-Übertragungsnetz. Die DBP-T führt den Leitungstakt in Form eines Taktsignals der Frequenz 2,048 MHz (TS2-Signal) über eine Schnittstelle nach CCITT Rec. G 703, Abschnitt 10 (siehe Anhang 1) zu. Aus dem TS2-Taktsignal können alle im Funkhaus benötigten Takte abgeleitet werden:

- TS1-Taktsignal 1,024 MHz zur Taktversorgung der DS1-Leitungssender (Elektrische Kennwerte siehe Tabelle I und Bild 2b)
- AES-Synchronisationssignal 3,072 MHz nach AES-Rec. Practice 11/91–5 [2]
- Taktsignal 48 kHz zur Synchronisierung der einzelnen Tonsignalgeräte nach HFBL-Empfehlung 01 DRS [3]

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, das TS1-Taktsignal aus einer ankommenden DS1-Verbindung abzuleiten.

3.3. Tonsignalübertragung

Die DS1-Schnittstelle sieht für die Übertragung digitaler Tonsignale bei einer Abtastfrequenz von 32 kHz eine Wortlänge von 14 bit (+ 1 Paritätsbit für die Fehlererkennung) vor. Innerhalb der verfügbaren Bitrate können die Tonkanäle mit synchronem Bittakt transparent, d.h. mit beliebiger Codierung übertragen werden. Für den digitalen Satelliten-Hörfunk und für das digitale Überspielfeld der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten wurde jedoch folgende Nutzung vereinbart:

- Die im Funkhaus vorhandenen, im Zweier-Komplement codierten Tonsignal-Abtastwerte mit 48 kHz Abtastfrequenz und 16-bit-Auflösung werden zunächst in solche mit 32 kHz Abtastfrequenz umgewandelt und dann durch Anwendung eines 16/14-bit-Gleitkommaverfahrens in 14-bit-Tonsignal-Codeworte überführt. Dazu werden jeweils 64 Tonsignal-Abtastwerte zu einem Tonsignalblock zusammengefaßt, dann wird der für diesen Block gültige Skalenfaktor ermittelt, und gemäß diesem werden die 16-bit-Tonsignal-Abtastwerte in 14-bit-Tonsignal-Codeworte umgesetzt. Die Funktionsweise der 16/14-bit-Gleitkommatechnik ist in Bild 4 dargestellt. Ein Tonsignalblock umfaßt acht DS1-Rahmen ($\cong 2$ ms); die Kennung für den so entstehenden Überrahmen ist im Zusatzinformationskanal untergebracht.
- Die 14-bit-Tonsignal-Codeworte werden durch ein als Paritätsbit benutztes fünfzehntes Bit ergänzt. Die Wertigkeit des Paritätsbits ist so festgelegt, daß der aus Bit 1 (MSB) bis Bit 7 des 14-bit-Tonsignal-Codeworts gebildete Paritätsblock auf eine ungerade Anzahl von logisch "1" ergänzt wird. Das Paritätsbit wird jeweils zuerst, das MSB zuletzt übertragen.

3.4. Skalenfaktorübertragung

Der 3-bit-Skalenfaktor wird durch logische Verknüpfung mit den Paritätsbits übertragen, und zwar in einem Block von 64 Paritätsbits sequentiell 21mal ($\cong 63$ bit), beginnend mit dem LSB. Das 64. Paritätsbit eines Tonsignalblocks wird nicht zur Skalenfaktorübertragung herangezogen. Es gelten folgende Regeln:

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| Skalenfaktorbit "0": | Keine Änderung des Paritätsbits |
| Skalenfaktorbit "1": | Invertieren des Paritätsbits |

Bild 5 zeigt ein Beispiel für die Skalenfaktorübertragung.

Auf der Empfangsseite können durch eine erste Paritätsprüfung und Mehrheitsentscheidung sowohl der Skalenfaktor als auch die ursprünglichen Paritätsbits wiedergewonnen werden. Aus einer zweiten Paritätsprüfung läßt sich ein Aufruf zur Fehlerverschleierung (Concealment) ableiten.

3.5. Zusatzinformationsübertragung

Die acht ZI-Bits in jedem DS1-Rahmen sind aufgeteilt in 2 x 4 bit. Die ersten 4 Bit sind dem linken Tonkanal fest zugeordnet, die zweiten 4 Bit dem rechten Tonkanal. Zur Tonsignal-Blockbildung werden acht DS1-Rahmen zusammengefaßt. Dadurch entstehen für die beiden ZI-Kanäle (ZI_L und ZI_R) Strukturen von jeweils 8 x 4 bit (Bild 6). Innerhalb eines solchen 32-bit-ZI-Blocks werden 8 Bit zur Tonsignalblock-Synchronisierung verwendet, die übrigen 24 Bit werden für die Datenübertragung genutzt. Als Synchronwort wird ein 8-bit-Williard-Codewort verwendet:

0 0 0 1 1 0 1 1

Die Anordnung der Bits des Synchronworts $S_1 \dots S_8$ und der Datenbits 1 ... 24 ist so gewählt, daß bei der Übertragung zeitlich benachbarte Bits des Synchronworts und der Daten auf verschiedene DS1-Rahmen verteilt werden. Außerdem wird durch diese Anordnung erreicht, daß die Bits der Synchronwörter einen festen Platz im DS1-Rahmen haben.

Für die Datenübertragung stehen zwei Datenströme U und V zur Verfügung. Zur Kennzeichnung dieser beiden Datenströme wird im Datenkanal V das invertierte Synchronwort des Datenkanals U benutzt ($S_1 \dots S_8$). In der Betriebsart Stereo wird der Datenstrom U im linken ZI-Kanal übertragen, der Datenstrom V im rechten ZI-Kanal. Anhand der Konstellation der Synchronwörter (Invertierung im rechten Kanal) kann diese Betriebsart erkannt werden. In der Betriebsart Mono werden die Datenströme U und V je zur Hälfte den beiden Monokanälen zugeordnet. Die Übertragungsgeschwindigkeit pro Datenstrom in einem Monokanal wird dabei halbiert. In einem ZI-Monokanal werden die Datenströme U und V blockweise alternierend übertragen, jeweils gekennzeichnet durch das zugehörige Synchronwort. Am Alternieren der Synchronwörter im ZI-Kanal ist diese Betriebsart zu erkennen. Während in der Betriebsart „Stereo“ die beiden ZI-Blöcke blocksynchron sind, können in der Betriebsart „Mono“ die beiden ZI-Blöcke zeitlich gegeneinander versetzt sein. Die Umschaltung zwischen den beiden Betriebsarten darf zu keinen hörbaren Störungen führen.

Das DS1-Sternpunkt-Koppelfeld vermittelt ausschließlich Mono-Kanäle. Dies hat zur Folge, daß über die beiden Betriebsarten Mono (mit den drei Möglichkeiten Mono Kanal 1, Mono Kanal 2, Mono Kanal 1 und 2) sowie Stereo weitere Kombinationen auftreten können. In der Tabelle II „Block-Kennungen im DS1-Kanal“ sind sämtliche Möglichkeiten zusammen mit den Störungsmeldungen und Signalisierungen aufgelistet.

4. Systemaufbau

Ein DS1-Übertragungssystem besteht aus den beiden Einzelgeräten:

- DS1-Leitungssender mit Stromversorgungsgerät
- DS1-Leitungsempfänger mit Stromversorgungsgerät

Die beiden Geräte müssen sowohl als 19“-Einschübe als auch in Gehäuse-Ausführung als Einzelgeräte lieferbar sein. Für den Studiobereich sind digitale Tonsignale mit 48 kHz Abtastfrequenz und 16-bit-Auflösung standardisiert. Ihre Verteilung erfolgt im AES/EBU-Schnittstellen-Format [4]. Mit dieser seriellen Schnittstelle müssen die DS1-Geräte ausgerüstet sein bzw. sich nachrüsten lassen. Bestandteil dieser Schnittstelle ist ein Abtastratenwandler von 48 auf 32 kHz auf der Sendeseite resp. von 32 auf 48 kHz auf der Empfangsseite für die Tonsignale. Durch die Taktverkopplung ist eine einfache Realisierung gegeben.

Da die Programmanbieter noch nicht über genügend Programmmaterial in digitaler Aufnahme-technik verfügen, ist es zwingend notwendig, daß der DS1-Leitungssender wie der -empfänger auch über analoge Tonsignal-Ein- bzw. Ausgänge verfügen. Zwischen digitalen und analogen Eingängen muß ferngesteuert umgeschaltet werden können. DS1-Leitungssender und -empfänger müssen eine ZI-Schnittstelle besitzen, in die die im Funkhaus aufbereiteten und von einem externen ZI-Prozessor im vorgeschriebenen Format angelieferten Datenströme eingespeist bzw. entnommen werden können.

Über die AES/EBU-Schnittstelle werden neben den Tonsignalen weitere Daten übertragen; vorgesehen sind hierfür die Bits V (Validity), U (User Data), C (Channel Status) und P (Parity). Für den „Channel status“ ist eine Blockstruktur (192 Bit $\hat{=}$ 24 Byte) spezifiziert, für den „User Data“-Kanal ist eine Spezifikation in Vorbereitung. Um die Datenübertragung zwischen den verschiedenen Geräten sicherzustellen, sind empfangen- wie auch senderseitig bestimmte Mindest-Implementierungen einzuhalten.

Bei der Übernahme von Daten aus der AES/EBU-Schnittstelle in die ZI-Kanäle der DS1-Strecke muß beachtet werden, daß wegen der höheren Kanalkapazität der AES/EBU-Schnittstelle (48 kbit/s) nicht alle Daten übernommen werden können.

4.1. Funktionsprinzip

4.1.1. DS1-Leitungssender

Dem DS1-Leitungssender müssen folgende Signale zugeführt werden können:

- 1 serielles Datensignal (3,072 MBit/s) im AES/EBU-Schnittstellenformat oder 2 digitale AF-Signale, (16 bit parallel, 32 kHz)¹ ;
- 2 analoge AF-Signale;
- TS1-Taktsignal 1,024 MHz;
- Zusatzinformationsdaten U_I , V_I Betriebsart „Stereo“ bzw. U_{II} , V_{II} , Betriebsart „Mono“;
- Fernsteuersignal zur Umschaltung analoge/digitale Eingänge.

Das Prinzip-Schaltbild eines DS1-Leitungssenders zeigt Bild 7.

Die analogen AF-Signale werden jeweils über einen 15-kHz-Tiefpaß den A/D-Wandlern zugeführt. Den beiden Tonsignalen werden im gleichen Zeitpunkt Abtastproben im 32-kHz-Takt entnommen. Die 16 bit gleichförmig quantisierten, im Zweier-Komplement codierten Abtastwerte resp. die von der AES/EBU-Schnittstelle angelieferten, in 16-bit/32 kHz Parallelformat umgewandelten Abtastwerte werden anschließend in ein 16/14-Gleitkommaformat überführt. Mit dem Übertaktfaktor (2 ms) werden die zur Ermittlung des Skalenfaktors erforderlichen Blöcke von 64 Abtastwerten (entsprechend acht DS1-Rahmen) gebildet und der dafür gültige Skalenfaktor festgelegt.

Die an der ZI-Schnittstelle anliegenden Daten U_I , V_I , U_{II} und V_{II} werden vom DS1-Leitungssender durch Gate-Signale abgerufen. In der Betriebsart „Stereo“ werden die Daten nur von U_I und V_I im 2-ms-Takt übernommen, in der Betriebsart „Mono“ sowohl von U_I , V_I als auch von U_{II} , V_{II} , allerdings im 4-ms-Takt. Für die Übernahme von ZI-Daten aus der AES/EBU-Schnittstelle gilt Punkt 4.0.

Tonsignal-Codeworte und ZI-Daten werden in den DS1-Rahmen eingefügt, das Paritätsbit wird erzeugt und der Skalenfaktor mit den Paritätsbits eines Tonsignalblocks verknüpft. Schließlich wird aus dem NRZ-Signal und dem Takt das HDB3-Ausgangssignal aufbereitet. Die TS1-Taktfrequenz 1,024 MHz synchronisiert eine PLL-Schaltung; durch Teilung entstehen die weiteren Taktfrequenzen. Bei Ausfall der TS1-Taktfrequenz arbeitet der DS1-Leitungssender mit seinem internen, quarzstabilen Takt ($\Delta f < 10^{-5}$) weiter; da in diesem Fall ein störungsfreier Betrieb nicht gewährleistet ist, muß dieser Zustand signalisiert werden. Für Meßzwecke steht das 1,024-MHz-Taktsignal an einem Ausgang zur Verfügung.

¹ Beide Signale müssen zum TS1-Taktsignal synchron sein

4.1.2. DS1-Leitungsempfänger

Dem DS1-Leitungsempfänger muß folgendes Signal zugeführt werden können:

- DS1-Signal 1,024 Mbit/s.

Bild 8 zeigt die Prinzipschaltung eines DS1-Leitungsempfängers.

Im HDB3-Empfänger werden aus dem ankommenden DS1-Signal Daten und Takt (Streckentakt) aufbereitet. Der Streckentakt synchronisiert den Taktgeber des DS1-Leitungsempfängers; durch Teilung wird der Rahmentakt erzeugt. Die in diesem Fall notwendige Anpassung der Rahmenphase des ankommenden Signals an die vom Taktgeber des DS1-Leitungsempfängers vorgegebene Rahmenphase (Frame Alignment) erfolgt in einer Schaltung, die folgendes Synchronisierverhalten aufweist: Wenn in drei aufeinanderfolgenden Rahmen Synchronisationsfehler auftreten, wird die Synchronisation aufgehoben und ein neuer Aufsynchronisiervorgang eingeleitet. Werden drei aufeinanderfolgende Rahmenwörter als richtig erkannt, wird die Synchronisation wiederhergestellt. Der Ausfall der Synchronisation ist zu signalisieren. In dem mit „Rahmenentflechtung“ bezeichneten Teil werden die Tonsignal-Codewörter und Zusatzinformationen getrennt und der Überrahmentakt abgeleitet, wobei in der Betriebsart „Mono“ die Überrahmentakte des linken und rechten Kanals gegeneinander verschoben sein können. Die Tonsignal-Codewörter werden anschließend einer ersten Paritätsprüfung und Mehrheitsentscheidung unterzogen, um sowohl den Skalenfaktor als auch die ursprünglichen Paritätsbits wiederzugewinnen. Aus einer zweiten Paritätsprüfung läßt sich dann ein Aufruf zur Fehlerverschleierung (Concealment) ableiten. Wenn dieser vorliegt, soll als Minimalforderung aus den beiden benachbarten, ungestörten Abtastwerten des Tonsignals der Mittelwert gebildet und der gestörte Abtastwert durch ihn ersetzt werden (Interpolation erster Ordnung). Wenn in zwei oder mehr aufeinanderfolgenden Abtastwerten Paritätsverletzungen auftreten, muß der Tonkanal stummgeschaltet werden (Mute-Schaltung). Die Stummschaltung ist zu signalisieren. Die Paritätsverletzungen müssen sich, getrennt für den linken und rechten Kanal, über entsprechende Ausgänge auswerten lassen. Nach der Gleitkommawandlung 14/16 bit und der Fehlerverschleierung steht wieder ein paralleles 16-bit-Tonsignal zur Verfügung, das nun entweder nach einer Abtastratenwandlung von 32 auf 48 kHz in das Format der AES/EBU-Schnittstelle umgesetzt wird oder nach D/A-Wandlung und Filterung als analoges Tonsignal am Ausgang abgenommen werden kann. Die Schnittstelle für die Zusatzinformationen liefert in Analogie zu der des DS1-Leitungssenders die Datenströme U_1 und V_1 in der Betriebsart „Stereo“ und U_{11} , V_{11} in der Betriebsart „Mono“. Die Daten werden mit dem zugehörigen Gate-Signal ausgegeben. Sie müssen für die Übernahme in die AES/EBU-Schnittstelle aufbereitet werden (siehe Punkt 4.).

4.2. Anforderungen an die Signal-Eingänge und Ausgänge

4.2.1. DS1-Leitungssender

4.2.1.1. Tonsignal-Eingänge

- Serieller, digitaler Tonsignal-Eingang

Signalart:	Seriellles Datensignal (3,072 MBit/s) im AES/EBU-Schnittstellenformat nach [4] und/oder: Format wie oben, aber $Z_i = 75 \text{ Ohm}$, $U = 1 V_{ss}$ /unsymmetrisch, BNC-Einbaubuchse nach HFBL-Empfehlung 02DRS [5]
------------	---

Zusatz-Daten (Minimalbedingungen):

Validity-Bit:	“1” → Stummschaltung; Auswertung abschaltbar.
User Data:	Keine Auswertung.
Channel Status:	Keine Auswertung.
Parity-Bit:	Fehlermeldung → Stummschaltung.

– Parallele, digitale Tonsignal-Eingänge

Signalart:	Digitales, 16-bit-paralleles AF-Tonsignal mit 32 kHz Abtastfrequenz. Übernahme mit der positiven Flanke des 32 kHz-Taktes; TTL-Pegel (twisted pair)
Codierung:	2er-Komplement
Steckverbindung:	Messerleiste 72polig nach DIN 41 622; Belegung siehe Anhang 2

– Analoge Tonsignal-Eingänge

Signalart:	AF-Tonsignal, Nennpegel + 6 dBu ² ; Aussteuerungsreserve (Headroom) einstellbar in 1-dB-Stufen von 4... 12 dB, bezogen auf Nennpegel; Übertragungsbereich: $f = 0,04 \dots 15$ kHz;				
Eingänge:	Symmetrisch, erdfrei; Eingangsscheinwiderstand umschaltbar zwischen: <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>– hochohmig</td> <td>$Z_{\text{ein}} \geq 10$ kOhm</td> </tr> <tr> <td>– 600 Ohm</td> <td>$Z_{\text{ein}} = 600$ Ohm $\pm 5\%$</td> </tr> </table>	– hochohmig	$Z_{\text{ein}} \geq 10$ kOhm	– 600 Ohm	$Z_{\text{ein}} = 600$ Ohm $\pm 5\%$
– hochohmig	$Z_{\text{ein}} \geq 10$ kOhm				
– 600 Ohm	$Z_{\text{ein}} = 600$ Ohm $\pm 5\%$				
Unsymmetriedämpfung nach DIN 45 404:	$a_U \geq 60$ dB				
Steckverbindung:	Audio-Steckverbinder Typ XLR, 3polige Einbaubuchse.				

Zwischen analogen und digitalen Tonsignal-Eingängen muß ferngesteuert umgeschaltet werden können. Wenn die Umschaltung in den Signalpausen vorgenommen wird, dürfen keine hörbaren Störungen auftreten.

4.2.1.2. Schnittstelle für Zusatzinformationen

Signalart:	Datensignale U_I, V_I, U_{II}, V_{II} ; Gatesignale $GU_I, GV_I, GU_{II}, GV_{II}$; Taktsignal 32 kHz; Schaltsignal Betriebsart Mono/Stereo.
Steckverbindung:	V24-Geräte-Steckverbinder, 25polige Buchse. Bild 9 zeigt das Taktschema; die Belegung ist in Bild 10 angegeben.

Das Umschaltsignal für die Betriebsart Mono/Stereo soll zu einem Geräteschalter geführt werden, der es erlaubt, die Umschaltung von Hand am DS1-Leitungssender vorzunehmen oder extern über die ZI-Schnittstelle.

4.2.1.3. TS1-Taktsignal-Eingang (1,024 MHz)

Signalart:	Taktsignal der Frequenz 1,024 MHz; Eigenschaften und Toleranzen sind der Tabelle I und der Abbildung 2b zu entnehmen.
Steckverbindung:	Siemens C42 334–A156–A23, Buchse, verschraubbar.

² „dBu“ ist der absolute Spannungspegel, bezogen auf $U_0 = 0,775$ V, ausgedrückt in Dezibel; d.h. $0,775$ V $\hat{=} 0$ dBu.

4.2.1.4. Fernsteuer-Eingang

Die Umschaltung analoge/digitale Tonsignal-Eingänge soll durch einen Schalterkontakt ausgelöst werden, der die Steuerleitung mit Masse verbindet. Die Steuerleitung soll keine höhere Spannung als 24 Volt und keinen höheren Strom als 20 mA führen. Es gilt:

Kontakt geöffnet:	Analoge Tonsignal-Eingänge durchgeschaltet
Kontakt geschlossen:	Digitale Tonsignal-Eingänge durchgeschaltet
Steckverbindung:	Messerleiste 72polig nach DIN 41 622, Belegung siehe Anhang 2

4.2.1.5. DS1-Signal-Ausgang

Signalart: Pseudoternäres HDB3-Signal, Bitfolgefrequenz 1,024 MHz. Eigenschaften und Toleranzen sind der Tabelle I und der Abbildung 2a zu entnehmen.

Steckverbindung: Siemens C 42 334–A156–A23, Buchse, verschraubbar.

Es ist ein zweiter, elektrisch entkoppelter Ausgang vorzusehen; Signalart wie oben, Anschluß auf 72poliger Messerleiste nach DIN 41622.

4.2.1.6. 32-kHz-Taktsignal-Ausgang (nur bei Parallel-Schnittstelle verfügbar)

Signalart: 32-kHz-Rechtecksignal, TTL-Pegel (Treiberausgang 50 Ohm).

Steckverbindung: 72polige Messerleiste nach DIN 41 622, Belegung siehe Ausgang 2.

4.2.1.7. TS1-Taktsignal-Ausgang (1,024 MHz)

Signalart: Taktsignal der Frequenz 1,024 MHz; Eigenschaften und Toleranzen sind der Tabelle I und der Abbildung 2b zu entnehmen.

Steckverbindung: Siemens C 42 334–A156–A23, Buchse, verschraubbar.

Für den Gestelleinbau sind weitere Steckverbindungen erforderlich, auf die die Ein- bzw. Ausgänge zusätzlich aufgelegt werden. Hierfür sollen zweckmäßigerweise 72polige Messerleisten nach DIN 41 622 verwendet werden; die Beschaltung bleibt dem Hersteller überlassen.

4.2.2. DS1-Leitungsempfänger

4.2.2.1. DS1-Signal-Eingang

Signalart und Steckverbindung wie unter 4.2.1.5.

4.2.2.2. DS1-Signal-Ausgang

Elektrisch entkoppelter „Durchschleif“-Ausgang des DS1-Eingangssignals; Signalart wie oben, Anschluß auf 72poliger Federleiste nach DIN 41 622.

4.2.2.3. Tonsignal-Ausgänge

– Serieller, digitaler Tonsignal-Ausgang

Signalart: Serielles Datensignal (3,072 MBit/s) im AES/EBU-Schnittstellenformat nach [4] und/oder:
Format wie oben, aber $Z_i = 75 \text{ Ohm}$, $U = 1 V_{ss}$ /unsymmetrisch, BNC-Einbaubuchse nach HFBL-Empfehlung 02 DRS [5]

Zusatz-Daten (Minimal-Bedingungen):

Validity Bit: "0" (Daten gültig).

User Data: "0".

Channel Status: Byte 0, Bit 0 → "1" (Professional use for channel status block);
Byte 23 CRC.

Parity Bit: Muß generiert werden.

– Parallele, digitale Tonsignal-Ausgänge

Signalart und Codierung wie unter 4.2.2.1.,

Steckverbindung: Federleiste 72polig nach DIN 41 622, Belegung siehe Anhang 2.

– Analoge Tonsignal-Ausgänge

Signalart, Nennpegel und Einstellung der Aussteuerungsreserve wie unter 4.2.2.1.

Ausgänge: Symmetrisch, erdfrei;

Ausgangsscheinwiderstand: $Z_{aus} \leq 35 \text{ Ohm}$

Unsymmetriedämpfung
nach DIN 45 404: $a_U \geq 60 \text{ dB}$

Steckverbindung: Audio-Steckverbinder Type XLR, 3poliger Einbaustecker.

4.2.2.4. Schnittstelle für Zusatzinformationen

Signalart und Steckverbindung wie unter 4.2.1.2., das Taktschema ist in Abbildung 11, die Belegung in Abbildung 12 dargestellt.

4.2.2.5. TS1-Taktsignal-Ausgang (1,024 MHz)

Signalart siehe Tabelle I und Abbildung 2b, Steckverbindung unter 4.2.1.7.

4.2.2.6. 32-kHz-Taktsignal-Ausgang

Für diesen Ausgang gelten die Forderungen unter 4.2.1.6.

4.2.2.7. Zählansgänge für Paritätsverletzungen

Signalart: 10 μs -Impulse, negativ; TTL-Pegel (Treiberausgang 50 Ohm).

Steckverbindung: BNC-Buchse.

Bei Ausfall der Blocksynchronisation ist der Zählansgang zu sperren.

Für den Gestelleinbau sind weitere Steckverbindungen erforderlich, auf die die Ein- bzw. Ausgänge zusätzlich gelegt werden. Hierfür sollen zweckmäßigerweise 72polige Federleisten nach DIN 41 622 verwendet werden; die Beschaltung bleibt dem Hersteller überlassen.

4.3. Anforderungen an die Übertragungseigenschaften der Geräteschleife bei Verwendung der analogen Tonsignal-Ein- bzw. Ausgänge

Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Geräteschleife aus DS1-Leitungssender und -empfänger.

4.3.1. Lineare Verzerrungen

Die linearen Verzerrungen werden bei einem Eingangspegel von -15 dBu gemessen.

4.3.1.1. Amplitudenverzerrungen

Einfügungsdämpfung

bei der Bezugsfrequenz 1 kHz:

$$a = 0 \text{ dB} \pm 0,2 \text{ dB}$$

Frequenzabhängige Abweichungen:

Der Amplitudenfrequenzgang darf an keiner Stelle das in Abbildung 13a gezeigte Toleranzfeld überschreiten.

4.3.1.2. Gruppenlaufzeitverzerrungen

Die frequenzabhängigen Abweichungen bezogen auf das Gruppenlaufzeit-Minimum dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

Im Frequenzbereich 0,05 . . . 12,8 kHz $t \leq 2 \text{ ms}$

Im Frequenzbereich 0,1 6,4 kHz $t \leq 1 \text{ ms}$

4.3.2. Nichtlineare Verzerrungen

4.3.2.1. Harmonische Verzerrungen

– Bei einer Einstellung der Aussteuerungsgrenze auf 10 dB über Nennpegel ($\hat{=} 16$ dBu) und Eingangspegeln von $-24 \dots +6$ dBu im Frequenzbereich 0,04 . . . 5 kHz darf die Gesamt-Klirrdämpfung den folgenden Wert nicht unterschreiten:

$$a_{kges} > 60 \text{ dB}$$

– Bei einer Einstellung der Aussteuerungsgrenze auf 12 dB über Nennpegel ($\hat{=} 18$ dBu) und einem Eingangspegel von 17 dBu muß die Gesamt-Klirrdämpfung die folgenden Werte einhalten:

Im Frequenzbereich 0,04 . . . 0,1 kHz $a_{kges} > 40 \text{ dB}$

Im Frequenzbereich $> 0,1 \dots 5$ kHz $a_{kges} > 46 \text{ dB}$

4.3.2.2. Differenzton-Verzerrungen

Bei einer Einstellung wie unter 4.4.2.1./erster Absatz dürfen Mehrtonsignale mit einem effektiven Summenpegel von 6 dBu keine Differenzfrequenz-Komponenten erzeugen, die den folgenden Wert unterschreiten:

$$a_{d2,d3} > 60 \text{ dB}$$

Die gleiche Forderung gilt auch für Verzerrungsprodukte, die durch Differenzbildung zwischen Tonsignal und Abtastfrequenz nach dem Bildungsgesetz

$$f_D = n \cdot f_e + m \cdot f_a$$

entstehen, wobei $n, m \dots 1, 2, 3$; $f_e =$ Eingangsfrequenz, $f_a =$ Abtastfrequenz sind.

4.3.3. Störabstände

Die Störabstände sind bezogen auf die Aussteuerungsgrenze des Systems, die sich aus dem Nennpegel (6 dBu) und der eingestellten Aussteuerungsreserve (Headroom) ergibt. Gemessen wird nach DIN 45 405 (Nov. 83) resp. CCIR-Rec. 468-4.

4.3.3.1. Leerkanal-Störabstand

Der bewertete und unbewertete Störpegelabstand soll folgenden Wert nicht unterschreiten:

$$a_{\text{stb}}, a_{\text{stu}} \geq 76 \text{ dB}$$

4.3.3.2. Quantisierungs-Störabstand

Die durch die Amplituden-Quantisierung des Signals entstehende Störspannung wird in Abhängigkeit von der Aussteuerung bewertet gemessen mit Hilfe eines 60 Hz-Sinussignals, das empfangsseitig durch einen Hochpaß mit einer 3-dB-Grenzfrequenz von $f_g = 400 \text{ Hz}$ und einer Sperrdämpfung $> 60 \text{ dB}$ abgesiebt wird. Die unten aufgeführten Werte dürfen nicht unterschritten werden.

Aussteuerung/dB	Störabstand/dB
$p = -15$	$a_{\text{stb}} \geq 76$
$p = -9$	$a_{\text{stb}} \geq 73$
$p = -3$	$a_{\text{stb}} \geq 71$

Bild 14a zeigt das Toleranzschema.

4.3.4. Übersprechen

Wird ein Tonkanal mit einem Sinussignal beaufschlagt, so soll die Übersprechdämpfung (selektiv gemessen) im anderen Kanal mindestens den Wert

$$a_{ij} \geq 90 \text{ dB}$$

erreichen.

4.3.5. Stereofähigkeit

Zwischen den Übertragungsmaßen der Amplitude bzw. Phase der beiden Tonkanäle müssen die unten aufgeführten Bedingungen eingehalten werden:

Frequenzbereich/kHz	Amplitude/dB	Phase/Grad
0,04 ... 0,1	$< 0,3$	< 5
$> 0,1 \dots 6,4$	$< 0,1$	< 5
$> 6,4 \dots 12,8$	$< 0,2$	< 10
$> 12,8 \dots 15,0$	$< 0,4$	< 15

4.3.6. Signalverzögerung

Die Verzögerung zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal soll nicht mehr als:

$$t = 4,2 \text{ ms}$$

betragen.

4.4. Anforderungen an die Übertragungseigenschaften der Geräteschleife bei Verwendung der digitalen Tonsignal-Ein- bzw. -Ausgänge

Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Geräteschleife aus DS1-Leitungssender und -empfänger. Die digitalen Signale der Abtastfrequenz 48 kHz werden über die AES/EBU-Schnittstelle des DS1-Leitungssenders eingespeist und an der AES/EBU-Schnittstelle des DS1-Leitungsempfängers mit 48 kHz Abtastfrequenz wieder entnommen. Das Übertragungsverhalten der Geräteschleife wird in diesem Fall durch die Eigenschaften des für die Abtastratenwandlung von 48 → 32 kHz und umgekehrt benötigten Interpolationsfilters bestimmt.

4.4.1. Lineare Verzerrungen

Die linearen Verzerrungen werden bei einem Eingangspegel entsprechend $-10 \text{ dB}_{\text{FS}}^3$ gemessen.

4.4.1.1. Amplitudenverzerrungen

Einfügungsdämpfung bei
der Bezugfrequenz 1 kHz:

$$a \leq 0,01 \text{ dB}$$

Frequenzabhängige Abweichungen:

Der Amplitudenfrequenzgang darf an keiner Stelle das in Abbildung 13b gezeigte Toleranzfeld überschreiten.

4.4.1.2. Gruppenlaufzeitverzerrungen

Für die frequenzabhängigen Abweichungen der Gruppenlaufzeit gelten die unter 4.3.1.2. angegebenen Grenzen.

4.4.2. Spiegelungsprodukte

Spiegelungsprodukte sind zu erwarten bei Eingangsfrequenzen im Bereich von 15 bis 17,5 kHz, d.h. im Übergangsbereich des Interpolationsfilters.

Dämpfung der Spiegelungsprodukte: $a > 60 \text{ dB}$

4.4.3. Quantisierungs-Störabstand

Die durch die Amplituden-Quantisierung des Signals entstehende Störspannung wird in der digitalen Ebene in Abhängigkeit von der Aussteuerung gemessen mit Hilfe eines 60-Hz-Sinusignals, das empfangsseitig durch einen Hochpaß mit einer 3-dB-Grenzfrequenz von 400 Hz und einer Sperrdämpfung von $> 60 \text{ dB}$ wieder abgesiebt wird. Bewertungskurve und Quasi-Peak-Meßmethode entsprechen DIN 45 405 (Nov. 83) resp. CCIR-Rec. 468-4. Der Störabstand ist bezogen auf den Maximalwert des Aussteuerbereichs (dB_{FS}). Die nachfolgenden Werte dürfen nicht unterschritten werden:

Aussteuerung/ dB_{FS}	Störabstand/dB
$p = -15$	$a_{\text{stb}} \geq 81$
$p = -9$	$a_{\text{stb}} \geq 79$
$p = -3$	$a_{\text{stb}} \geq 73,5$

Bild 14b zeigt das Toleranzschema.

³ „ dB_{FS} “ ist der digitale Spannungspegel, bezogen auf den Maximalwert (Full Scale) des Aussteuerungsbereiches, ausgedrückt in Dezibel.

4.4.4. Stereofähigkeit

Hierfür gelten die unter Punkt 4.3.5. genannten Werte.

4.4.5. Signalverzögerung

Die Verzögerung zwischen Eingangs- und Ausgangssignal soll den Wert:

$$t = 8,4 \text{ ms}$$

nicht überschreiten.

4.5. Betriebstechnische Anforderungen

4.5.1. Fehler- und Störungssignalisierung

4.5.1.1. Ausfall der Stromversorgung

Die Betriebsbereitschaft soll über eine grüne LED-Anzeige signalisiert werden. Bei einer Veränderung auf einen Wert, der die einwandfreie Funktion der Baugruppen nicht mehr gewährleistet, soll diese Anzeige erlöschen; außerdem ist eine externe Störungsmeldung über einen potentialfreien Umschalt-Kontakt vorzusehen. Die Netzgeräte müssen über Strombegrenzung und Überspannungsschutz verfügen.

4.5.1.2. Störungssignalisierung DS1-Leitungssender

Der Ausfall des TS1-Taktsignals muß durch eine rote LED-Anzeige signalisiert werden; eine externe Störungsmeldung über einen potentialfreien Einschaltkontakt ist vorzusehen. Präambel-, Code- und Paritätsfehler, die von der AES/EBU-Schnittstelle gemeldet werden, können zu einer Summen-Fehlermeldung zusammengefaßt werden und müssen für den linken und rechten Kanal jeweils getrennt angezeigt werden (z.B. durch blinkende LED-Anzeigen); für die externe Störungsmeldung ist ein potentialfreier Umschalt-Kontakt vorzusehen.

4.5.1.3. Fehler- und Störungssignalisierung DS1-Leitungsempfänger

Folgende Störungen sind durch rote LED-Anzeigen zu signalisieren:

- HDB3-Codefehler
- AIS-Alarm
- Ausfall der Synchronisierung
- Ausfall der Blocksynchronisierung (kanalweise)
- Einsatz der Tonkanal-Stummschaltung (kanalweise)

Die ersten drei Störungsarten sollen zu einer Summenmeldung zusammengefaßt werden, die über einen potentialfreien Umschaltkontakt für eine externe Störungsmeldung zur Verfügung steht (siehe auch Tabelle II).

Durch gelbe LED-Anzeigen ist das Auftreten von Paritätsfehlern, getrennt für jeden Kanal, anzuzeigen. Die Wahrnehmbarkeit von Einzelfehlern ist zu gewährleisten.

5. Literaturverzeichnis

- [1] FTZ-Richtlinie 154 R 4, Ausgabe August 1985:
Schnittstellen-Kennwerte für digitale Stereosignale der Bitrate 1024 kbit/s (DS1).
Herausgeber: Deutsche Bundespost, Fernmeldetechnisches Zentralamt,
Postfach 1000 003, D-6100 Darmstadt
- [2] AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Synchronization of Digital Audio
Equipment in Studio Operations
AES 11–1991
Herausgeber: Audio Eng. Society, New York
- [3] HFBL-K Empfehlung 01 DRS (4.91)
Einführung eines zentralen Taktes in den Funkhäusern
- [4] Specification of the digital audio interface, EBU-Tech. 3250/Nov. 1985
(zur Zeit in Überarbeitung)
Herausgeber: Technical Centre of the European Broadcasting Union,
Ancienne Route 17 A, Grand-Saconnex, CH–1218 Suisse
- [5] HFBL-K Empfehlung 02 DRS (7.90)
Verteilung von digitalen Tonsignalen im AES/EBU-Format unter Berücksichtigung der Leitungs-
und Anschlußtechniken

Ergänzend:

1. Technische Richtlinie ARD/ZDF Nr. 3 R 1:
Digitaler Satelliten Rundfunk (DSR), Spezifikation des Hörfunk-Übertragungsverfahrens,
Ausgabe Nr. 3 – Nov. 1989.
2. Technische Richtlinie ARD/ZDF Nr. 3 R 2:
Zusatzinformationsübertragung auf der DS1-Strecke
Ausgabe Nr. 2 – Febr. 1990.
Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH,
Floriansmühlstr. 60, D–8000 München 45

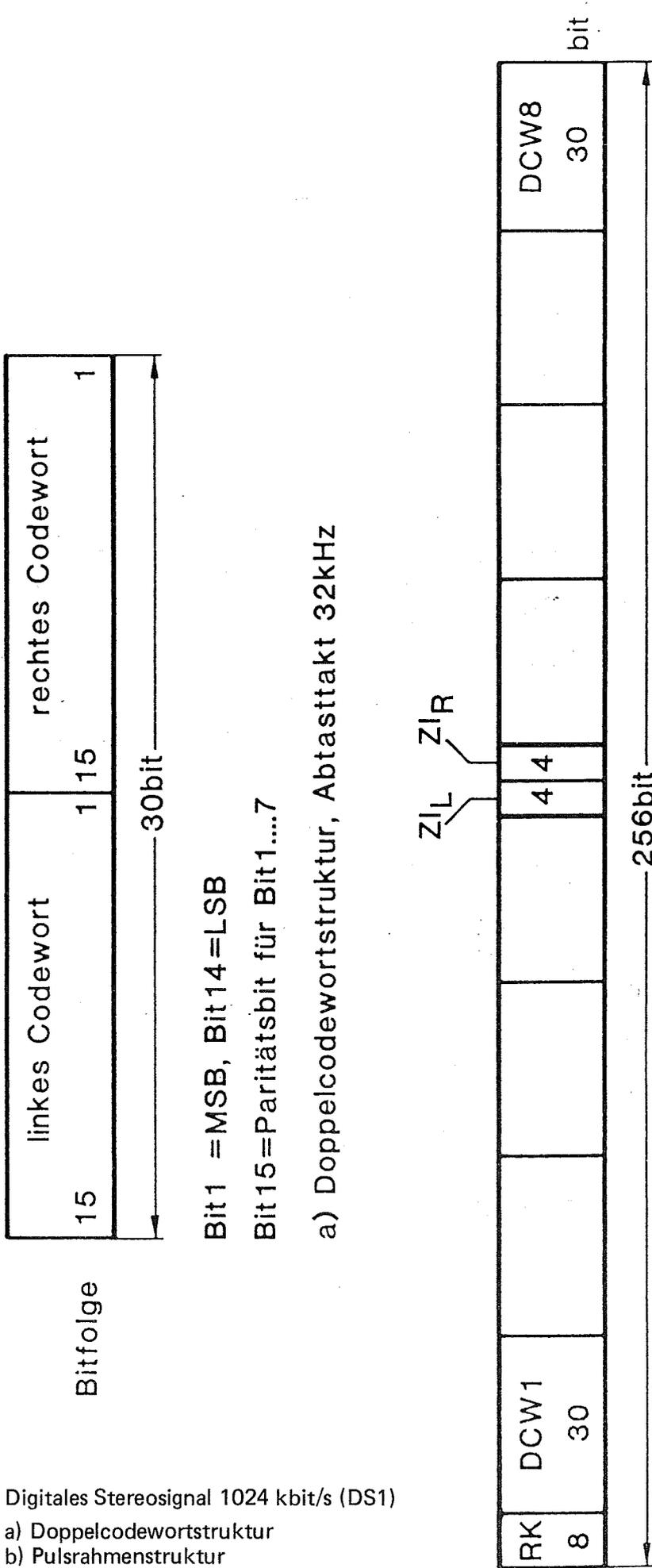


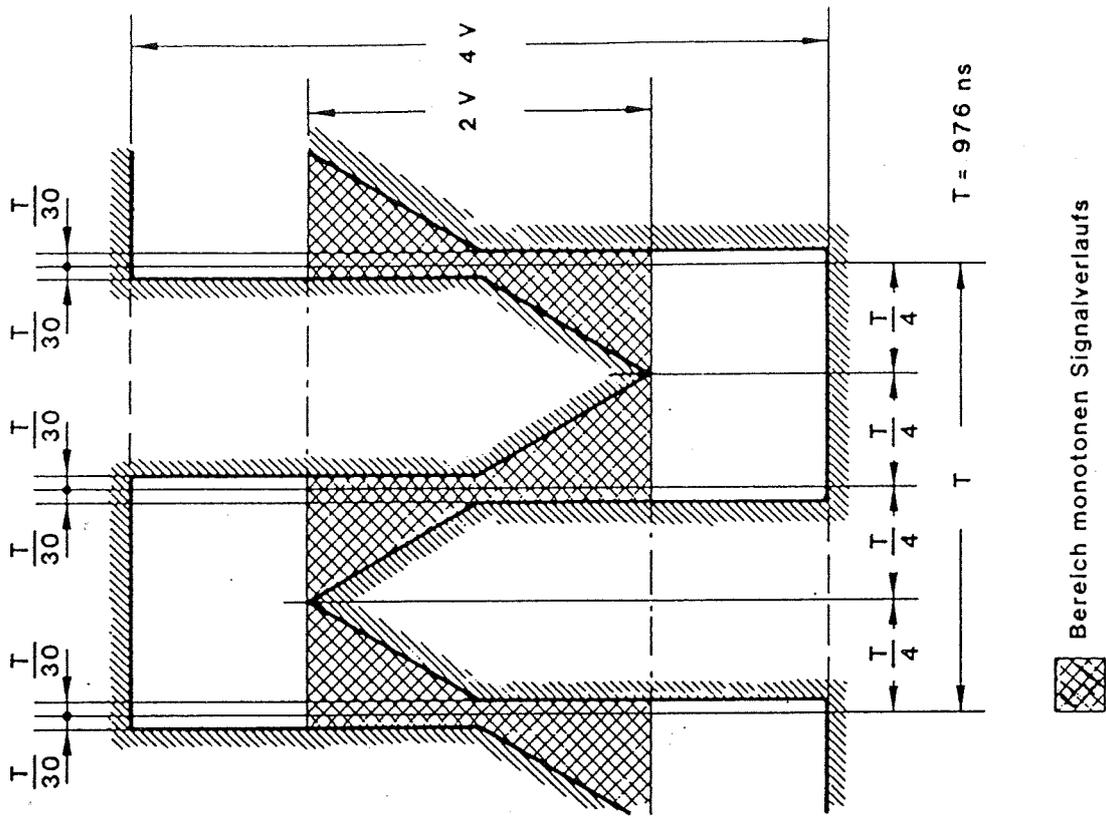
Bild 1 Digitales Stereosignal 1024 kbit/s (DS1)
 a) Doppelcodewordstruktur
 b) Pulsrahmenstruktur

RK = Rahmenkennung, DCW = Doppelcodeword, ZI = Zusatzinformation
 b) DS1-Rahmenstruktur, Rahmentakt 4kHz

	Schnittstellen-Kennwerte	DS1	TS1
1	Signalart	pseudoternäres HDB3-Signal Bitfolgefrequenz 1024 kHz	Binärsignal, Taktfrequenz 1024 kHz
2	Pulsrahmen	256 bit, 4 kHz Takt	--
3	Rahmenkennung - alternierende Codierung	8 bit 10011011/11111111	--
4	Rahmenbelegung	siehe Bild 1	--
5	Kennwerte der Sendeseite x)		
5.1	Signalgröße (Nennwerte)	± 3 V (Spitze/Null)	3 V (Spitze/Spitze)
5.2	Impulsformtoleranz	siehe Bild 2 unter a)	siehe Bild 2 unter b)
5.3	Eigenjitter	≤ 50 ns (= 5% Bitdauer)	≤ 50 ns
6	Kennwerte der Empfangsseite		
6.1	Eingangswiderstand - Nennwerte - Fehlerdämpfung 25.... 50 kHz 50....1024 kHz 1024....1536 kHz	120 Ω , reell, symmetrisch >12 dB >18 dB >14 dB	120 Ω , reell, symmetrisch >12 dB >18 dB >14 dB
6.2	Jitterverträglichkeit	siehe Bild 3	siehe Bild 3
7	Zulässige Dämpfung der Schnittstellenleitung	≤ 6 dB/500 kHz	≤ 6 dB/500 kHz
8	Trennstekverbindungen an den Geräten Hersteller: Siemens AG Brücken-Steckverbinder Buchse	konzentrisch, symmetrisch C 40334-A109-A2 C 42334-A156-A23	konzentrisch, symmetrisch C 40334-A109-A2 C 42334-A156-A23

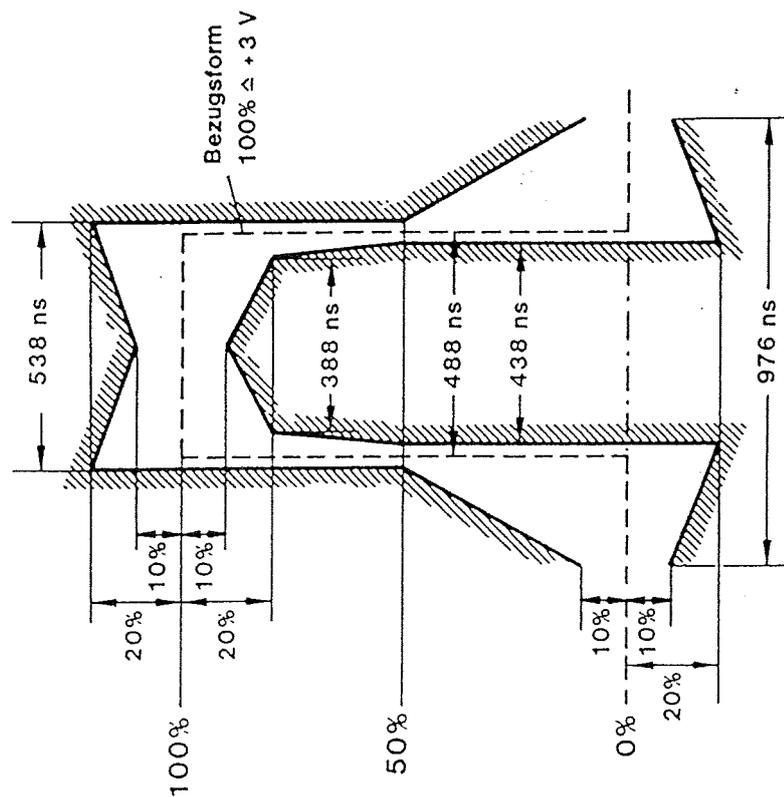
x) gültig für die mit 120 Ohm abgeschlossenen Geräteausgänge

Tabelle I Kennwerte für DS1/TS1-Schnittstellen



 Bereich monotonen Signalverlaufs

b) TS1



a) DS1

Bild 2 Toleranzmasken für DS1 und TS1 am Ausgang der Schnittstellengeräte mit 120Ω Abschluß

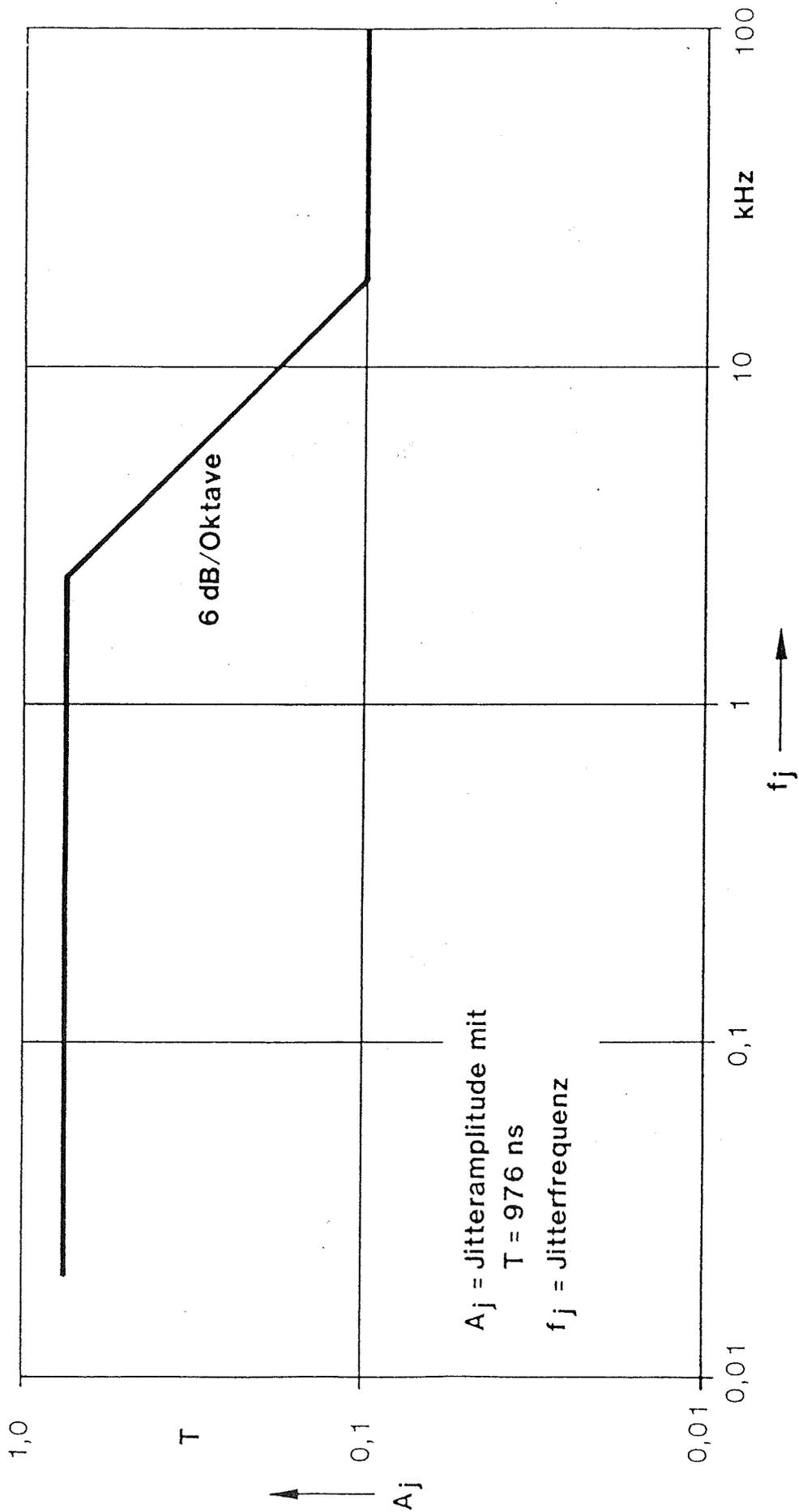
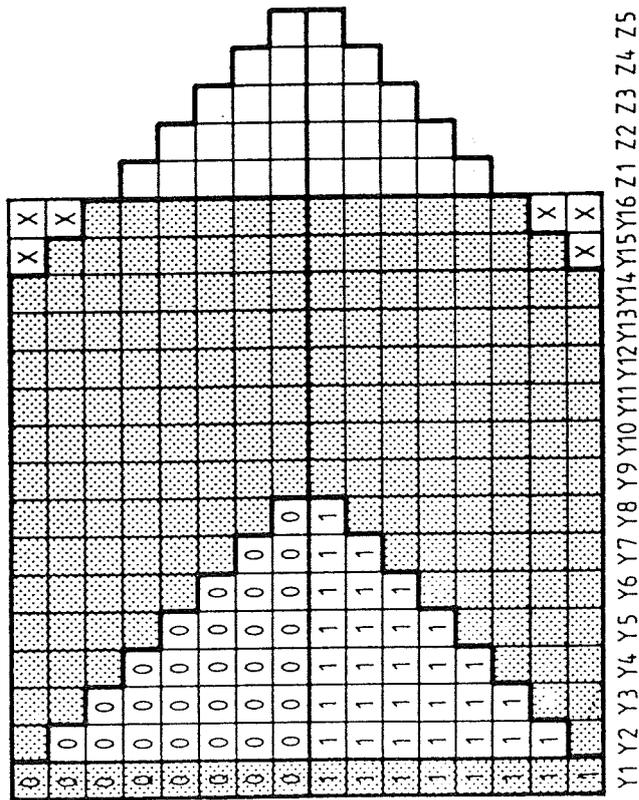
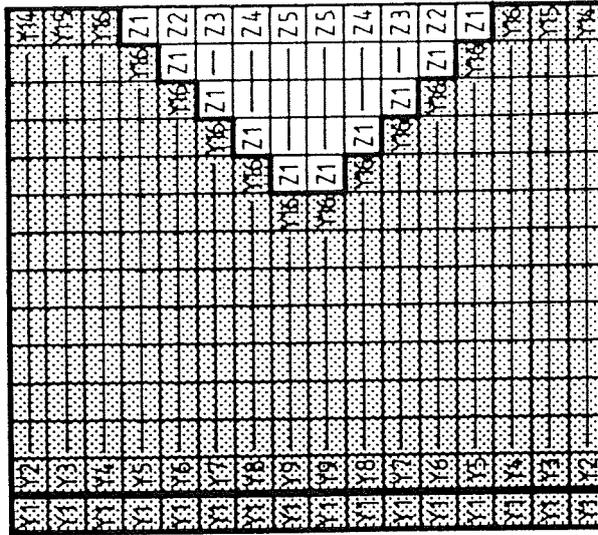


Bild 3 Grenzwertkurve für die Jitterverträglichkeit auf der Empfangsseite der DS1-Schnittstelle

Skf
 0 0 0
 0 0 1
 0 1 0
 0 1 1
 1 0 0
 1 0 1
 1 1 0
 1 1 1
 1 1 1
 1 1 1
 1 1 0
 1 0 1
 1 0 0
 0 1 1
 0 1 0
 0 0 1
 0 0 0



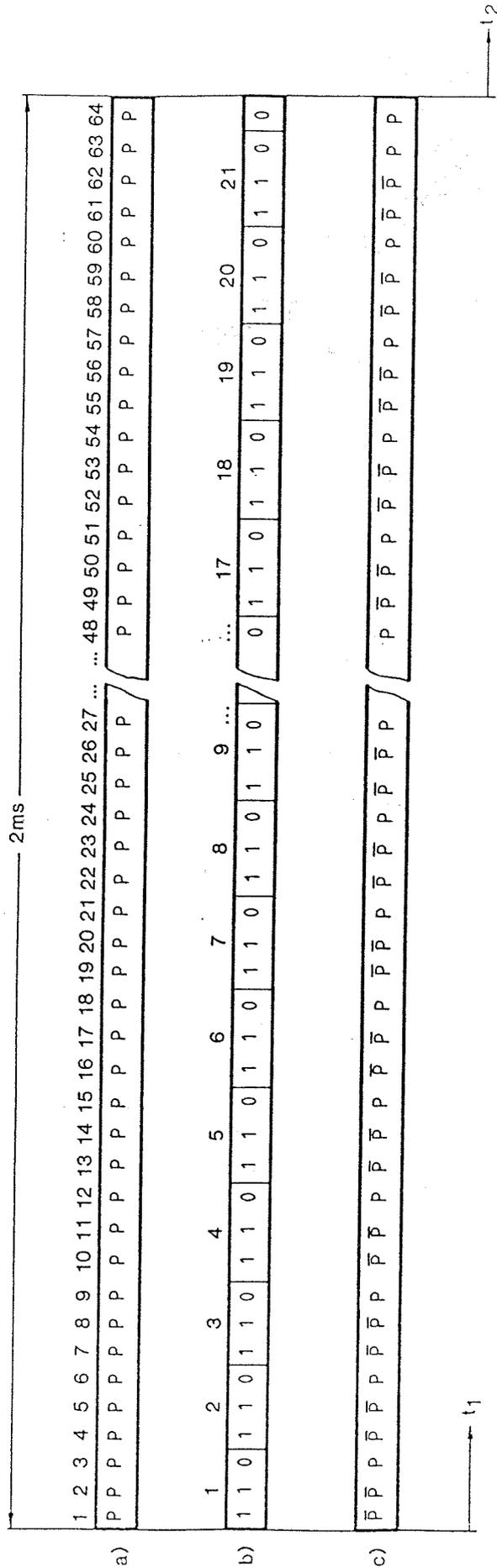
a) Codiervorschrift



b) Übertragungsformat

- relevanter Tonsignalcodewort - Bereich der 16 - bit - Quellsignalwörter
- X nicht übertragbare Bits der 16 - bit - Quellsignalwörter

Bild 4 Funktionsweise der 16/14-bit-Gleitkommatechnik



- a) Paritätsbits eines Tonsignalblocks
- b) Anordnung des Skalenfaktors (Beispiel: Skf3 ≅ 011)
- c) Übertragung des Skalenfaktors in den Paritätsbits

Bild 5 Skalenfaktorübertragung in den Paritätsbits des DS1-Signals

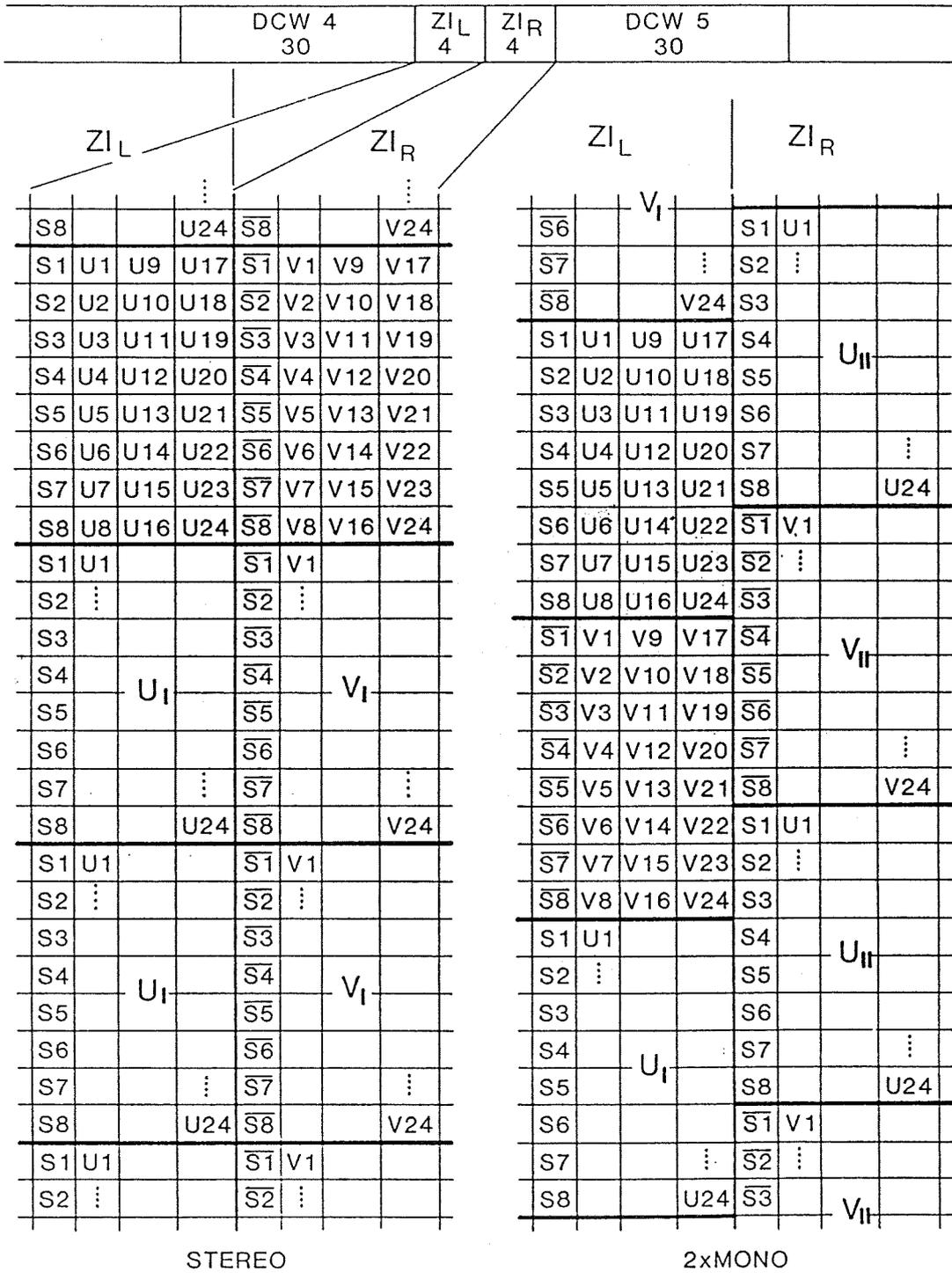
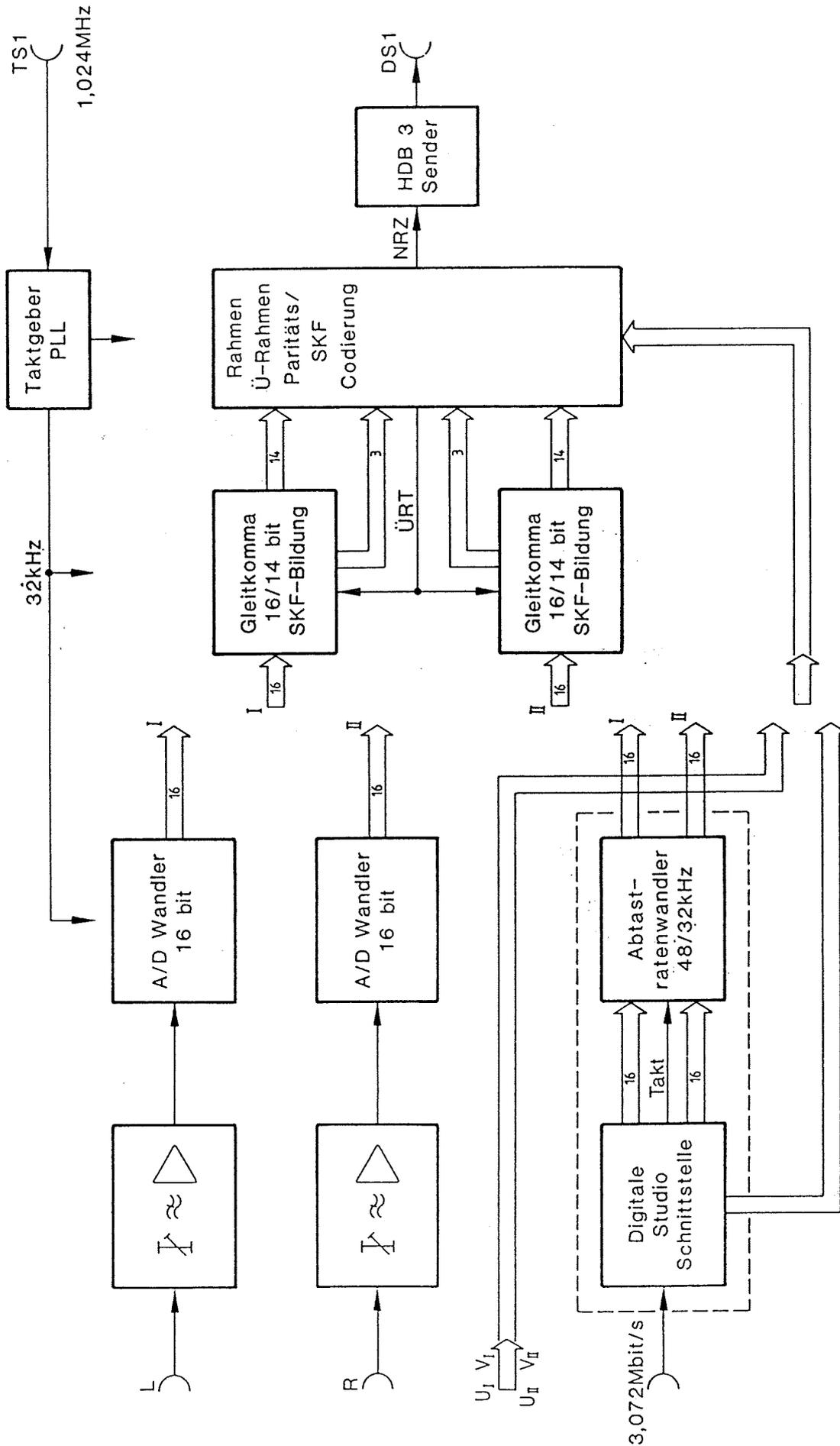


Bild 6 Struktur der ZI-Kanäle in den DS1-Rahmen

Block-Kennungen		Störungsmeldung / Signalisierung						
Kanal 1	Kanal 2	SYNC	BSYNC 1	BSYNC 2	Mono	Stereo	Mute 1	Mute 2
Betriebsart: Mono								
1. Kanal 1								
U_I/V_I	AIS			x	x			x
2. Kanal 2								
AIS	U_{II}/V_{II}		x		x		x	
3. Kanal 1 und 2								
U_I/V_I	U_{II}/V_{II}				x			
Betriebsart: Stereo								
U	V					x		
Weitere Kombinationen								
U_n/V_n	U							
U_n/V_n	V							
U	U_n/V_n							
V	U_n/V_n							
U	U							
V	V							
V	U							
AIS	U		x				x	
AIS	V		x				x	
U	AIS			x				x
V	AIS			x				x
AIS	AIS		x	x			x	x

U_n/V_n : $n \Rightarrow I$ oder $II \Rightarrow S$, $V \Rightarrow \bar{S}$ AIS = Alarm Indication Signal

Tabelle II: Block-Kennungen im DS1-Kanal



$U_I, V_I; U_{II}, V_{II}$ Zusatzinformationskanäle
 ÜRT Überrahmentakt 2ms

Bild 7 Prinzipielle Funktionsweise des DS1 – Leitungssenders

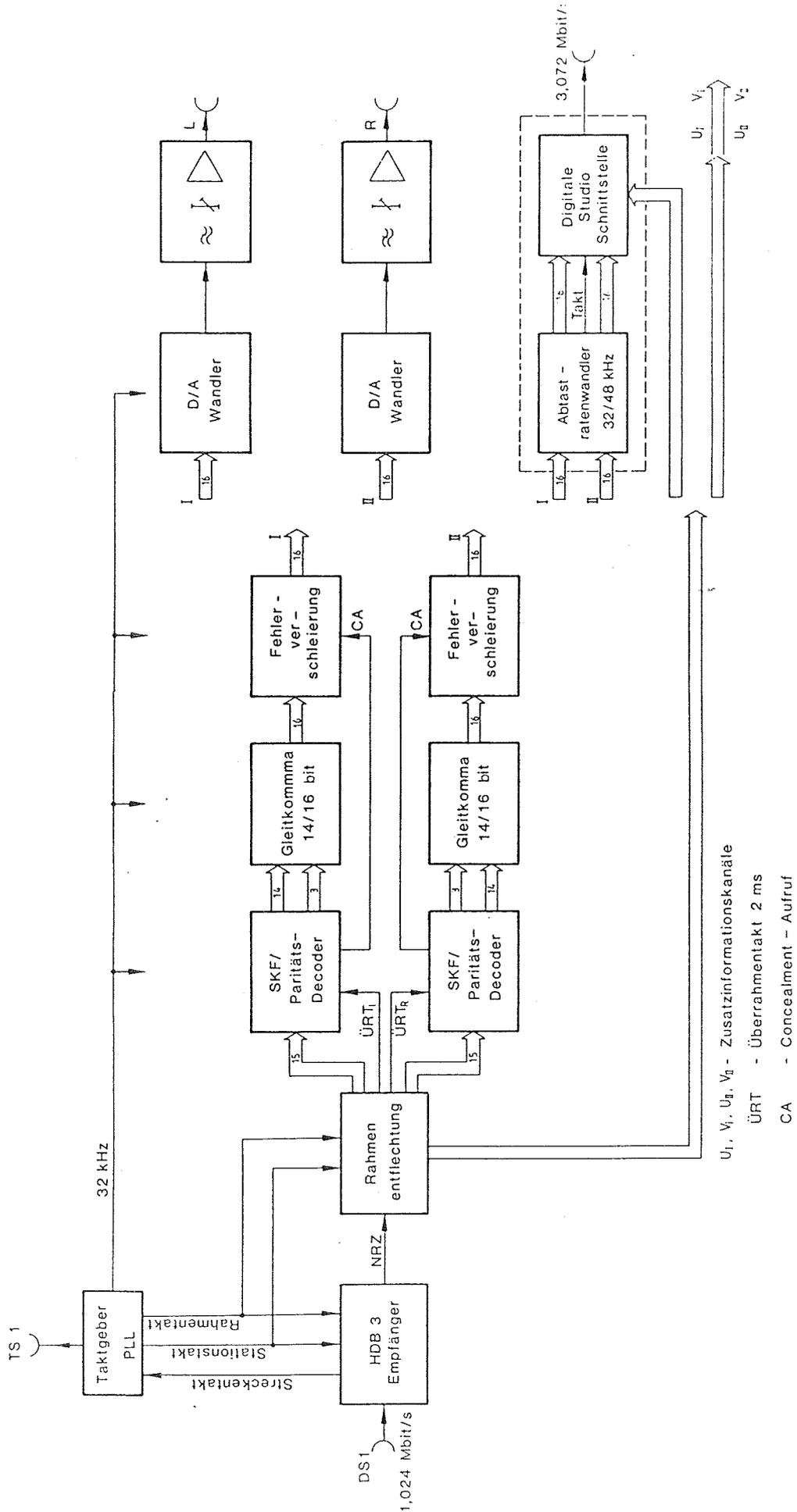
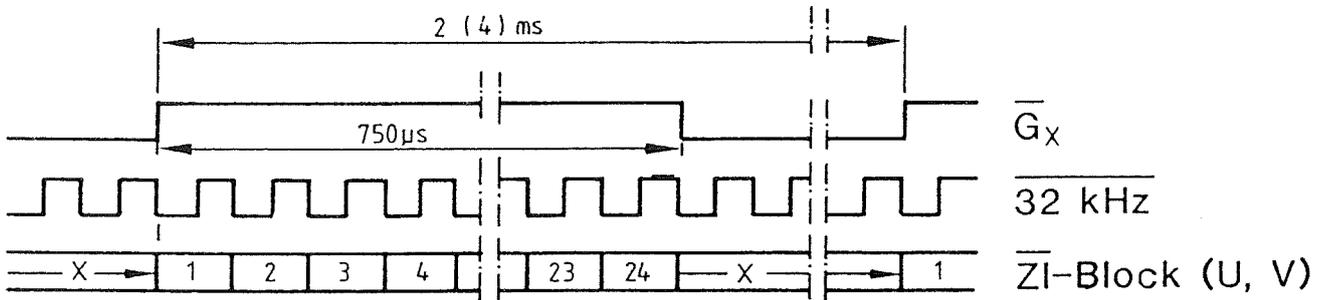
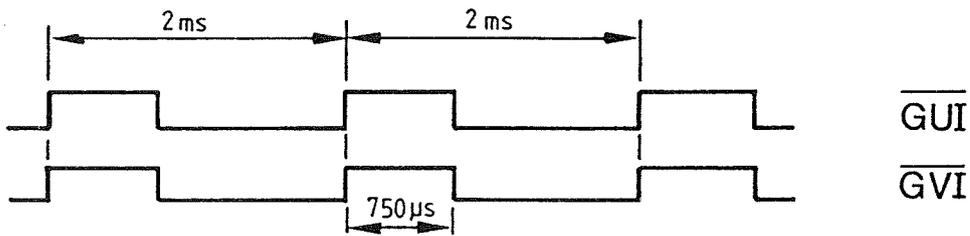


Bild 8 Prinzipielle Funktionsweise des DS1-Leitungsempfängers

GATESIGNAL G_X (\rightarrow GUI, GVI, GVII, GUII)



Stereobetrieb :



Monobetrieb :

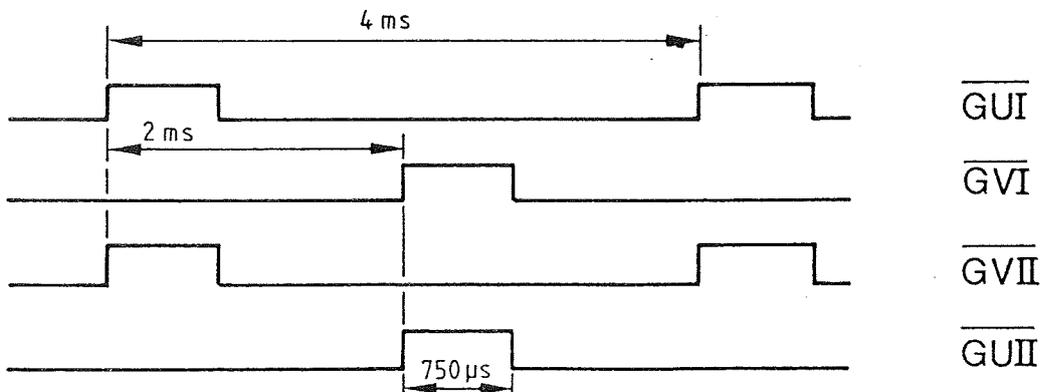


Bild 9 Schnittstelle für Zusatzinformationen (ZI) DS1-Leitungssender

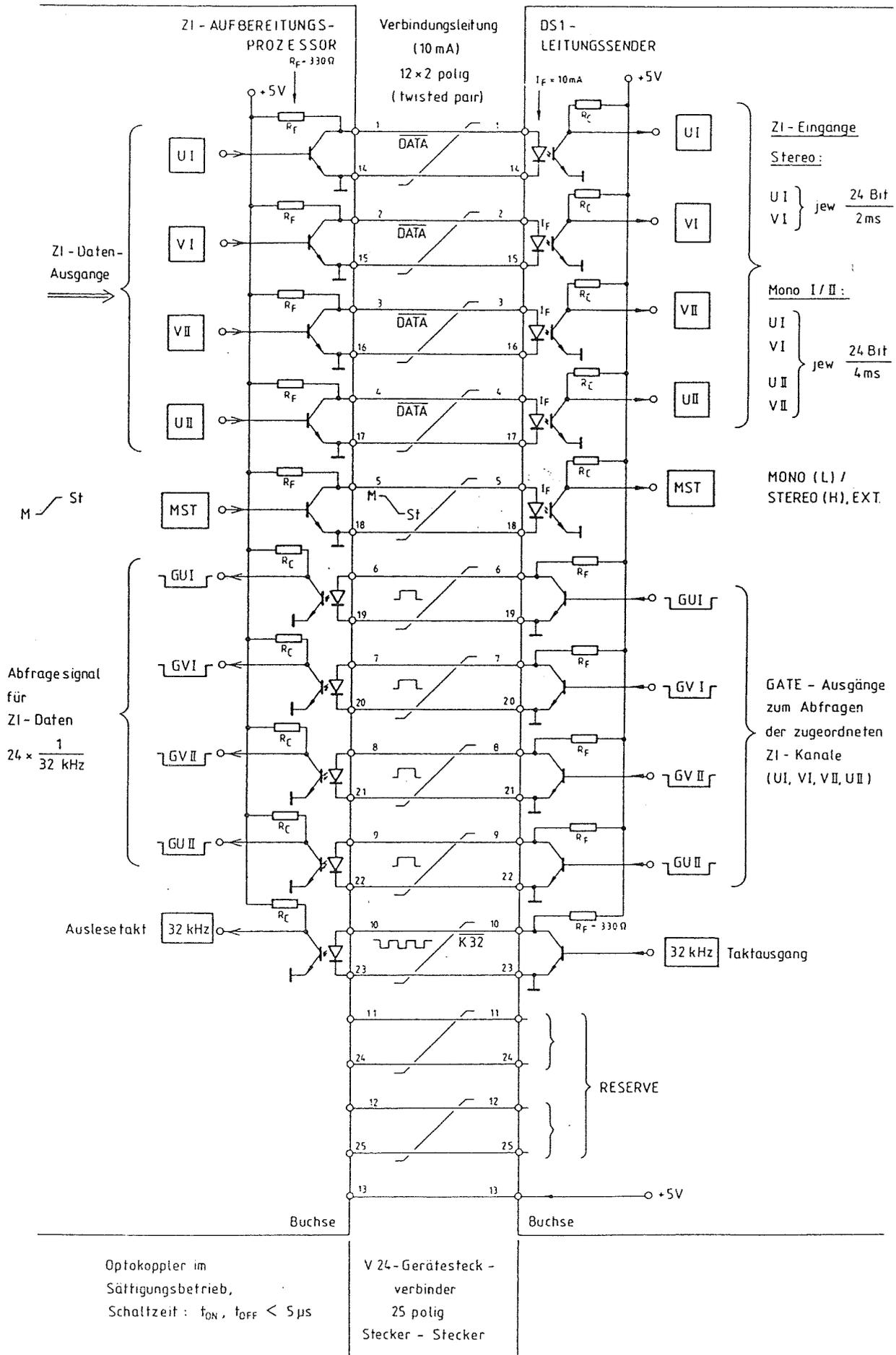
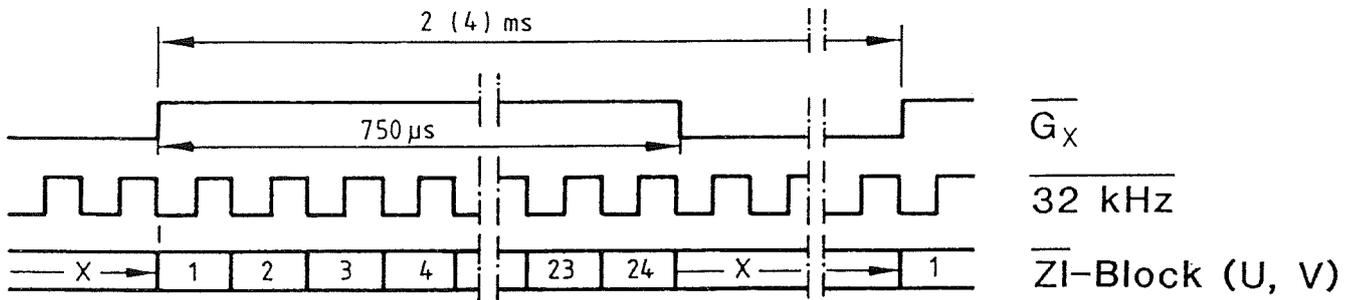
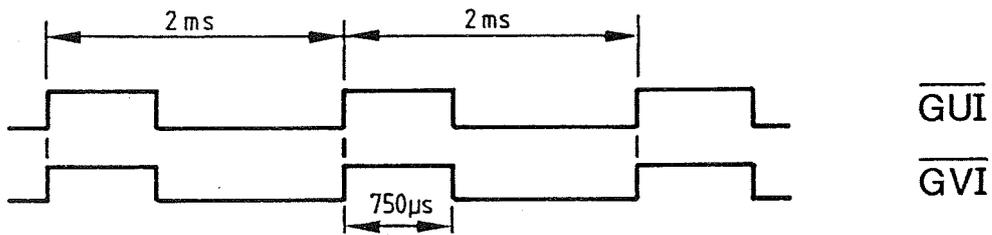


Bild 10 Schnittstelle für Zusatzinformationsübertragung in den DS1-Leitungssender

GATESIGNAL G_X (\rightarrow GUI, GVI, GVII, GUIII)



Stereobetrieb:



Monobetrieb:

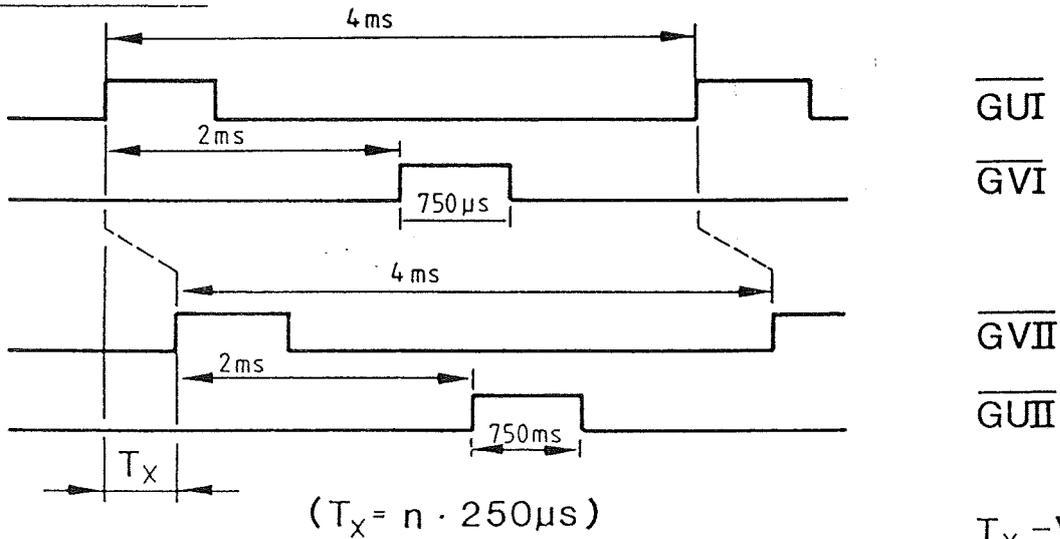


Bild 11 Schnittstelle für Zusatzinformationen (ZI) DS1-Leitungsempfänger

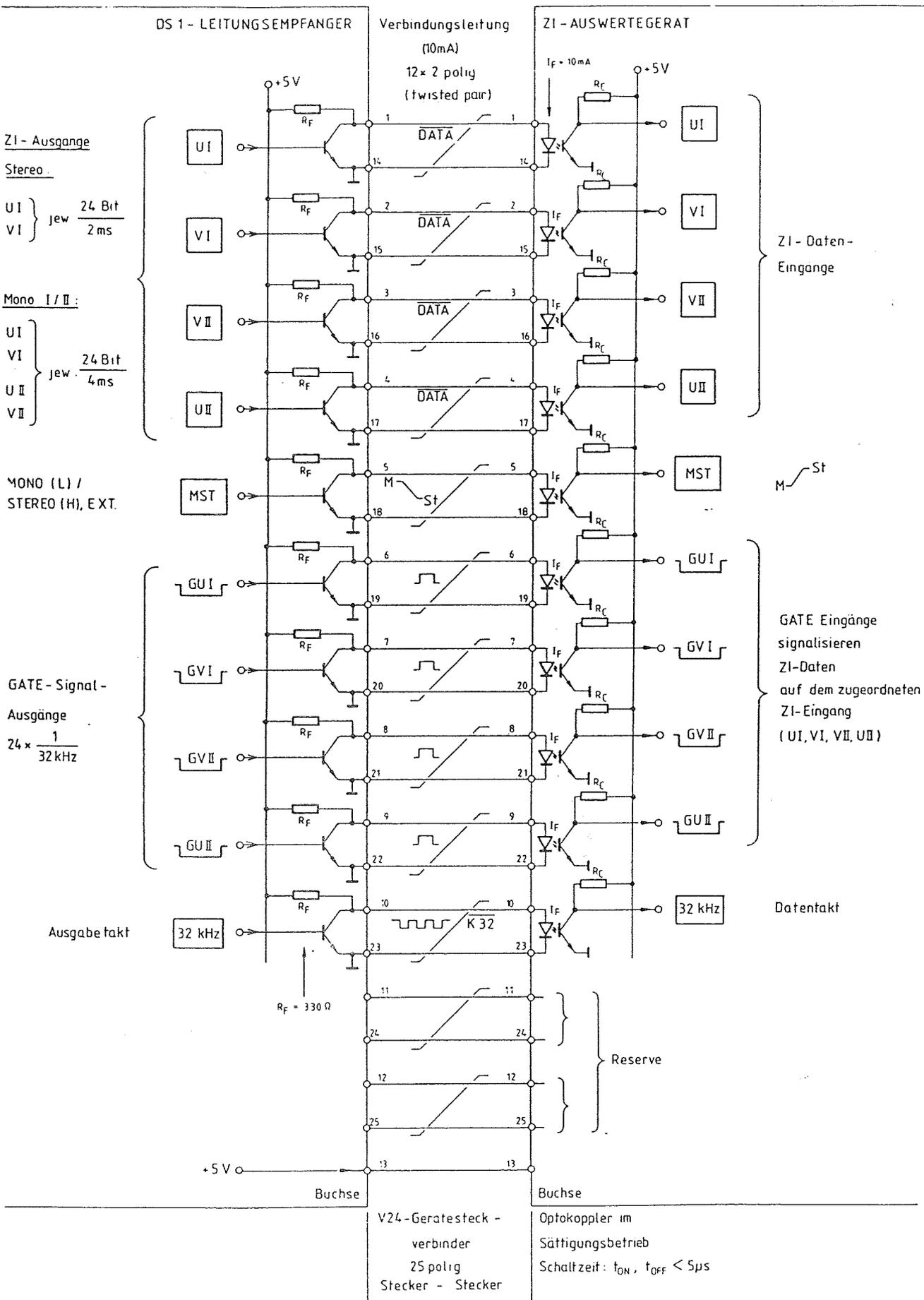


Bild 12 Schnittstelle für Zusatzinformationsübertragung aus dem DS1-Leitungsempfänger

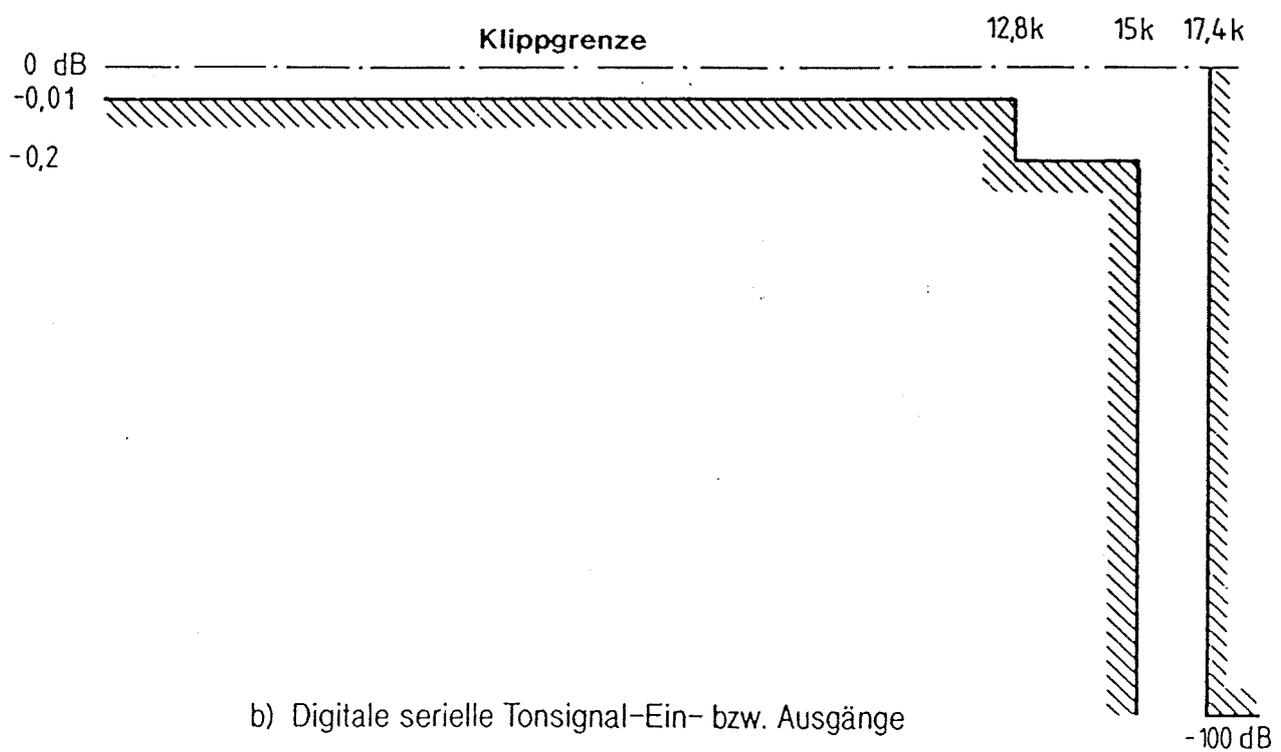
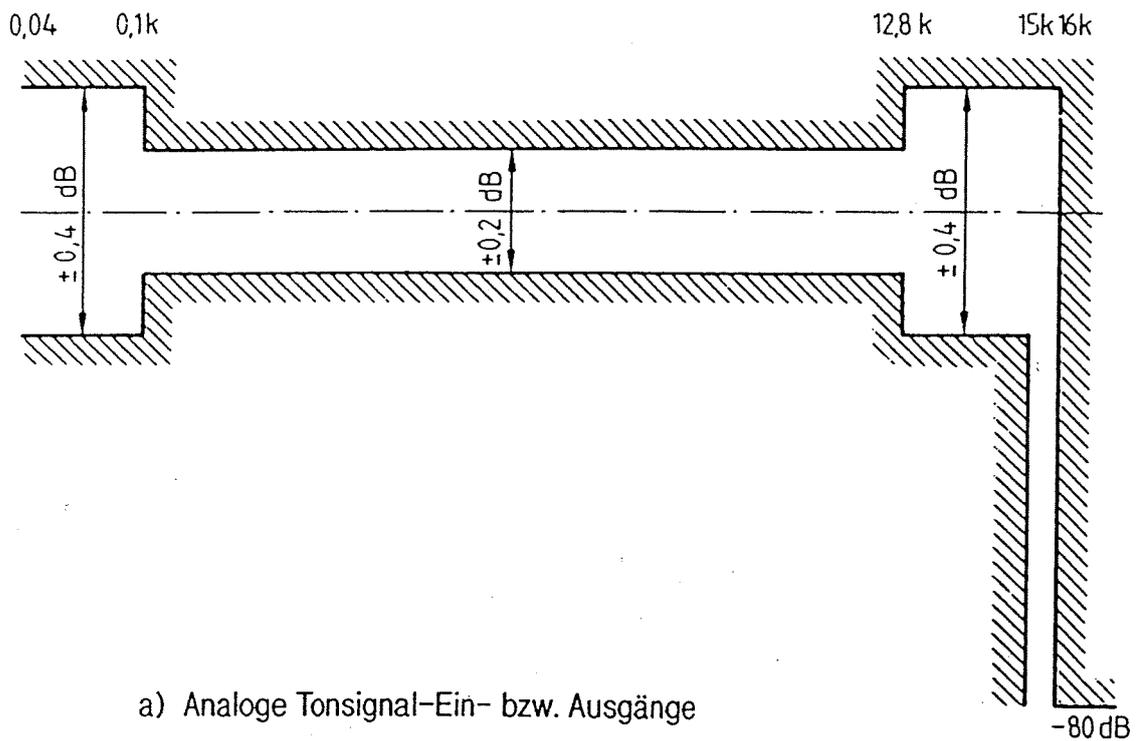
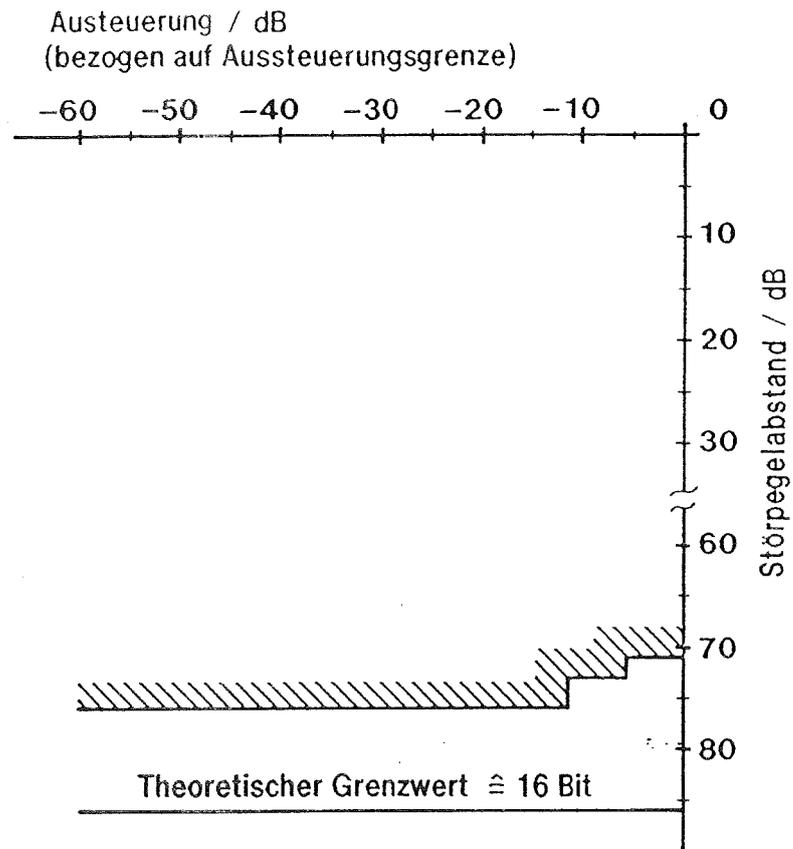
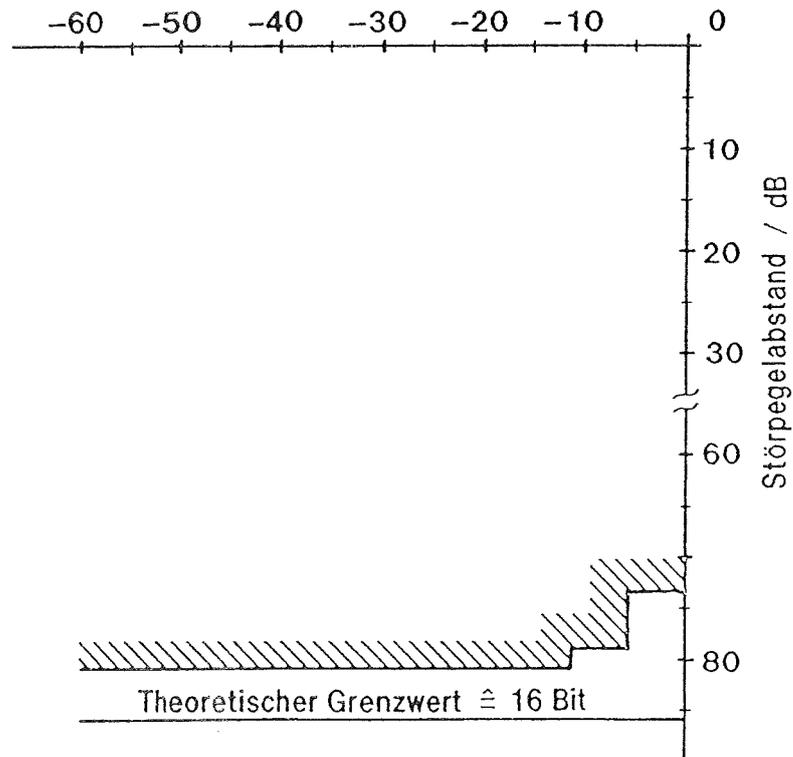


Bild 13 Toleranzfelder Amplitudenfrequenzgang



a) Analoge Tonsignal-Ein- bzw. Ausgänge



b) Digitale Tonsignal-Ein- bzw. Ausgänge

Bild 14 Toleranzschema des Quantisierungs-Störpegelabstands

Anhang 1:

2048 kHz Synchronisations-Interface

10 2048 kHz synchronization interface

10.1 General

The use of this interface is recommended for all applications where it is required to synchronize a digital equipment by an external 2048 kHz synchronization signal.

Overtoltage protection requirement: see Annex B.

10.2 Specifications at the output port (see Table 10/G.703)

TABLE 10/G.703

Frequency	2048 kHz \pm 50 ppm	
Pulse shape	The signal must conform with the mask (Figure 21/G.703) The value V corresponds to the maximum peak value The value V_1 corresponds to the minimum peak value	
Type of pair	Coaxial pair (see Note in § 10.3)	Symmetrical pair (see Note in § 10.3)
Test load impedance	75 ohms resistive	120 ohms resistive
Maximum peak volatge (V_{op})	1.5	1.9
Minimum peak voltage (V_{op})	0.75	1.0
Maximum jitter at an output port	0.05 UI peak-to-peak, measured within the frequency range $f_1 = 20$ Hz to $f_2 = 100$ kHz (Note)	

Note — This value is valid for network timing distribution equipments. Other values may be specified for timing output ports of digital links carrying the network timing.

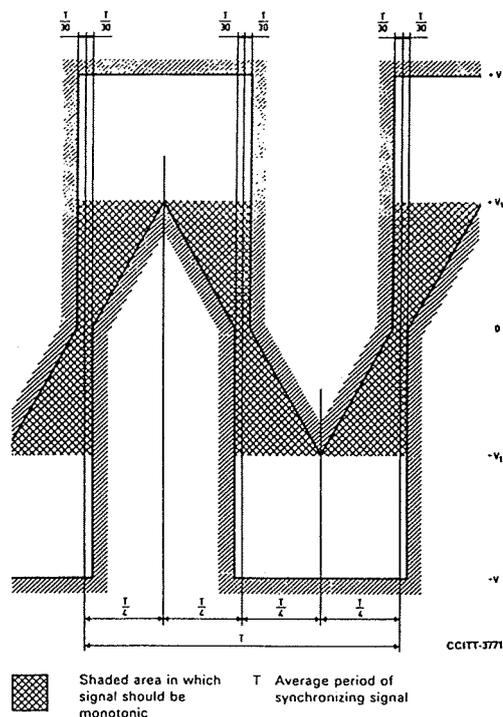


FIGURE 21/G.703
Wave shape at an output port

Anhang 2:

Beschaltung der Steckverbinder 72polig
für 16-bit-parallele Tonsignal-Ein- bzw. Ausgänge

Von der Steckerlötseite gesehen

