



Bereich Friedberg  
Fachbereich E II

## Labor für Telekommunikation

---

# ISDN Layer 1

## ISDN

### Laborversuch Schicht 1 ( Physical Layer )

#### **1 Ziel des Laborversuchs**

Der Laborversuch ISDN 1 behandelt die Bitübertragungsschicht (Rahmenerkennung, Rahmenaufbau, Rahmenlänge usw.) im ISDN Basisanschluß. Dazu werden Messungen am Physical Layer (Bitübertragungsschicht) mit verschiedenen aufgeschalteten Störgrößen durchgeführt. Zur qualitativen Beurteilung dieser Störungen wird eine Sprechverbindung aufgebaut.

#### **2 Grundlagen ISDN**

Die Grundlagen zu ISDN sind dem Anhang zu entnehmen.

#### **3 Grundlagen für den Laborversuch**

##### **3.1 OSI-Referenzmodell, D-Kanal**

Zur Kommunikation einer Endeinrichtung mit einer Vermittlungsstelle im ISDN müssen Steuerinformationen ausgetauscht werden. Diese sogenannte Zeichengabe ist eines der Hauptmerkmale im ISDN. Die Zeichengabe auf der Teilnehmeranschlußleitung zwischen einem Endgerät und der Vermittlungsstelle erfolgt mittels des D-Kanal-Protokolls. Dieses Protokoll umfaßt die Schichten 2 und 3 des OSI-Referenzmodells, welches die Struktur für die logischen Vorgänge in einem Kommunikationsnetz darstellt. Das D-Kanal-Protokoll wird abgebildet auf die physischen D-Bits des Physical Layers.

##### **3.2 Die Schichten des OSI-Referenzmodells für das D-Kanal-Protokoll:**

###### **S<sub>0</sub>- Schnittstelle**

Schicht 1 - Bitübertragungsschicht

Sie dient zur Bitübertragung: Anpassung an die Physik des Übertragungsmediums, Multiplexbildung, Aktivierung und Deaktivierung der physikalischen Verbindung.

Schicht 2 - Sicherungsschicht

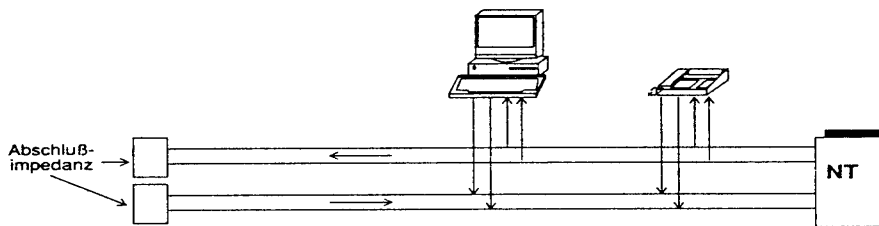
Sie dient zur Übertragungssteuerung und Fehlerüberwachung

Schicht 3 - Vermittlungsschicht

Sie dient zum Auf- und Abbau von Netzverbindungen.

##### **3.3 Der Physikal Layer der S<sub>0</sub>-Schnittstelle**

Die S<sub>0</sub>-Schnittstelle ist die ISDN-Endgeräteschnittstelle, die hinter der Netzabschlußeinrichtung zur Verfügung steht. Im Folgenden wird nur der Physikal Layer der S<sub>0</sub>-Schnittstelle betrachtet, der zur Vereinfachung als S<sub>0</sub>-Bus bezeichnet wird. Der S<sub>0</sub>-Bus ist durch zwei Kupferdoppeladern realisiert, die als Teilnehmerinstallation mit mehreren Kommunikationssteckdosen ausgestattet sind und so den Anschluß der ISDN-Endgeräte ermöglichen. Jede Übertragungsrichtung wird über eine Kupferdoppelader des S<sub>0</sub>-Busses getrennt übertragen (Bild 1).

Bild 1: Der S<sub>0</sub>-Bus

Die Übertragung auf der S<sub>0</sub>-Schnittstelle erfolgt mit einer Bruttobitrate von 192 kbit/s. Als Übertragungscode wird in beiden Richtungen der AMI-Code (ternärer Code) verwendet. Bei diesem Code wird die zu übertragende binäre 1, durch den Signalwert "stromlos", die zu übertragende binäre 0 durch sich abwechselnde positive und negative Impulse dargestellt. (Bild 2). Der AMI-Code hat deshalb keinen Gleichanteil.

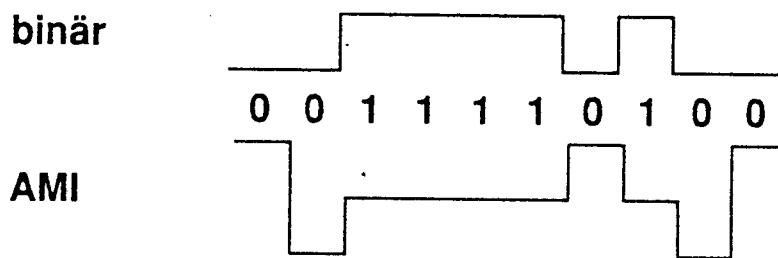


Bild 2: Der AMI-Code

Die Endsysteme und der Netzabschluß werden mittels eines Übertragers an den S<sub>0</sub>-Bus angekoppelt. Die fehlerfreie Übertragung ist nicht mehr gewährleistet, wenn das zu übertragende Signal einen Gleichanteil hat. Des weiteren führt der Gleichanteil zur Erwärmung des Übertragers und damit zur Änderung der elektrischen Werte.

### 3.4 Die Rahmenstruktur auf dem S<sub>0</sub>-Bus

Für beide Übertragungsrichtungen zwischen den Endeinrichtungen (TE) und der Netzabschlußeinheit (NT) eines Basisanschlusses stehen je ein 16-kbit/s-D-Kanal und zwei 64-kbit/s-B-Kanäle zur Verfügung. Die Übertragungen zwischen TE und NT erfolgen im Vollduplexbetrieb mit einer Bitrate von 192 kbit/s pro Richtung. Die dafür verwendeten Multiplexrahmen enthalten jeweils 48 bit und werden in einer bestimmten Zeitdauer übertragen. In einer Sekunde werden 4000 solcher Pulsrahmen (Bild 3) übertragen ( $48 \text{ bit} * 4000/\text{s} = 192 \text{ kbit/s}$ ). Jeweils vier D-Bits der 48 bit eines Pulsrahmens bilden den D-Kanal ( $4 \text{ bit} * 4000/\text{s} = 16 \text{ kbit/s}$ ). In der Übertragungsrichtung NT ® TE sind auch vier E-Bits vorhanden, die einen D-Echokanal bilden. Mit dem D-Echokanal wird der TE-Zugriff zum D-Kanal gesteuert. Vor dem Senden auf dem D-Kanal muß ein TE den Freizustand überprüfen (Dauerbinärwert "1" auf dem D-Echokanal). Bei gleichzeitigem Senden von Informationen von zwei oder mehreren TE ist sichergestellt, daß nur ein TE das Senden zu Ende führen kann. Zu diesem Zweck spiegelt die

NT die von dem TE erhaltenen D-Kanal-Bits (D-Bits) zu den TEs in den D-Echokanal (E-Bits) zurück. Die TEs vergleichen jeweils das gerade im D-Echokanal empfangene Bit mit dem zuletzt ausgesendeten D-Bit (siehe Pfeile im Bild 3). Sind gesendetes und empfangenes Bit gleich, setzt der jeweilige TE das Aussenden fort; erkennt dagegen ein TE eine Ungleichheit (Binärwert "0" statt Binärwert "1"), hört er auf zu senden. Der andere TE sendet weiter. TEs, die das Senden unterbrechen, warten auf die nächste Sendegelegenheit über den D-Kanal.

Zur gleichstromfreien Übertragung der Daten zwischen TE und NT wird der oben beschriebene dreistufige AMI-Leitungscode (Bild 2) verwendet.

Bild 3 zeigt den kompletten Rahmen in beiden Richtungen.

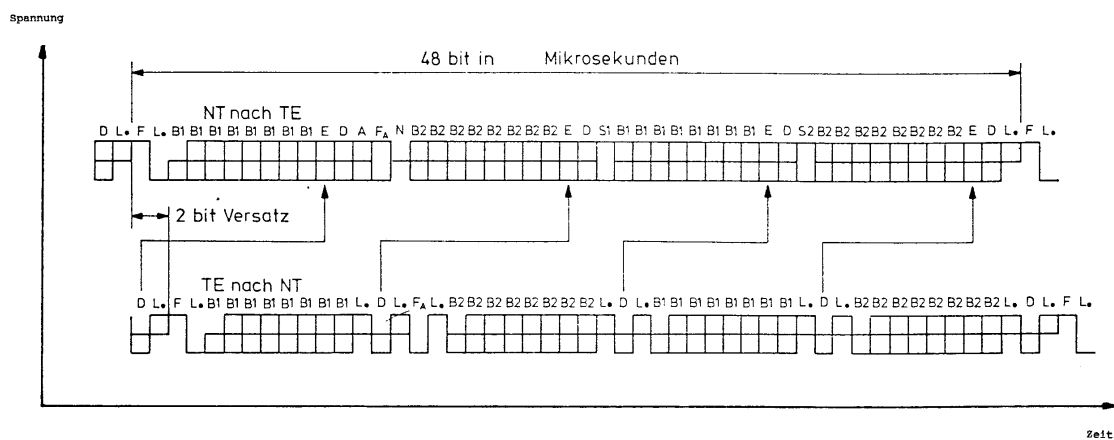


Bild 3: Rahmenstruktur auf dem S<sub>0</sub>-Bus

Die verschiedenen Bits bedeuten im einzelnen:

Rahmen TE ® NT:

				<u>Bitposition</u>	
F	Rahmenbit		1 bit	1	
B1	Kanal B1	2*8 bit =	16 bit	3-10,27-34	
D	Kanal D	4*1 bit =	4 bit	12,25,36,47	F <sub>A</sub>
	zusätzl. Rahmenbit		1 bit	14	
B2	Kanal B2	2*8 bit =	16 bit	16-23,38-45	
L	DC-Ausgleichsbit		10 bit	2,11,13,15,	
			24,26,35,37,	46,48	
			S	48 bit	

Rahmen NT ® TE:

				<u>Bitposition</u>
F	Rahmenbit		1 bit	1
B1	Kanal B1	2*8 bit =	16 bit	3-10,27-34
D	Kanal D	4*1 bit =	4 bit	12,25,36,47
F <sub>A</sub>	zusätzl. Rahmenbit		1 bit	14
B2	Kanal B2	2*8 bit =	16 bit	16-23,38-45
L	DC-Ausgleichsbit		2 bit	2,48
N	N-Bit (binäre "1")		1 bit	15
A	Aktivierbit		1 bit	13

S1	Füllbit (binäre "0")	1 bit	26
S2	Füllbit (binäre "0")	1 bit	37
E	D-Kanal Echobit	4 bit	11,24,35,46
		S	48 bit

F-Bit und F<sub>A</sub>-Bit

Das F-Bit (Rahmenerkennungsbit) ist immer "tenär +1", das F<sub>A</sub>-Bit immer "binär 0". Die F-Bits werden zur Rahmensynchronisation verwendet.

L-Bit

Die L-Bits dienen dem Rahmenausgleich und erreichen, daß Rahmenabschnitte gleichstromfrei werden. Das L-Bit ist "binär 0", wenn die Anzahl der Polaritätswechsel ("binäre 0") nach dem letzten L-Bit ungerade ist. Das L-Bit ist "binär 1", wenn die Anzahl der Polaritätswechsel ("binäre 0") nach dem letzten L-Bit gerade ist. In der Richtung TE ® NT muß jedes B-Kanal-Oktett und jedes Bit der D-Kanäle durch das jeweilige L-Bit gleichstromfrei gemacht werden, weil der B1 und der B2 Kanal von unterschiedlichen, d.h. unabhängigen Geräten genutzt werden können. In der Richtung NT ® TE sind pro Rahmen zwei L-Bits, in der Richtung TE ® NT dagegen 10 L-Bits vorgesehen.

N-Bit

Das N-Bit ist immer "binär 1". Es entspricht der binären Negation zum Hilfsbit F<sub>A</sub> (N = - F<sub>A</sub>).

A-Bit

Das A-Bit zeigt den Aktivierungszustand der S<sub>0</sub>-Schnittstelle an.

D-Bit und E-Bit

Der D-Kanal und das dazugehörige Zugriffsverfahren werden durch die D-Bits und E-Bits realisiert.

S1-Bit und S2-Bit

Sie sind als "binär 0" festgelegt und stehen für zukünftige Anwendungen zur Verfügung.

**3.5 Rahmensynchronisation**

Um die Kommunikation zwischen NT und TE zu gewährleisten, müssen die Empfänger den Rahmenanfang erkennen. Zur Rahmenerkennung dienen zwei beabsichtigte AMI-Code-Verletzungen.

## 1. Coderegelverletzung:

Die Codeverletzung ergibt sich zwischen dem letzten positiven Impuls (binär 0) des alten Rahmens, der spätestens mit dem letzten L-Bit dargestellt wird, und dem immer positiven F-Rahmenbit des neuen Rahmens.

## 2. Codeverletzung:

Aus Sicherheitsgründen findet diese innerhalb der ersten 14 Bit eines Rahmens statt. Die erste "binäre 0", welche dem ersten L-Bit folgt, soll die gleiche Polarität wie dieses L-Bit haben. Zur sicheren und schnellen Rahmensynchronisation ist das Rahmenbit F<sub>A</sub> eingeführt worden. Da F<sub>A</sub>

immer "binär 0" ist, ist sichergestellt, daß die zweite Code-Verletzung innerhalb von 14 bit stattfindet.

### **3.6 Aktivierung der S<sub>0</sub>-Schnittstelle**

Eine Verbindungsaktivierung wird auf jeder Schicht separat durchgeführt und beginnt mit der Aktivierung und Deaktivierung der physikalischen Verbindung. Für die Aktivierungs- und Deaktivierungsprozeduren des Physikal Layers der S<sub>0</sub>-Schnittstelle werden keine Nachrichten ausgetauscht, die Steuersignale werden vielmehr durch bestimmte Zustände der Schnittstellenleitung und bestimmte Zustände bestimmter Bits im S<sub>0</sub>-Rahmen dargestellt. Diese Signalelemente werden als INFO S0 bis INFO S4 bezeichnet, die im Laborversuch ermittelt werden sollen.

## **4 Gerätebeschreibung**

Für den folgenden Laborversuch stehen fünf Geräte zur Verfügung. Dies sind im einzelnen:

1. ISDN Simulator/Analysator TE 931
2. Leitungssimulator ILS-1
3. Bitfehlermeßgerät IBT-1A
4. Logikanalysator
5. Oszilloskop

### **4.1 ISDN Simulator/Analysator TE 931**

Der TE 931 der Firma Tekelec ist ein ISDN Testgerät, mit dem es möglich ist, ein Endgerät (TE) oder einen Netzabschluß (NT) zu simulieren. Im TE-Betrieb simuliert der TE 931 ein Endgerät und erlaubt somit das Überprüfen von Netzen bzw. von ISDN-fähigen Nebenstellenanlagen. Im NT-Betrieb simuliert der TE 931 einen Netzabschluß (einschließlich Vermittlungsstelle) und ist somit in der Lage, Endgeräte zu testen.

In diesem Laborversuch soll der TE 931 einen NT simulieren.

Für Prüfzwecke werden die Daten eines TE über den NT zur Vermittlungsstelle gesendet. Dort werden die ankommenden Daten durch eine Schleifenschaltung zum TE zurückgesendet.

Im Laborversuch wird diese Schleifenschaltung durch einen Kurzschlußstecker an der Geräterückseite des TE 931 realisiert.

### **4.2 Leitungssimulator ILS-1**

Der ILS-1 der Firma Wandel & Goltermann simuliert die für den S<sub>0</sub>-Bus gebräuchlichen Installationsleitungen.

Somit ist es möglich, Endgeräte und Netzabschlüsse der ISDN-Übertragungstechnik vor der Installation realitätsnah zu testen. Es können TE-Lasten, Abschlußwiderstände und Störungen realitätsnah simuliert werden. Verschiedene Buskonfigurationen und verschiedene Leitungslängen können aufgerufen werden. Der eingebaute Störgenerator erzeugt Signalformen wie z.B. Rauschen, Sinussignal oder ein Linienspektrum an frei wählbaren Stellen im Leitungsabschnitt.

### 4.3 IBT-1A

Der Bitfehlertester IBT-1A mißt die Übertragungsqualität von ISDN-Verbindungen. Er wird wie ein Endgerät an den  $S_0$ -Bus angeschlossen. Ein Vorteil des IBT-1A gegenüber anderen Geräten liegt in seiner dualen Funktion. Durch einen einfachen Knopfdruck kann zwischen Fernsprechapparat und Tester gewechselt werden kann. Oft sind vor Beginn der Messungen Absprachen zwischen den Meßstellen über Meßart, Meßzeit usw. erforderlich. Dazu besitzt der IBT-1A die oben beschriebene Umschaltung.

Das Gerät ist für drei Meßarten ausgelegt:

- Bitfehlermessung
- Langzeitfehleranalysen nach G.821
- Messungen im D-Kanal

Im Laborversuch wird der IBT-1A als Fernsprechapparat und als Bitfehlertester eingesetzt.

### 4.4 Logikanalysator und Oszilloskop

Die in diesem Laborversuch auftretenden Signale werden auf dem Bildschirm des Oszilloskop dargestellt. Zur genaueren Signalanalyse wird zusätzlich der Logikanalysator mit zwei aktiven Tastköpfen verwendet.

Der Logikanalysator speichert logische Zustände. Alle an den Eingängen anliegenden Signale müssen zur Speicherung gegenüber einem Schwellwert gemessen werden. Die Signale werden mit einer zuvor im Logikanalysator eingestellten Referenzspannung verglichen, und entsprechend als logisch "0" oder logisch "1"

an den Speicher des Logikanalysators übergeben (Bild 4) und auf dem Bildschirm sichtbar gemacht.

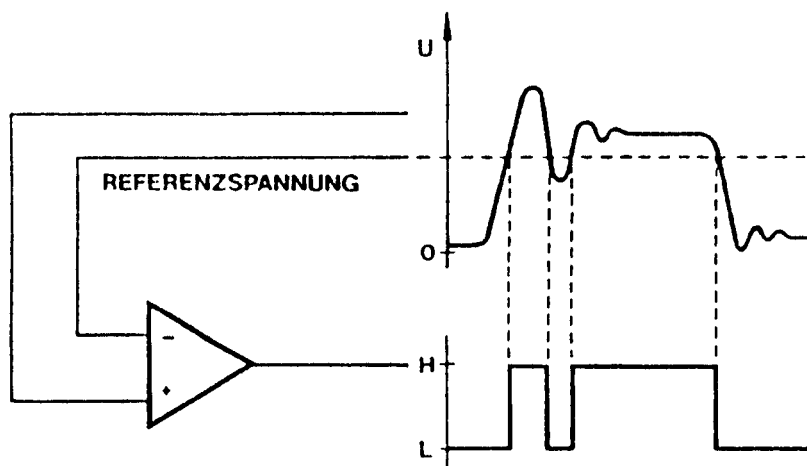


Bild 4: Schwellwertereinstellung

Zusätzlich werden noch zwei symmetrische Meßzusätze verwendet. Da es sich bei dem  $S_0$ -Bus um eine symmetrische Leitungsanordnung handelt, das Oszilloskop aber einen unsymmetrischen Eingang hat, müssen die beiden Systeme aneinander angepaßt werden. Dies geschieht mit Hilfe dieser Meßzusätze.

## 5 Gerätezusammenschaltung

Der IBT-1A wird an die Anschlußbuchse < TE1 > angeschlossen, die sich auf der Geräterückseite des Leitungssimulators befindet. Von der Buchse < NT > aus wird eine Leitung zur < Basic Rate > Buchse des TE 931 geführt. An der nochmals vorhandenen < NT > Buchse des ILS-1 wird der Steckplatz 1 (S1) angeschlossen. An diesem Steckplatz sind die beiden Meßzusätze angebracht, an deren Ende jeweils das Oszilloskop (Kanal 1, Kanal 2) und der Steckplatz 2 (S2) angeschlossen sind. Die beiden aktiven Tastköpfe, an denen der Logikanalysator angeschlossen ist < DATA A >, < DATA B > werden mit den vier Pins des Steckplatzes 2 verbunden.

### WICHTIG:

An den Steckplatz S2 wird entweder der Meßzusatz 1 oder der Meßzusatz 2 angeschlossen, nicht beide auf einmal.

- Wenn nur der Meßzusatz 1 an den Steckplatz S2 angeschlossen wird, dann sind auf dem Oszilloskop zwar weiterhin beide Kanäle nach einer Aktivierung sichtbar, der Logikanalysator bearbeitet aber nur das untere Signal (Kanal 1).
- Wenn nur der Meßzusatz 2 an den Steckplatz S2 angeschlossen wird, dann sind auf dem Oszilloskop zwar weiterhin beide Kanäle nach einer Aktivierung sichtbar, der Logikanalysator bearbeitet aber nur das obere Signal (Kanal 2).

Bild 5 zeigt die Versuchsanordnung



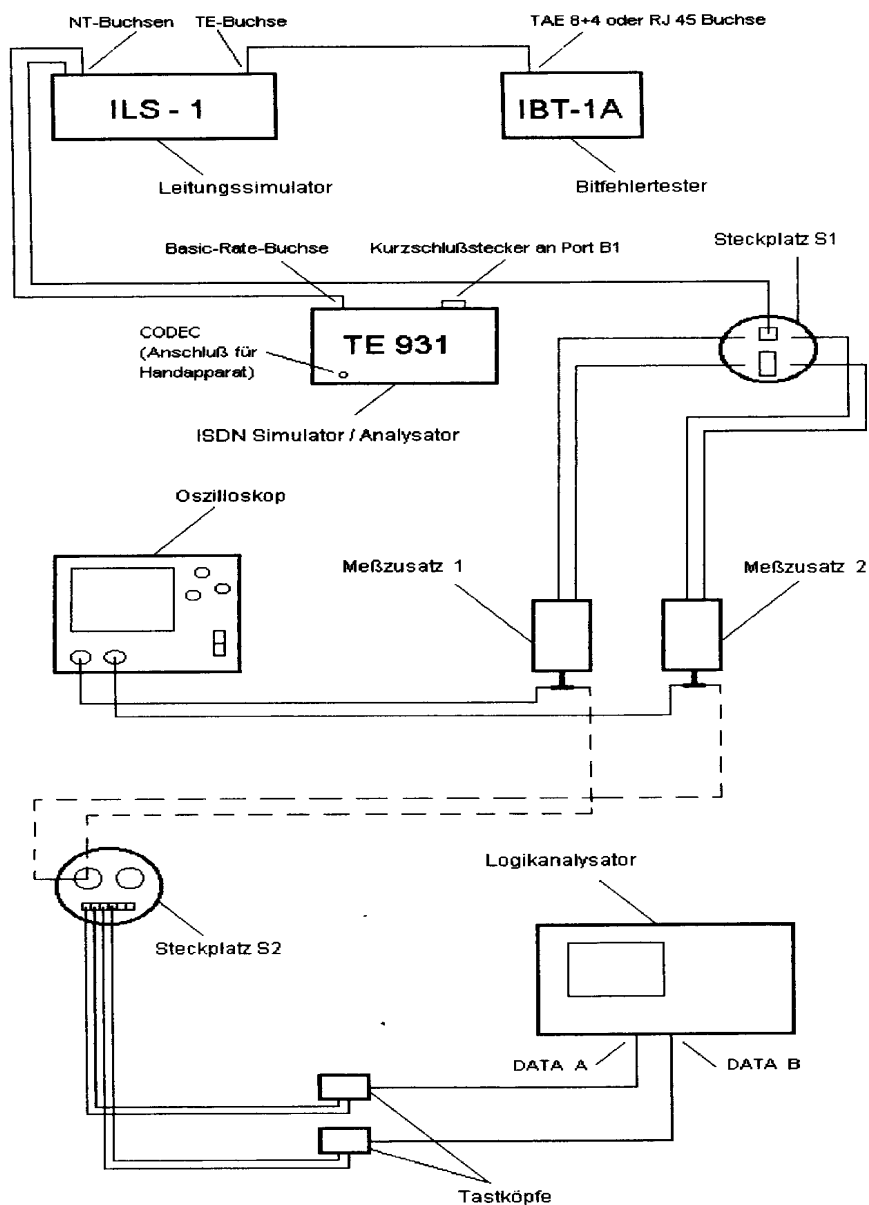


Bild 5: Versuchsanordnung

## 6 Versuche

### 6.1 VERSUCH 1:

Erkennung der Signalelemente bei der Aktivierung der  $S_0$ -Schnittstelle .

Wie bereits unter Punkt 3.6 beschrieben, werden zur Aktivierung der  $S_0$ -Schnittstelle festgeschriebene Signalelemente (INFO  $S_0$  bis  $S_4$ ) verwendet, die von der Gegenseite erkannt werden und durch Reaktionen beantwortet werden müssen.

In diesem Versuch sollen die verschiedenen Signalelemente (INFO) ermittelt und auf dem Oszilloskop (Logikanalysator) ausgewertet werden.

Bild 6 zeigt den prinzipiellen Ablauf der Aktivierungsprozedur.

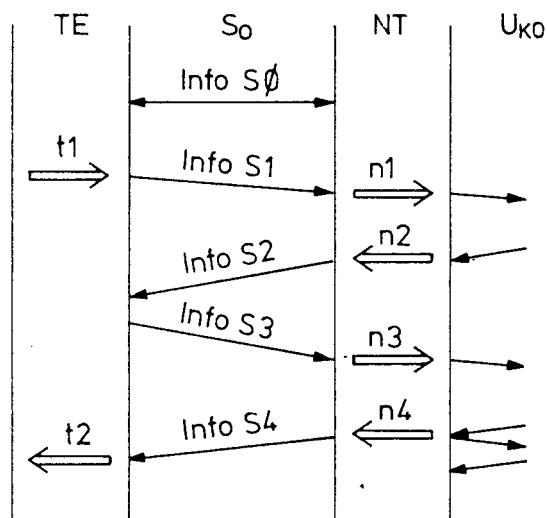


Bild 6: Prinzipieller Ablauf der Aktivierungsprozedur

Die Tabelle 1 soll im Laufe des Laborversuches vervollständigt werden. (Darstellung der Signale bei verschiedenen INFO). INFO S4 ist vorgegeben, da das Signal auf dem Oszilloskop nicht erkennbar ist.

Signal	Darstellung des Signals	gesendet von	Bedeutung
INFO S0		TE oder NT	Ruhezustand
INFO S1		TE	Aktivierungs-anforderung
INFO S2		NT	Aktivierung vorbereitet
INFO S3		TE	Aktiviert
INFO S4		NT	Aktiviert

Tabelle 1: Codierung der INFO S0 bis S4

### 6.1.1 Geräteeinstellung

Nach dem Einschalten aller Geräte werden die Einstellungen am Leitungssimulator, Bitfehlertester, TE 931 und am Logikanalysator vorgenommen.

Leitungssimulator ILS-1 :

Der Leitungssimulator ist mit Hilfe der Positions- ESC- und ENTER- Taste sowie den Funktionstasten F3 und F4 so einzustellen, daß folgende Konfiguration erscheint:

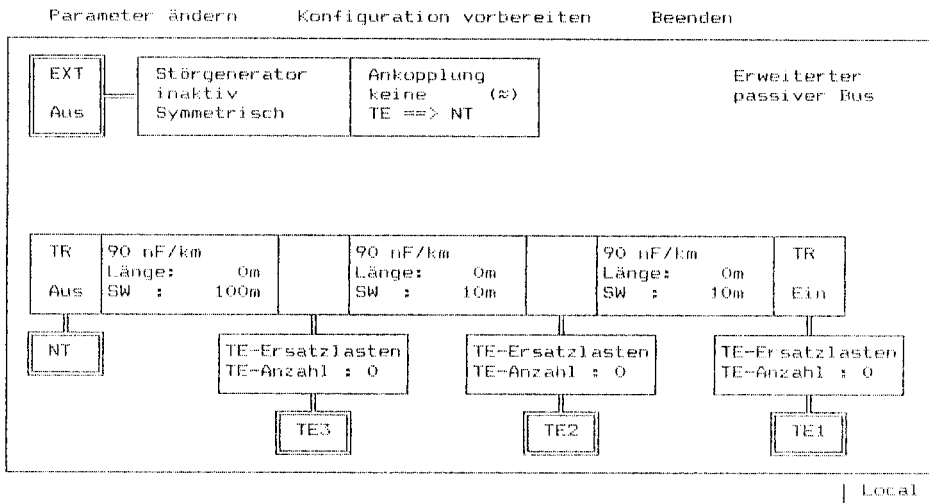


Bild 7: Konfiguration "Erweiterter passiver Bus"

Bitfehlertester IBT-1A :

Nach dem Einschalten ist auf dem Bildschirm des Bitfehlertesters das Hauptmenü zu erkennen.

Die korrekte Einstellung des IBT-1A wird folgendermaßen überprüft:

Durch Betätigen der Funktionstaste < MESS Menü > und anschließend Drücken der < BER >- Taste muß auf dem Bildschirm folgendes Menü erscheinen:

```

TX: Muster           RX: Auswertung
Gesamtzeit einer Messung 00d00h01m00s
Anzahl der Messungen 1
Sendemuster QZF 2E11-1
Setze 16 Bitwort 1010101010101010
Modifikation BER(s)-Schwelle 1.6E-5
Fehlereinfügung AUSAuswertung inkl. Alarmsekunden EIN
Ausdruck bei BER(s) >Schwelle EIN
    
```

Danach wird die < FeAp Menü >- Taste betätigt.

TE 931:

Nach dem Einschalten und dem Ladevorgang erscheint folgendes Menü:

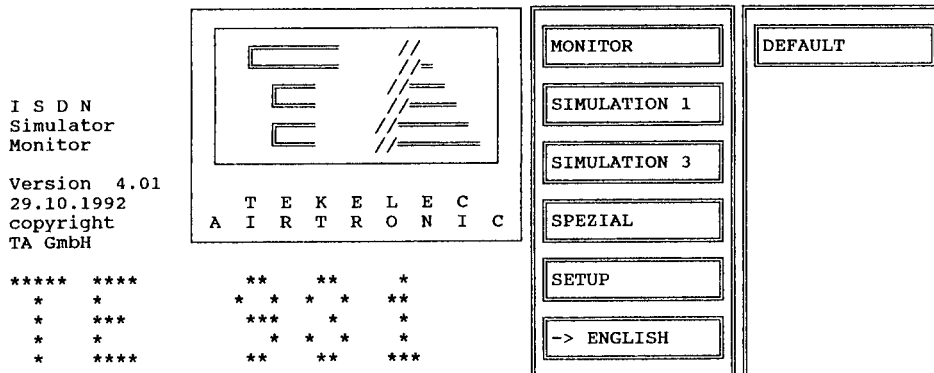


Bild 8: Startmenü des TE 931

Für den Laborversuch müssen die ISDN spezifischen Einstellungen am TE 931 überprüft und gegebenenfalls geändert werden.

Mit Hilfe der Cursorstasten wird der Menüpunkt < SETUP > am TE 931 angesteuert. Danach wird die Enter-Taste (rote Taste) betätigt. Auf dem Bildschirm erscheint das SETUP-Menü. Hier ist der Punkt "ISDN spezifische Einstellungen" anzuwählen, und die Werte sind zu vergleichen.

Nach Schließen des SETUP-Menüs gelangt man wieder ins START-Menü.

```

ISDN Hauptauswahl
Ende          :
Simulation    :          NT
Takt-Quelle   :          NORMAL
Schicht 2    :          128
Schicht 3    :
Akt. Kanäle  :          8
B-Kanal Pegel :          V.11
ISDN Takt    :          INTERN
TE Spannung  :          EIN
TE Spannung  :          PHANTOM
Abschlusswid.:          EIN
RX / TX     :          NORM
TE Spannung  :
ISDN Einschub :          S0
B-Kanalautom. :          AUS

```

Tabelle 2: ISDN spezifische Einstellungen für den Laborversuch

Logikanalysator:

Durch Drücken der < Menu > Taste erscheint auf dem Bildschirm folgendes Formatmenü:

```

ENTRY:- ROLL OR EDIT
FORMAT SPECIFICATION      FILE-2X

MODE      [16BIT] (50MHZ MAX SAMPL)
START     [MAN]

-----
THRESHOLD      V1          V2
POD   A-[V1 ]          C&D-- OFF
POD   B-[V2 ]          TRG&CLK-[V1 ]

-----
SAMPLE  MODE      CLOCK  PERIOD
A&B    [SAM]      [INT]-->< 1US>
C&D    SAMPL

-----
CLK    SLOPE      ---QUALIFIER---
1 PIN 0[+]      1[X] 2[X] 3[X]
2 PIN 4[-]      5[X] 6[X] 7[X]

```

Bild 9: Formatmenü des Logikanalysators

Alle Editier-, bzw. Einstelltasten werden in der ersten Zeile ( ENTRY ) angezeigt.

An diesem Formatmenü werden außer der Einstellung des Threshold-Abschnittes (Schwellwerteeinstellung) keine Änderungen vorgenommen.

Mit den Positionstasten der EDIT-Gruppe des Logikanalysators werden nacheinander V1 und V2 angesteuert und eingestellt. Die Eingabe erfolgt mit den Tasten der ENTRY-Gruppe:

Einstellung von V1

1. < ENTER > Taste drücken
2. < POS > Taste drücken
3. 0,2 V eingeben

Einstellung von V2

1. < ENTER > Taste drücken
2. < NEG > Taste drücken
3. 0,2 V eingeben

Mit der MENUE-Taste das Menue " Trigger Sequence " auswählen.

Level 1 A+ erstes Bit 1 setzen.

Level 1 B+ achtes Bit 1 setzen.

### 6.1.2 Versuchsbeginn

a)

Durch Drücken der < RUFEN > Taste des IBT-1A wird ein Signal gesendet, das im Kanal 1 des Oszilloskops sichtbar wird. Nach 30 bis 35 sec beendet der IBT-1A den Sendevorgang. Danach wird durch Betätigen der < TMG/MAG > Taste im Logikanalysator das Zeitdiagramm aufgerufen.

Während das Signal auf dem Oszilloskop sichtbar ist ( < Wiederholen > Taste am IBT-1A ) wird durch Drücken der roten < RUN/STOP > Taste am Logikanalysator die Aufzeichnung gestartet. Zuvor ist die richtige Anbringung der Meßzusätze an dem Steckplatz S2 zu überprüfen (siehe Kapitel 5).

Durch jedes weitere Drücken der < RUN/STOP > Taste kann das Zeitdiagramm neu aufgezeichnet werden.

Mit Hilfe des Drehknopfes (Cursor) und durch wiederholtes Drücken der <TMG/MAG> Taste (vergrößert die Zeitachse der Darstellung) kann das Signal näher betrachtet werden. Desweiteren bietet das Zeitdiagramm folgende Auskünfte:

CLK: Verwendeter Aufzeichnungstakt (1 ms)

CUR/SET: Abstand Cursor/Setmarker

**1.) Frage :** Um welches Signalelement (INFO) handelt es sich?

**2.) Aufg. :** Ordnen Sie den Bits nach Bild 3 die logischen Pegel "0" und "1" zu. Bestimmen Sie die dazugehörigen Spannungen des AMI-Codes.

b)

Mit Hilfe der Cursortasten wird jetzt der Menüpunkt < SIMULATION 3 > am TE 931 ausgewählt. Danach wird die Enter-Taste (rote Taste) betätigt. Am Oszilloskop werden zwei Signale dargestellt. Es handelt sich hierbei jeweils um Multiplexrahmen auf dem S<sub>0</sub>-Bus ( NT@TE, TE@NT ).

Zeitdiagramm des Logikanalysators starten ( < RUN/STOP > Taste ).

**3.) Frage:** Welche Signalelemente (INFO) werden dargestellt ?

**4.) Aufg.:** Welche Bits sind gesetzt (Bild 3) ?

**5.) Frage:** Welche Signalform kennzeichnet den Rahmenbeginn (1.Code- Regelverletzung)?

**6.) Aufg.:** Nach wieviel ms geschieht die 2.Code-Regelverletzung?

c)

Änderung am Steckplatz S2 vornehmen, um das zweite Signal aufzeichnen zu können (siehe Kapitel 5) !

Zeitdiagramm des Logikanalysators erneut starten.

- 7.) Frage:** Um welches Signalelement (INFO) handelt es sich ?  
**8.) Aufg.:** Welche Bits sind gesetzt ?  
**9.) Frage:** Wie groß ist die Zeitdauer eines Rahmens und die eines Einzelimpulses?

## 6.2 VERSUCH 2:

Bitfehler-Messungen und akustische Wahrnehmung der Übertragungsqualität einer ISDN-Verbindung mit aufgeschalteten Störgrößen.

Die Zusammenschaltung der Geräte erfolgt wie unter Versuch 1.

### 6.2.1 Geräteeinstellung

Bitfehlertester:

Der IBT-1A ist so eingestellt, daß er als Testsequenz eine Quasizufallsfolge verwendet. Die Meßzeit beträgt eine Minute. Es bedeuten:

BER - Bitfehlerhäufigkeit

BEC - Anzahl der Bitfehler

EFS - Fehlerfreie Sekunden

Leitungssimulator:

Die Einstellung des Leitungssimulators wird wie in Bild 10 dargestellt vorgenommen.

Die Auswahl "Ankopplung an NT; TE @ NT" bedeutet, daß den Sendedaten des IBT-1A, kurz vor dem NT, die Störgrößen aufgeschaltet werden.

Um Reflexionen zu vermeiden, werden die Leitungsenden mit Widerständen (TR) abgeschlossen. Der NT-seitige Widerstand bleibt jedoch ausgeschaltet, da dieser bereits im TE 931 (NT-Betrieb) aktiviert wurde (Voreinstellung im TE 931 SETUP-Menü).

Die Leitungslängen 30m und 20m bleiben während des Versuches konstant, nur der erste Leitungsabschnitt wird verändert.

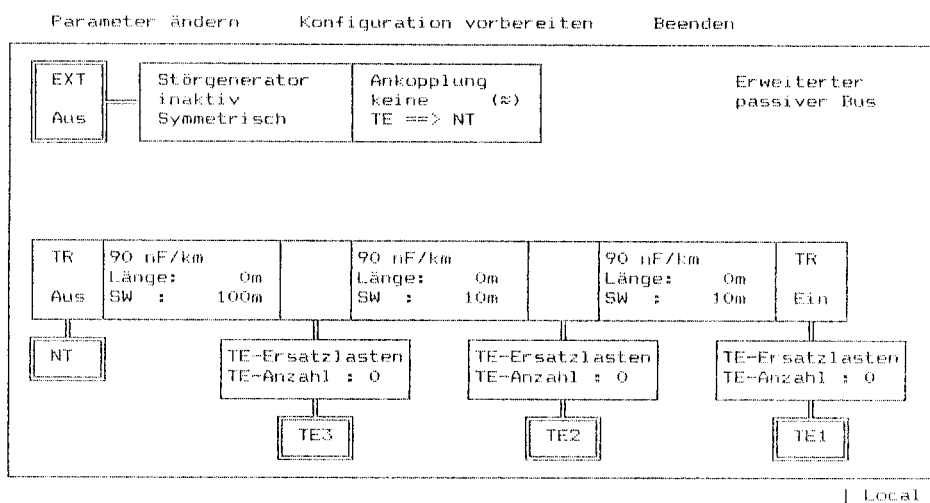


Bild 10: Einstellung des Leitungssimulators

## 6.2.2 Verbindungsaufbau

Vor dem Verbindungsaufbau ist zu Überprüfen, ob der Kurzschlußstecker an der Rückseite des TE 931 angebracht ist (Bild 5).

- < SIMULATION 3 > am TE 931 anwählen
- < ENTER > - Taste betätigen
- < NT SCHNELL > am TE 931 anwählen
- < ENTER > - TASTE betätigen
- < RUFEN > - oder < WIEDERHOLEN > - Taste am IBT-1A drücken
- < 1 >, < C > oder < 2 >, < C > am TE 931 drücken, je nachdem welcher Kanal aktiviert werden soll
- < E > - Taste am TE 931 betätigen
- < B1/B2-Kanal > am TE 931 anwählen
- < ENTER > - Taste betätigen; es wird ein Graphikbildschirm aufgeblättert, der die möglichen B-Kanal-Schaltungen veranschaulicht
- < 1 >, < ENTER > am TE 931 drücken; Pfad 1 wird durchgeschaltet
- < 0 >, < ENTER > am TE 931 drücken; die Verbindung ist aufgebaut.

Kontrolle:

LED's L1, L2, und L3 am TE 931 und am IBT-1A müssen leuchten

## 6.2.2 Start einer Messung

Eine Messung beginnt nach dem Drücken der < START MESSEN > - Taste. Danach muß die < DRUCK STOP > - Taste betätigt werden, da der Drucker sonst über die komplette Meßzeit ununterbrochen druckt.

Am Leitungssimulator werden jetzt nacheinander verschiedene Leitungslängen und verschiedene Störgrößen eingestellt. Nach jeder Einstellung wird eine Messung durchgeführt.

Die Ergebnisse der einzelnen Messungen ( Bitfehlerhäufigkeit - BER ) werden am IBT-1A abgelesen und in Tabelle 3 eingetragen.

Die Messungen sollen über 650 m, 750 m, 850 m und 950 m durchgeführt werden. In der Tabelle ist auch die Qualität der Verbindung stichwortartig festzuhalten.

Folgende Störgrößen werden verwendet:

- a) Sinus; 200 KHz, 200 mV<sub>ss</sub>
- b) Weißes Rauschen; 50 mV
- c) Rauschburst; U<sub>high</sub>: 50 mV, U<sub>low</sub>: 30 mV  
t<sub>burst</sub>: 2500 ms, t<sub>free</sub>: 1000 ms  
t<sub>high</sub>: 15 ms, t<sub>low</sub>: 85 ms

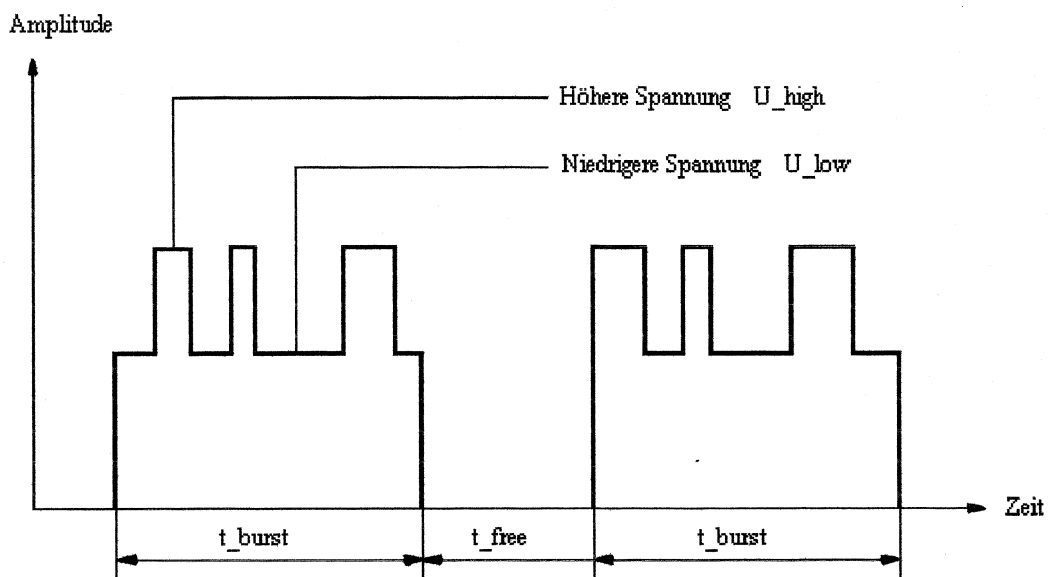


Bild 11: Rauschburst

Um nach jeder Messung die entsprechende Störung an einer Sprechverbindung akustisch erfassen zu können, müssen folgende Umschaltungen am Bitfehlertester und TE 931 vorgenommen werden:

- Handapparat an TE 931 anschließen (Codec)
- < FeAp Menü > - Taste drücken; Menüwechsel
- < TESTER/FeAp > - Taste betätigen; Umschaltung von Betriebsart Tester auf Fernsprechapparat.
- < NT SCHNELL > am TE 931 anwählen und aktivieren

Die Sprechverbindung zwischen dem TE 931 und dem IBT-1A ist aufgebaut. Die Störung ist am Handapparat des TE 931 zu hören.

Um eine neue Messung zu starten werden folgende Schritte durchgeführt:

- < E > - Taste am TE 931 drücken
- < B1/B2-Kanal > - Taste anwählen
- < ENTER > - Taste betätigen
- < 1 >, < ENTER > drücken
- < 0 >, < ENTER > drücken
- < START MESSEN > - Taste am IBT-1A betätigen



Leitungslänge ® Art der Störung -	650 m	750 m	850 m	950 m
Sinus				
Weißes Rauschen				
Rauschburst				

Tabelle 3: Ergebnisse der Messungen

## Anhang

### Das Konzept des ISDN

Die Abkürzung ISDN steht für "Integrated Services Digital Network". Im Gegensatz zum bisher gebräuchlichen analogen Übertragungssystem erfolgt hier die Übertragung digital von Endeinrichtung zu Endeinrichtung. Im Zuge der Digitalisierung wurden zunächst die Verbindungen zwischen den Vermittlungsstellen modernisiert, der Teilnehmerbereich blieb analog. Mit dem digitalen Teilnehmeranschluß stehen heute eine Vielzahl von Diensten zur Verfügung. So können z.B. an einem Anschluß zwei Geräte gleichzeitig betrieben werden, wofür im analogen System zwei Amtsanschlüsse und zwei getrennte Rufnummern erforderlich sind. Weiterhin können an einem ISDN-Anschluß bis zu acht Endgeräte angeschlossen werden, wobei es unerheblich ist, welches Gerät an welcher Anschlußdose betrieben wird. Die Auswahl bzw. Kennzeichnung der Endgeräte geschieht beim Anstecken an die Anschlußdose. Analoge Teilnehmerendeinrichtungen werden über einen Terminaladapter ( TA ) angeschlossen. Die analog genutzten Kabel können problemlos weiterhin genutzt werden, da die vier benötigten Adern auch bisher verlegt wurden.

### Teilnehmerinstallation

Im Gegensatz zum analogen Telefonsystem wird im ISDN-System eine Leitung zur Übertragung mehrerer logischer Kanäle benutzt, Signalisierungs- und Nutzdaten werden in getrennten Kanälen übertragen. Das ISDN-System verwendet zur Trennung der logischen Kanäle einen Zeitmultiplexrahmen. Der Rahmenaufbau entspricht einer PCM vergleich-baren Struktur. Die logischen Kanäle werden auf die physikalischen Kanäle eines Zeitmultiplexrahmens abgebildet und über eine real existierende Kupferleitung geführt. Im ISDN-System werden zwei Anschlußmöglichkeiten angeboten: Der Basisanschluß (So) für den " Hausgebrauch " und der Primärmultiplexanschluß ( S<sub>2M</sub> ) für den erweiterten Kommunikationsbedarf, z.B. für Firmen mit Nebenstellenanlagen. Der So-Bus beinhaltet zwei Nutzkanäle ( B-Kanäle ) mit je 64 kBit/s, einen Signalisierungskanal ( D-Kanal ) mit 16 kBit/s und weitere Kanäle zur Überwachung und Synchronisierung mit 48 kBit/s. Je Richtung werden zwei Adern verwendet, d.h. Hin- und Rückrichtung werden getrennt übertragen.

Die S<sub>2M</sub>-Schnittstelle verfügt über 30 B-Kanäle, der D-Kanal hat eine Übertragungsrate von 64 kBit/s und die weiteren Kanäle sind identisch mit denen des So-Busses. Somit ergibt sich für den Basisanschluß eine Bruttobitrate von 192 kBit/s und für den Primärmultiplexanschluß eine Bruttobitrate von 2,048 kBit/s.

### **Die So-Schnittstelle**

Die zweiadrige Anschlußleitung von der Vermittlungsstelle ( U<sub>KO</sub> ) wird mittels eines Netzabschlusses ( Network Terminator ( NT ) ) in den vieradrigen So-Bus umgesetzt. Der So-Bus wird von der Vermittlungsstelle her als Anlagen- oder Mehrgeräteanschluß ausgeführt. Der NT übernimmt in der Ausführung " Mehrgeräteanschluß " die Stromversorgung der angeschalteten Endgeräte ( Terminal Endpoint ( TE ) ). Aus Gründen der Leistungsdimensionierung können nur vier TEs vom NT versorgt werden, obwohl acht TEs gleichzeitig am So-Bus angeschlossen sein dürfen. Der So-Bus muß an den Leitungsenden mit einem Wellenwiderstand von 100 Ohm abgeschlossen werden, da ansonsten Reflexionen auftreten können. Im NT sind die Abschlußwiderstände vorhanden. In Endgeräten ist keine Terminierung vorgesehen.

Die Teilnehmerinstallationen haben je nach Form der Installation eine eigene Bezeichnung: Die Punkt-zu-Punkt-Verbindung dient zum Anschluß nur eines TEs an den So-Bus, beim passiven Bus ist der Anschluß mehrerer TEs bis 200m Entfernung vom NT möglich. In der Option " erweiterter passiver Bus " können Entfernungen bis 500m realisiert werden, wobei zu beachten ist, daß die TEs nicht über die komplette Länge des Busses verteilt werden können, sondern nur in einem Entfernungsrahmen von ca. 150m.