

# Analoge Teilnehmerschnittstelle

## KURZFASSUNG

24 Seiten

## INHALT

<b>1</b>	<b>Übersicht.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Teilnehmerschnittstelle .....</b>	<b>3</b>
2.1	Einsatzmöglichkeiten und Aufgaben .....	3
2.1.1	Lokale Teilnehmerschnittstelle .....	3
2.1.2	Abgesetzte Teilnehmerschnittstelle .....	4
2.1.3	Aufgaben .....	4
2.2	Funktion und Steuerung.....	6
2.2.1	Teilnehmerschaltung erster Generation.....	6
2.2.2	Teilnehmerschaltung zweiter Generation .....	7
2.3	Zeichengabe / Signalisierung.....	8
2.3.1	Gleichstromzeichengabe (Impulswahl IW).....	8
2.3.2	Mehrfrequenzzeichengabe (MFV) .....	9
2.3.3	FSK-Signalisierung (Frequency Shift Keying Signalling) .....	10
2.4	Betriebszustände .....	11
<b>3</b>	<b>Fernsprechapparat.....</b>	<b>15</b>
3.1	Allgemeines .....	15
3.1.1	Stromlaufplan.....	15
3.1.2	Schallumwandlung.....	17
3.2	Apparatevarianten.....	18
3.2.1	Standardapparat .....	18
3.2.2	Komfortapparat .....	19
3.2.3	Schnurlostelefone .....	20
3.3	Anschlusstechnik .....	20
<b>4</b>	<b>Kontrollfragen .....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Bilder und Tabellen.....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>24</b>

**1 Übersicht**

Sowohl in der analogen als auch in der digitalen Vermittlungstechnik bestehen die grundlegenden Aufgaben einer Teilnehmerschnittstelle in der Anpassung der Leitungsbedingungen zwischen Teilnehmer-Anschlussleitung TAL und Koppelnetz, so wie dem Informationsaustausch – Signalisierung – zwischen dem Teilnehmerendgerät und der Vermittlungsstelle. Auch im ISDN<sup>1</sup> erfüllt eine Teilnehmerschnittstelle diese Aufgaben. Bei ISDN können jedoch nicht nur ISDN-fähige Endgeräte, sondern auch analoge Telefonapparate an die Vermittlungsstelle angeschlossen werden. Der Anschluss der Endgeräte an die ISDN-Vermittlungsstelle erfolgt sowohl bei analogen als auch bei digitalen Endgeräten über eine zweiadrige, sog. symmetrische Teilnehmer-Anschlussleitung an unterschiedlich aufgebauten Teilnehmerschnittstellen. Die Teilnehmerschnittstellen sind technisch so ausgelegt, dass die Leitungslänge ca. 6 – 8 km betragen kann, was einem Schleifenwiderstand von 1000 – 1500  $\Omega$  entspricht. Bei digitalen VStn und bei ISDN werden die analogen Telefonapparate an eine Teilnehmerschnittstelle TIF angeschlossen, deren wichtigste Funktionen an Hand des „Merkwortes“ BORSCHT aufgezählt werden können; bei ISDN-Apparaten erfolgt die A/D Umwandlung bereits in den Endgeräten und die Signalisierung zwischen Endgerät und Vermittlungsstelle über einen Datenkanal mit einer Geschwindigkeit von 16 kbit/s.

Die analogen Endgeräte, welche es in den verschiedensten Ausführung, z.B. mit Impulswahl oder Tastwahl, als Standardgeräte, Komfort- und Schnurlosgeräte gibt, werden über eine Steckdose an die Teilnehmer-Anschlussleitung angeschaltet. In Österreich werden dafür in der Regel die TDO-Steckdose der Telekom-Austria verwendet, manchmal aber auch Steckdosen für den Westernstecker RJ 45.

Die allgemein gültigen Aufgaben analoger Teilnehmerschnittstellen sind in der Praxis natürlich systemspezifisch gelöst; die Beschreibung der Funktionsabläufe orientieren sich in dieser Kurzfassung am System OES-E<sup>2</sup>, einem der beiden in Österreich eingesetzten ISDN-Systeme.

**Schlüsselwörter**

BORSCHT-Funktionen, Gleichstromzeichengabe, Mehrfrequenzzeichengabe, HW- und SW-Zustände, Fernsprechapparat, Steckdosenanschluss

---

<sup>1</sup> In Österreich gibt es seit Ende 1999 ein flächendeckendes ISDN-Netz, welches sowohl analoge Fernsprechanlüsse, sog. OES-Anschlüsse, als auch ISDN-Anschlüsse in Form von Basis- und Primäran schlüssen zur Verfügung stellt.

<sup>2</sup> Das System OES-E der Fa. AOSA-Telekom basiert auf dem System EWSD der Fa. Siemens AG.

2 Teilnehmerschnittstelle

2.1 Einsatzmöglichkeiten und Aufgaben

An das analoge Teilnehmerinterface werden entweder Einzelanschlüsse oder Nebenstellenanlagen angeschaltet.

- (1) Bei Einzelanschlüssen erfolgt der Leitungsabschluss in der Wohnung des Teilnehmers durch eine Steckdose, an welche die Endgeräte durch den Teilnehmer selbst angesteckt werden können. Solche Endgeräte können Telefon, Fax, Modem usw., aber auch eine Heimplananlage mit Hereinwahl und max. zwei Anschlüssen an die Vermittlungsstelle sein.
- Nebenstellenanlagen werden direkt mit der Teilnehmer-Anschlussleitung TAL verbunden; die Anschaltung von Nebenstellenanlagen erfolgt durch Fachpersonal.

Man kann grundsätzlich zwischen zwei Ausführungsformen unterscheiden:

- Lokale Teilnehmerschnittstelle und
- Abgesetzte Teilnehmerschnittstelle

2.1.1 Lokale Teilnehmerschnittstelle

sie befindet sich in der Vermittlungsstelle selbst und besteht aus

- mehreren Teilnehmerschaltungen zum Anschluss der analogen Endgeräte
- einer kombinierten Konzentrations- und Expansionsstufe zur Anschaltung der Endgeräte an das digitale Koppelnetz der Vermittlungsstelle
- Tongenerator für Wählton, Besetztton, etc. und Rufstromgenerator zur Signalisierung eines kommenden Gesprächs
- Einem TIF-Rechner zur Bearbeitung der Teilnehmeraktivitäten der ihm zugeordneten Teilnehmerschaltungen

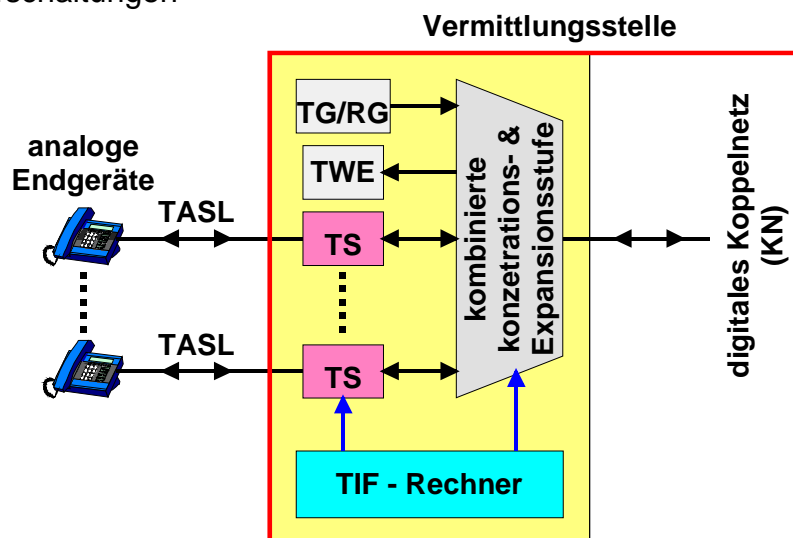


Bild 1 Komponenten einer lokalen, analogen Teilnehmerschnittstelle

### 2.1.2 Abgesetzte Teilnehmerschnittstelle

sie ist über eine PCM-Verbindungsleitung an die Vermittlungsstelle angeschlossen– z.B. zum Ersatz kleiner Ortsvermittlungsstellen) und besteht aus:

- den gleichen Einrichtungen wie die lokale Teilnehmerschnittstelle und
- einer PCM-30-Leitungsschnittstelle mit gleicher Hardware wie eine Netzschnittstelle (NIF) aber wegen der unterschiedlichen Teilnehmersignalisierung veränderten Software

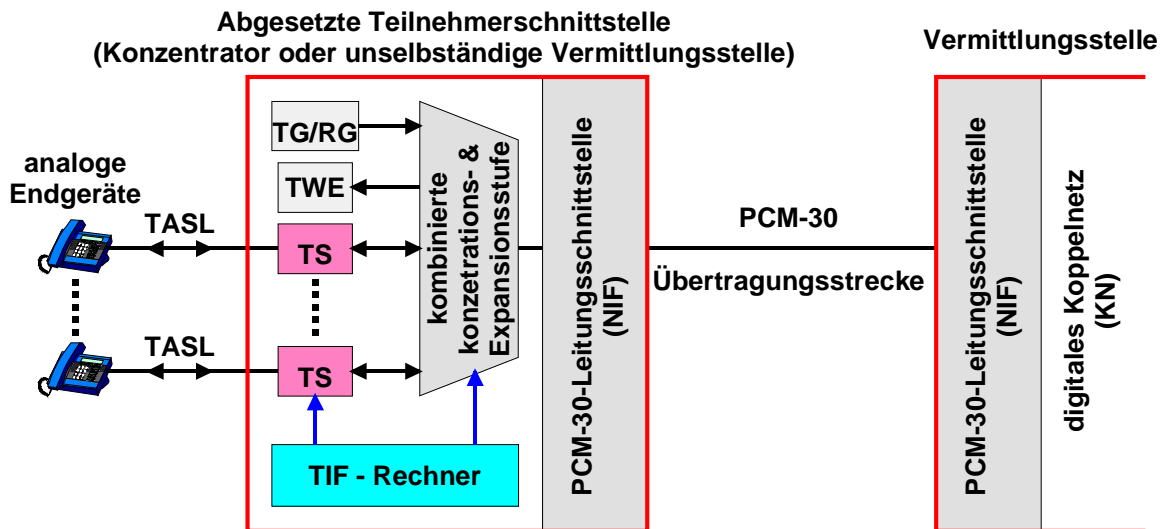


Bild 2 Komponenten einer abgesetzten, analogen Teilnehmerschnittstelle

### 2.1.3 Aufgaben

Sowohl in der analogen als auch in der digitalen Vermittlungstechnik bestehen die grundlegenden Aufgaben einer Teilnehmerschnittstelle in der Anpassung der Leitungsbedingungen zwischen Teilnehmer-Anschlussleitung TAL und Koppelnetz, so wie dem Informationsaustausch – Signalisierung – zwischen dem Teilnehmerendgerät und der Vermittlungsstelle.

**(2)** In dieser Funktion muss die Teilnehmerschnittstelle folgende Aufgaben durchführen:

- Versorgen der Teilnehmer mit einer Gleichspannung von 60 V (Teilnehmerspeisung)
- Erkennen des Verbindungswunsches eines Teilnehmers
- Verständigung des A-Teilnehmers dass ein freier Weg in das Nachrichtennetz verfügbar ist durch Anschalten des Wähltons
- Erkennen der vom A-Teilnehmer ausgesendeten Wahlinformation (Wahlscheibenimpulse oder Tastwahlsignale)
- Verständigung des B-Teilnehmers von einem kommenden Gespräch durch Anschalten der Rufwechselspannung
- Erkennen des Verbindungsendes

Bei Einsatz in der digitalen Vermittlungstechnik muss die Teilnehmerschnittstelle zusätzliche Aufgaben erfüllen, obwohl der Anschluss der Teilnehmerendgeräte (Telefon, Fax, Modem usw.) wie in der analogen Technik über eine zweidrähtige symmetrische Kupferleitung, die sog. Teilnehmer-Anschlussleitung TASL erfolgt.

(3) Neben den oben angeführten Punkten sind daher in digitalen Vermittlungsstellen noch folgende weitere Aufgaben zu erfüllen:

- Aufteilen des über die Teilnehmer-Anschlussleitung hereinkommenden doppelt gerichteten analogen Signals in ein Vorwärts- und ein Rückwärtssignal, d.h. in zwei getrennte Nachrichtenwege und umgekehrt.
- Umsetzen des analogen Sprachsignals in ein Digitalsignal und umgekehrt.
- Schutz der Bauelemente in den Teilnehmerschaltungen gegen Spannungsspitzen, z.B.: durch Blitzschlag, sog. Überspannungsschutz
- Anschaltungsmöglichkeit für eine Prüfeinrichtung zur Prüfung von Teilnehmer-Anschlussleitung, Teilnehmerendgerät und Teilnehmerschaltung.

### BORSCHT-Funktionen

(4) Von den eben erwähnten Aufgaben können die wichtigsten Funktionen abgeleitet werden, die von einer analogen Teilnehmerschnittstelle in einer digitalen Vermittlungsstelle zu erfüllen sind und durch das Kunstwort BORSCHT wie folgt dargestellt werden:

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ▪ <b>BATTERY</b>                | Speisung                          |
| ▪ <b>OVERVOLTAGE PROTECTION</b> | Überspannungsschutz               |
| ▪ <b>RINGING</b>                | Ruf                               |
| ▪ <b>SIGNALLING</b>             | Weitergabe der Schleifenerkennung |
| ▪ <b>CODING</b>                 | A/D-Umsetzung                     |
| ▪ <b>HYBRID</b>                 | 2/4-Drahtumsetzung                |
| ▪ <b>TESTING</b>                | Prüfgeräteanschaltung             |

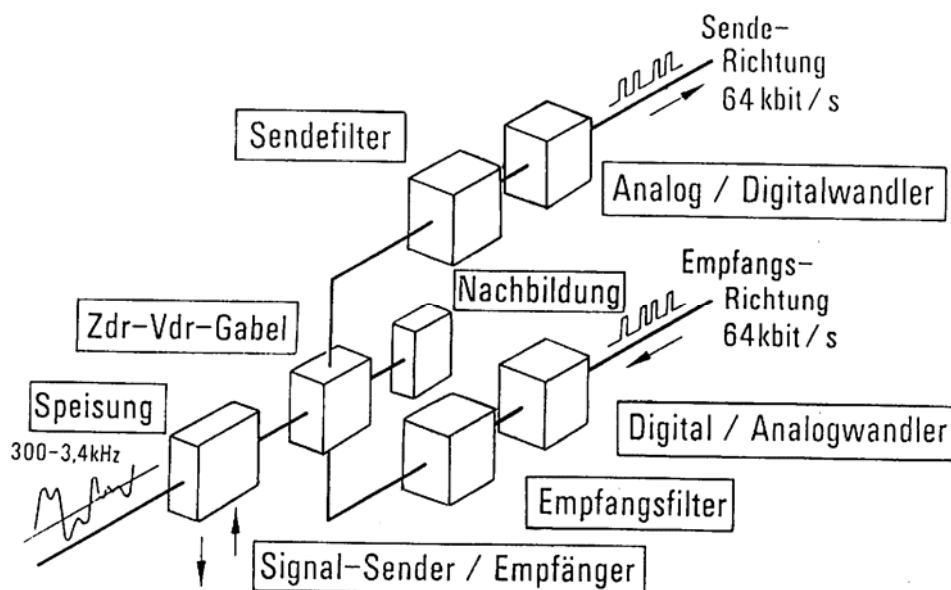


Bild 3 prinzipielle Darstellung der BORSCHT-Funktionen

### Zusatzfunktionen

(5) Als Zusatzfunktionen können folgende Aufgaben der analogen Teilnehmerinterfaces angesehen werden:

- Weitergabe von Gebührenimpulsen zu einem teilnehmereigenen Gebührenzähler. In Österreich werden die Gebührenimpulse symmetrisch mit einer Frequenz von 12 kHz übertragen. In Deutschland werden dafür 16 kHz verwendet.
- Weitergabe von Wahlimpulsen zu Nebenstellenanlagen zur Teilnehmerdurchwahl. Bei älteren Nebenstellenanlagen werden dafür Minusimpulse auf der b-Ader verwendet. bei modernen Anlagen 12 kHz-Impulspakete im Impulswahlrhythmus.

- Weitergabe der Rufnummer des anrufenden Teilnehmers zum Endgerät des Gerufenen (CLIP = Calling Line Identification Presentation)
- Weitergabe der Rufnummer des anklopfenden Teilnehmers zum Endgerät des Gerufenen (CWND = Call Waiting Number Display)

2.2 Funktion und Steuerung

2.2.1 Teilnehmerschaltung erster Generation

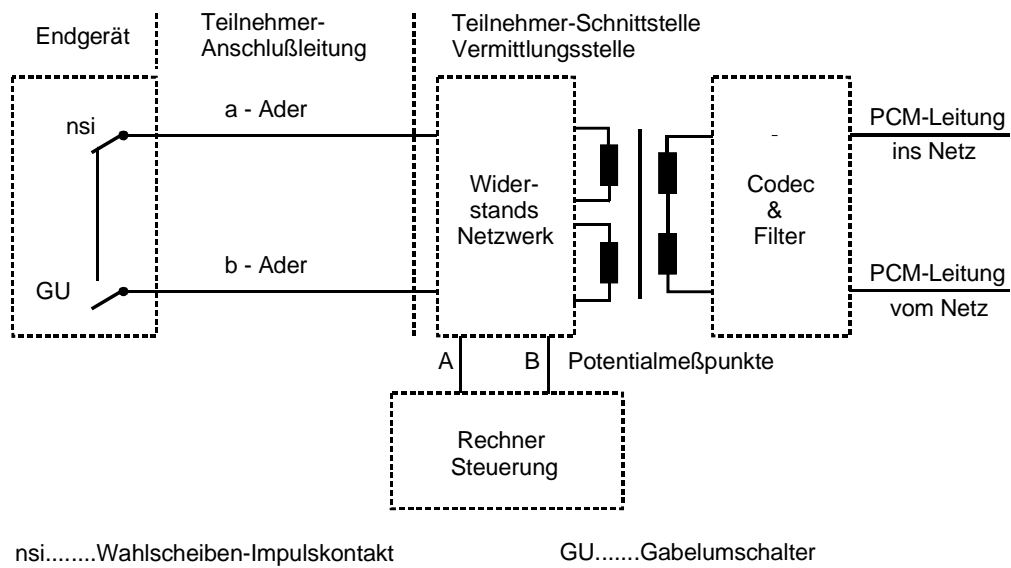


Bild 4 Blockdiagramm einer Teilnehmerschaltung

(6a) Die Teilnehmerschaltungen der ersten Generation sind in der Regel ohne kundenspezifische Bausteine aufgebaut, Speisung und Erkennung des Verbindungswunsches oder Verbindungsendes erfolgt über ein Widerstandsnetzwerk.

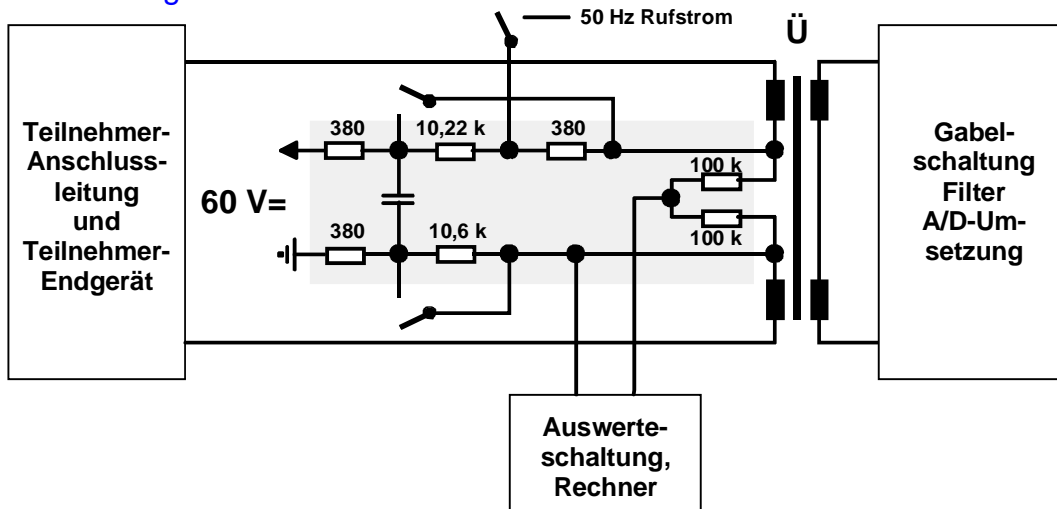


Bild 5 Prinzip des Widerstandsnetzwerkes

(6b) Die Einspeisung der Versorgungsspannung erfolgt symmetrisch am Mittelpunkt des Gabelübertragers über zwei sich ständig im Speisekreis befindende niederohmige Widerstände,

welche im inaktiven Zustand durch zwei hochohmige Widerstände ergänzt werden, die mit Relaiskontakten überbrückt werden können.

Über einen weiteren Schutzwiderstand wird die Rufspannung eingespeist.

Eine Gabelschaltung setzt die Zweidraht-Leitung vom Teilnehmer auf eine Vierdraht-Leitung zum Filter um. Der Übertrager bewirkt die gleichstrommäßige Abriegelung der Teilnehmerleitung in Richtung Koppelfeld und die Ankopplung der Sprechwechselspannung aus der Teilnehmerleitung. Auf der Vierdraht-Seite des Übertragers ist ein Schutz gegen eingekoppelte Überspannung angeordnet.

Das Filter ist ein Bandpass, der das analoge Sprachsignal auf das Frequenzband zwischen 300 Hz und 3400 Hz begrenzt und den Einfluss der Abtastfrequenz von 8 kHz unterdrückt. Das aktive Filter verstärkt die analogen Sprachsignale innerhalb der vorgegebenen Bandbreite und bewirkt eine Anpassung der Ein- und Ausgangspegel auf der Teilnehmerseite des Codec.

Der Codec enthält Anordnungen zum Codieren, bzw. Decodieren gemäß ITU-T-Empfehlung. Die Abtastfrequenz beträgt 8 kHz.

Der Analog/Digital-Umsetzer setzt die über Gabelschaltung und Filter vom A-Teilnehmer kommenden analogen Sprachsignale in digitale Signale um. Die digitalisierten Sprachsignale werden über die gehende PCM-Leitung vom Codec zum Koppelnetz übertragen.

Der Digital/Analog-Umsetzer setzt die digitalisierten Sprachsignale des B-Teilnehmers in analoge Sprachsignale um, die über Filter und Gabelschaltung zum A-Teilnehmer gesendet werden. Die vom B-Teilnehmer kommenden digitalen Sprachsignale werden über die kommende PCM-Leitung vom Koppelnetz zum Codec übertragen.

## 2.2.2 Teilnehmerschaltung zweiter Generation

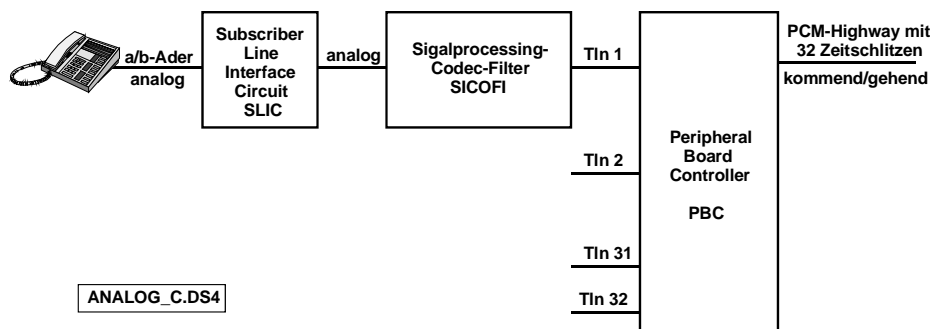


Bild 6 Teilnehmerschaltung der zweiten Generation

(7) Der Subscriber Line Interface Circuit SLIC übernimmt die Aufgabe der

- Fernspeisung, der
- Rufeinspeisung, der
- Signalisierung, der
- Testfunktion und des
- Überspannungsschutzes.

(8) Der Signalling-Codec-Filter-Baustein SICOFI übernimmt die Codierung der analogen Signale in PCM-Daten und die Decodierung von PCM-Daten in analoge Signale. Für die Digitalisierung der Sprache besitzt der SICOFI einen Bandbegrenzungs-Tiefpassfilter um Rückfaltungseffekte zu verhindern. Durch programmierbare Filter erfüllt der SICOFI weitere Funktionen:

- Realisierung der elektronischen Gabel
- Linearisierung des Frequenzganges in Sende- und Empfangseinrichtung
- Verstärkereinstellung in Sende- und Empfangseinrichtung

Hauptaufgabe des Printed-Board-Controllers PBC ist die freiprogrammierbare Zeitschlitzzuweisung der bis zu 32 PCM-Eingangskanäle auf den ausgangsseitigen PCM-Highway zum Koppelnetz.

## 2.3 Zeichengabe / Signalisierung

Von der Einführung des Fernsprech-Selbstwählverkehrs im Ortsbereich - 1910 in Graz - hat sich die Zeichengabe zwischen den Teilnehmern (TIn) und der Ortsvermittlungsstelle (OVSt) bis zur Einführung des ISDN – 1992 - im Prinzip nicht verändert, da im wesentlichen nur drei Kriterien zu übertragen sind, nämlich

- Belegen (Verbindungswunsch),
- Wählen (Ziffern der gewünschten Rufnummer) und
- Auslösen (Beenden der Verbindung)

Heute werden in analogen Fernsprechapparaten zwei Wahlverfahren eingesetzt:

- Impulswahl (sinkender Anteil) und
- Mehrfrequenzwahl (steigender Anteil)

Die Zeichengabe erfolgt leitungsgebunden in Form von Leitungszeichen und Frequenzen im Sprachband.

Zum Beispiel: Schleife offen/Schleife geschlossen (Impulswahl)  
MFV-Töne zur Übertragung der Wahlinformation (Tastwahl)  
12-kHz-Töne zur Übertragung von Durchwahlimpulsen  
12-kHz-Töne zur Übertragung von Gebührenimpulsen  
Rufstrom zum Rufen des B-Teilnehmers  
Minusimpulse auf der b-Ader zur Übertragung von Durchwahlimpulsen

Im ISDN der Telekom Austria ist es möglich, dass auch bei analogen Teilnehmeranschlüssen die Rufnummer des Anrufenden angezeigt werden kann. Dafür wird ein FSK-Verfahren (Frequency Shift Keying basierend auf ITU/CCITT V.23, 1200Bd, Frequenzumtastung 1300/2100 Hz  $\pm$ 1,5%, Pegel - 8 - 36dBV entspr. 398..15,8mVeff. bzw. 1,12Vss..44mVss) verwendet.

### 2.3.1 Gleichstromzeichengabe (Impulswahl IW)

Da der TIn mit der OVSt über die zweiadrige Teilnehmer-Anschlussleitung (TAL) galvanisch verbunden ist, wird zur Signalisierung der ohnehin für das Mikrofon des Telefonapparates notwendige Speisestrom zur Zeichengabe mit verwendet. Das Abheben des Handapparates schließt die Stromschleife im Fernsprechapparat und wird in der OVSt als "Belegen" erkannt. Dieses Kriterium bewirkt einerseits, dass die nachfolgenden Schaltglieder für den Aufbau einer abgehenden Verbindung belegt werden, andererseits, dass der zugehörige Leitungs-

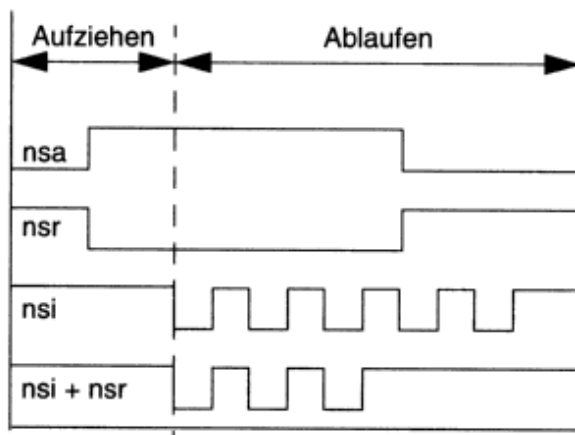


ausgang zu dem Teilnehmeranschluss abgetrennt wird, so dass der Telefonapparat für ankommende Verbindungen "besetzt" ist.

(9) Zur Erzeugung der Wahlinformation (Wahlimpulse) wird der Nummernschalter (Wahlscheibe) verwendet, der mit der Fingerlochscheibe aufgezogen wird. Der Ablauf des Nummernschalters öffnet und schließt den Speisestromkreis, und erzeugt dabei eine Serie von Unterbrechungen welche in der Vermittlungsstelle als Wählimpulse interpretiert werden. Die Anzahl der Wählimpulse hängt von der gewählten Ziffer ab, mit Hilfe der gewählten Ziffern wird das Koppelnetz in der Vermittlungsstelle eingestellt.

Bei direkt gesteuerten Vermittlungssystemen werden diese Wählimpulse unmittelbar zur Steuerung der nachfolgenden Koppelanordnungen verwendet; bei indirekt oder registergesteuerten werden sie zwischengespeichert und umgerechnet.

Beispiel: Wahl einer 3



Der nsa-Kontakt schließt für die Dauer der Nummernschalterbetätigung Mikrofon, Fernhörer und Gabelübertrager kurz (kleiner Schleifenwiderstand, geringe Wahlgeräusche und keine Induktivität).

Der nsi-Kontakt unterbricht die Schleife entsprechend der gewählten Ziffer vermehrt um 2 Impulse (Öffnung: 60 ms, Schließung: 40 ms).

Der nsr-Kontakt unterdrückt die zwei zusätzlichen Unterbrechungen, um die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ziffern künstlich zu verlängern (Zwischenwahlzeit größer 400 ms).

Bild 7 Schleifenzeichengabe (IW)

### 2.3.2 Mehrfrequenzzeichengabe (MFV)

Fernsprechapparate für digitale Vermittlungsstellen sind statt mit einer Wählscheibe mit einem Tastwahlblock ausgestattet. Der Tastwahlblock besitzt max. 16 Tasten: Die Tasten 1 bis 0, die Tasten \* ( Stern) und # (Raute), und bei Spezialapparaten noch 4 Sondertasten. Bei Drücken einer Taste wird eine Frequenzkombination aus zwei Frequenzen zur Vermittlungsstelle übertragen; daher auch der Name „Mehrfachfrequenzverfahren“ oder „MFV-Verfahren“. Der Tastwahlblock ist mit einem Letztnummernspeicher für die Wahlwiederholung ausgestattet, d.h. die zuletzt gewählte Nummer wird gespeichert und kann durch Drücken der Taste # abgerufen werden.

Frequenz (Hz)	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
825	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Bild 8 Signalfrequenzen des Mehrfrequenzverfahrens (MFV)

2.3.3 FSK-Signalisierung (Frequency Shift Keying Signalling)

Für CLIP (Calling Line Identification Presentation = Anzeige der Nummer des Anrufers beim gerufenen Teilnehmer) und CWND (Call Waiting Number Display, auch als CLIPCW bezeichnet = Anzeige der Nummer eines anklopfenden Anrufers) wird als Signalisierungsverfahren ein FSK-Verfahren (Frequency Shift Keying basierend auf ITU/CCITT V.23, 1200Bd, Frequenzumtastung 1300/2100 Hz +/-1,5%, Pegel -8 .. -36dBV entspr. 398..15,8mVeff. bzw. 1,12Vss..44mVss) verwendet.

Bei CLIP wird in der Pause zwischen dem ersten und dem zweiten Rufsignal die Rufnummer des Anrufers sowie Datum und Uhrzeit zum Endgerät (TE Terminal Equipment) übertragen. Die Daten werden digital codiert und mit einer Checksumme versehen von der Vermittlungsstelle zum TE übermittelt. Empfangsquittung vom TE ist keine vorgesehen (dadurch braucht dieses nur einen Empfänger, aber keinen Sender). Anhand der Checksumme kann das TE die korrekte Übertragung überprüfen.

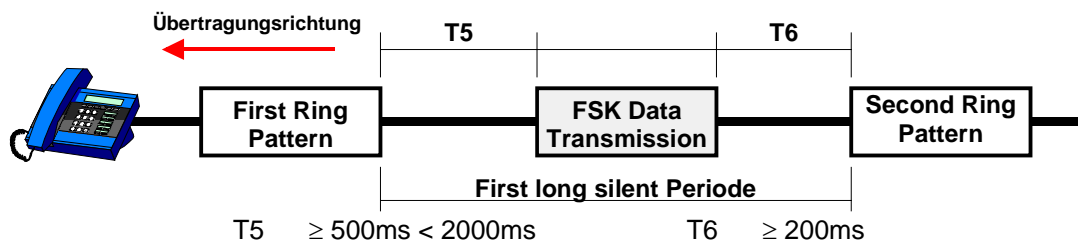


Bild 9 FSK-Daten-Übertragung in der Rufphase

Bei CWND wird während eines Gesprächs die Nummer eines anklopfenden Teilnehmers (mit Datum und Uhrzeit) zum TE übertragen. Dazu wird ein DT-AS (Dual Tone Alerting Signal, 2130Hz+2750Hz, -12dBV..-35dBV entspr. 251..17,7mVeff bzw. 707..50mVss, Dauer 85ms) gesendet, welches vom TE quittiert werden muss (DTMF-Zeichen 'D'). Erst dann werden die Daten zum TE übertragen, wobei das gleiche FSK-Verfahren wie bei CLIP verwendet wird.

2.4 Betriebszustände

Hardwarezustände

(10) In der digitalen Vermittlungstechnik sind die Abläufe einer Teilnehmerschaltung in HW- und SW-Abläufe unterteilt; aus Sicht der Hardware sind es der

- INAKTIVE bzw. RUHEZUSTAND, oder der
- AKTIVE bzw. ARBEITSZUSTAND,



Bild 10 Hardwarezustände einer Teilnehmerschaltung

SW-Zustände einer Teilnehmerschnittstelle

(11) Gesteuert von der Software des peripheren Rechners kann jede Teilnehmerschnittstelle innerhalb eines HW-Zustandes jedoch noch weitere SW-Betriebszustände annehmen wie z.B.:

- Inaktiver Zustand:
- \* **Freizustand (RUHE, 1)**, der Teilnehmer ist an keiner Verbindung beteiligt, die Speisung ist dabei hochohmig, im Fehlerfall befindet sich der Teilnehmer im Abfangzustand
  - \* **Rufzustand (RUFEN, 7)**, an die Leitung des gerufenen Teilnehmers (B-Teilnehmers) ist Rufspannung angelegt.
  - \* **Rufpausenzustand (RUFEN, 7)**, die Rufspannung zur Leitung des gerufenen Teilnehmers (B-Teilnehmer) ist entsprechend der Rufpausendauer unterbrochen. Ruhezustand für Münzler mit Amtsspeisung und für Nebenstellenanlagen.

- Aktiver Zustand:
- \* **Verbindungszustand (GESPRÄCH, 5)**
  - \* **warten auf erste Ziffer (ERWARTE WAHL, 2)**
  - \* **warten auf weitere Ziffern (ERWARTE WAHL, 2)**, etc.

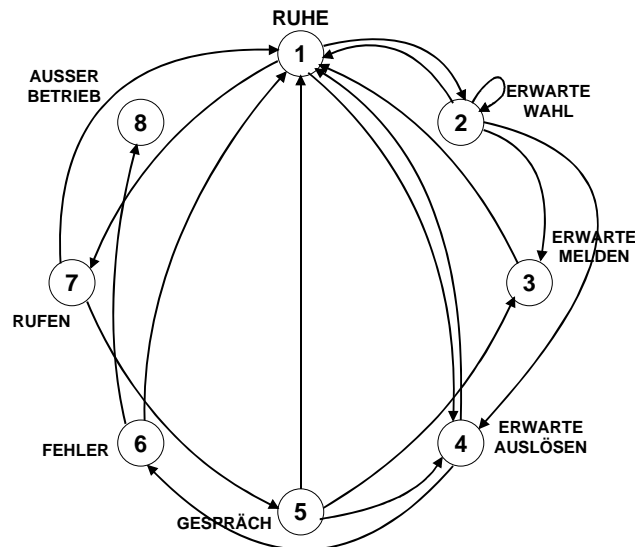


Bild 11 SW-Betriebszustände (vereinfacht)

Damit die Zustandsveränderungen vom Rechner SW-mäßig gesteuert werden können müssen die Ereignisse in der Teilnehmerschaltung vorverarbeitet werden – z.B. das Schließen der Schleife wird durch eine Spannungsveränderung an zwei Messpunkten erkannt und dem Peripherierechner in Form eines Binärcodes mitgeteilt - d.h. der Peripherierechner sendet und empfängt ausschließlich vermittlungstechnische Signale. Alle zentralen Elemente der Vermittlungsstelle (Tongeneratoren, Wahlempfänger und das Koppelnetz) sind unter der Kontrolle des Peripherierechners (Call Control). Die Aktionen und Reaktionen des Kommunikationspartners werden durch die Signalisierungsbearbeitung an den Peripherierechner weitergeleitet.

(12) Veränderungen aus dem Betriebszustand „Ruhe“

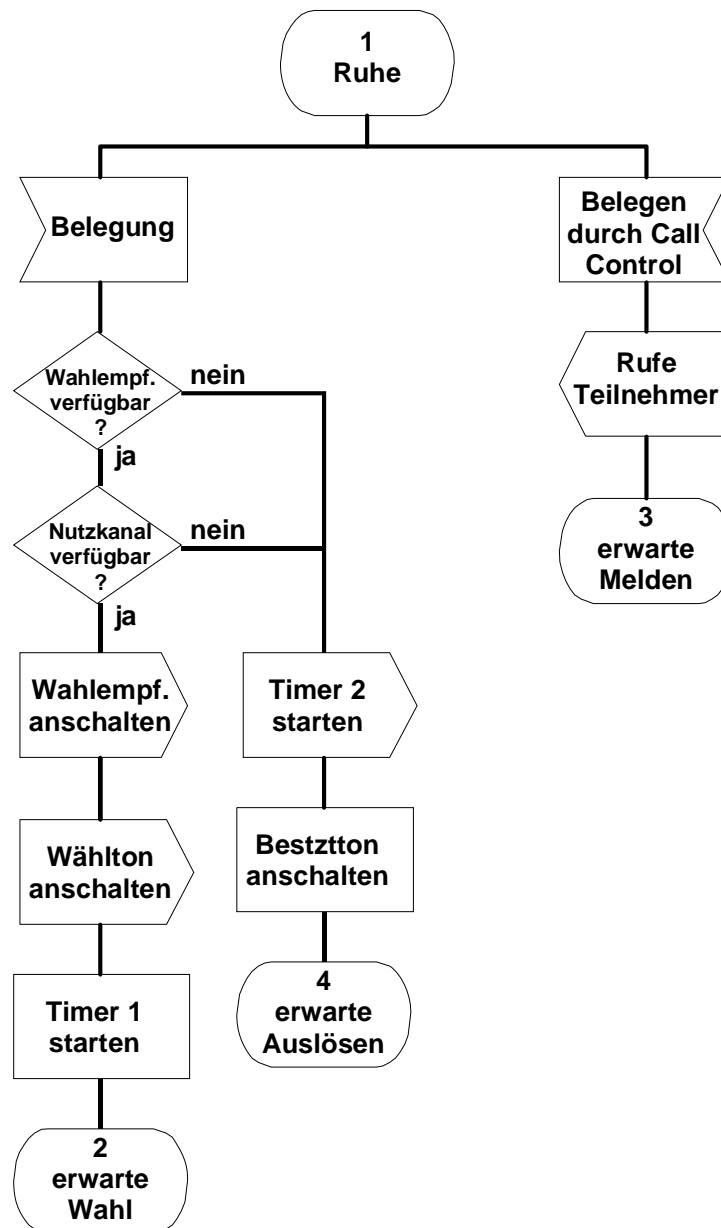


Bild 12 SDL Diagramm „Veränderungen aus dem Zustand Ruhe“

- Im Ruhezustand (Zustand 1) - der Teilnehmeranschluss ist frei und kann belegt werden - wartet die Signalisierungsbearbeitung auf eintreffende Nachrichten von der Verbindungssteuerung oder vom Teilnehmer.
- In diesem Zustand sind nur zwei Eingangssignale möglich, eine Belegung durch den Teilnehmer (am Telefon wurde abgehoben) oder eine Belegung durch einen anderen Teilnehmer (das Telefon soll gerufen werden).
- Bei Belegung durch den Teilnehmer selbst – Aktivbelegung - wird überprüft, ob ein Wahlempfänger und ein Nutzkanal in der Vermittlungsstelle frei sind. Danach kann der Wählton angeschaltet werden. Sind die erforderlichen Betriebsmittel nicht frei, wird dem Teilnehmer der Besetztton angelegt und dessen Auslösen erwartet (Zustand 4).
- Erfolgt die Belegung durch die Verbindungssteuerung, die vorher geprüft hat, ob der zu rufende Teilnehmer frei ist, wird das Rufsignal angeschaltet und die Meldung des B-Teilnehmers erwartet.

(13) Veränderungen aus dem Betriebszustand „erwarte Wahl“

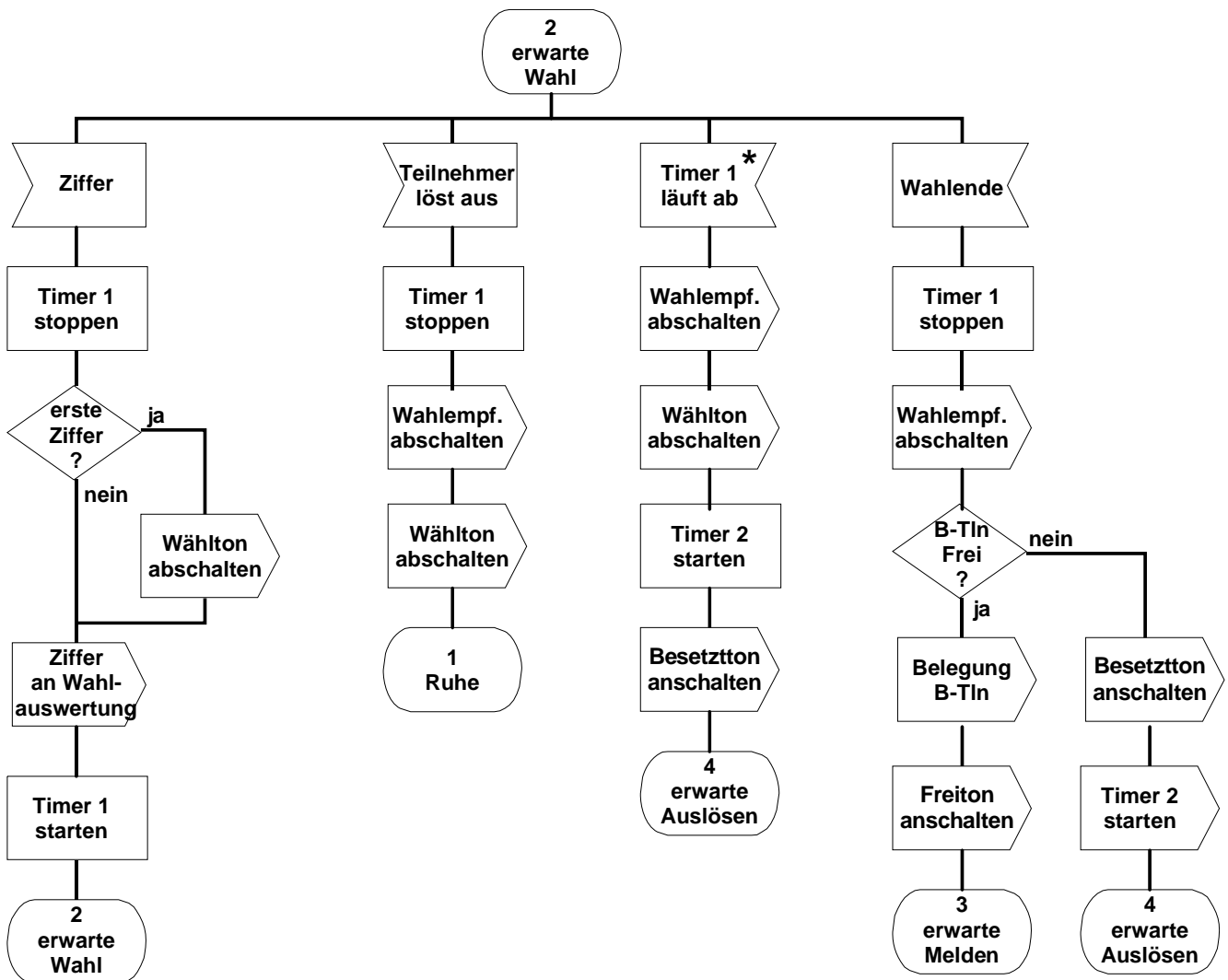


Bild 13 SDL Diagramm: Zustand 2 (erwarte Wahl)

- Im Zustand 2 wartet die Signalisierungsbearbeitung auf die Wahl des Teilnehmers. Jede empfangene Ziffer wird an die Verbindungssteuerung zur weiteren Auswertung gegeben. Der Folgezustand nach dem Empfang einer Ziffer ist wieder der Zustand 2.
- Neben diesem Regelablauf müssen aber noch weitere Ereignisse berücksichtigt werden:
- Der Teilnehmer kann vor der Wahl wieder auflegen - die Vermittlungsstelle schaltet alle angeschalteten Betriebsmittel wieder ab - anschließend erfolgt der Übergang in den Ruhezustand.
- Der Teilnehmer wählt nicht innerhalb einer Zeitgrenze. Für diese Überwachung wurde ein Zeitgeber (Timer) bereits im Zustand 1 gestartet - die Vermittlungsstelle schaltet die belegten Betriebsmittel wieder ab und erwartet das Auflegen des Teilnehmers (Zustand 4).
- Wahlende wurde von der Verbindungssteuerung erkannt — der Wahlempfänger wird wieder freigegeben und geprüft, ob der gerufene Teilnehmer frei ist. Je nach Ausgang dieser Prüfung wird der Rufton oder der Besetztton angeschaltet und es erfolgt dann ein Übergang in den Zustand 3 (erwarte Melden) oder 4 (erwarte Auslösen).

### 3 Fernsprechapparat

#### 3.1 Allgemeines

Der Fernsprechapparat ist die Endeinrichtung in der Fernsprechvermittlungstechnik und wird beim Fernsprechteilnehmer installiert. Er ist über die Steckdose und die aus zwei Kupferadern<sup>3</sup> bestehende Teilnehmer Anschlussleitung - TAL – an die Teilnehmerschnittstelle - TIF – einer Orts- bzw. Teilnehmervermittlungsstelle angeschlossen. Über diese Teilnehmer-Anschlussleitung wird das Mikrophon im Handapparat von der Zentralbatterie der Vermittlungsstelle mit Gleichstrom versorgt; gleichzeitig erhält der Fernhörer über die TAL den Sprechwechselstrom.

#### Grundaufgaben und Basiskomponenten

Die Aufgaben eines traditionellen Fernsprechapparates lassen sich in drei Aktivitäten unterteilen:

- Rufen,
- Wählen,
- Hören und Sprechen.

Diese drei Aktivitäten werden durch folgende Komponenten realisiert:

- einer Rufeinrichtung, das ist der Wechselstromwecker mit dem Kondensator oder die Tonrufeinrichtung,
- einer Wähleinrichtung, das ist die Wahlscheibe bzw. der Tastwahlblock;
- einer Sprechrichtung, das ist der Handapparat mit Mikrophon, Fernhörer und der Induktionsspule und
- einem Gabelumschalter, der bei aufgelegtem Handapparat den Rufstromkreis einschaltet, damit bei einem ankommenden Ruf z.B. der Wechselstromwecker läutet. Bei abgehobenem Handapparat schaltet der Gabelumschalter den Rufstromkreis ab und den Gleichstromkreis für das Mikrophon ein.

#### 3.1.1 Stromlaufplan

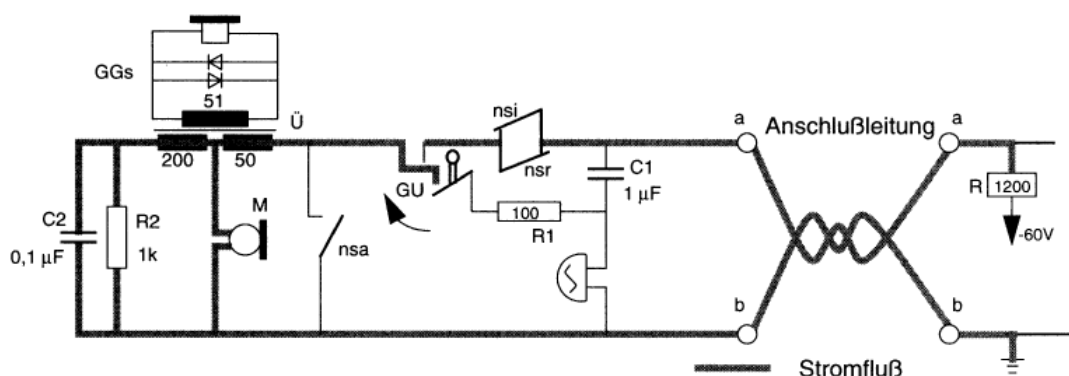


Bild 14 Prinzipstromlauf eines analogen Telefonapparates

<sup>3</sup> der a-Ader und der b-Ader

### Funktion

**Passivruf:** Bei einem Passivruf erhält der Teilnehmer den Rufwechselstrom für den Wechselstromwecker, bzw. den Tonfrequenzruf von der Vermittlungsstelle über die TAL. Sobald der Teilnehmer den Handapparat aufnimmt, wird der Gabelumschaltekontakt (GU) betätigt. Dieser verbindet die Sprechleinrichtung mit der Leitung, so dass der Apparat Speisung erhält. Außerdem schaltet der GU den Funkenlöschkreis an den nsi-Kontakt.

**Aktivruf:** Sobald der Teilnehmer seinen Handapparat abhebt um eine Verbindung aufzubauen wird ihm durch eine Wechselspannung mit der Frequenz des Wähltons signalisiert, dass er mit der Wahl beginnen kann. Teilnehmer, welche an eine digitale Vermittlungsstelle angeschlossen sind geben ihre Wahlinformation mittels der Nummernscheibe (Nummernschalter) oder mittels eines Tastwahlblocks der Nummernscheibenimpulse oder MFV-Signale erzeugt, an die technischen Einrichtungen der Vermittlungsstelle weiter.

### Aufgabe der Komponenten eines Fernsprechapparates

#### Mikrofon und Fernhörer

Das Mikrofon wandelt die Energie der Schallwellen in elektrische Energie um. Die Umkehrung der Arbeitsweise des dynamischen Fernhörers führt zum dynamischen Mikrofon.

Bessere Übertragungseigenschaften werden mit Hör- und Sprechkapseln gemacht, bei denen piezoelektrische Wandler als Energiewandler verwendet werden. Bei der Piezo-Transistor-Sprechkapsel wird der Effekt genutzt, dass die auf einen Piezo-Wandler auftreffende Schallenergie in elektrische Energie umgewandelt wird, die allerdings mit einem Verstärker verstärkt werden muss. Da elektro-akustische Wandler aus piezoelektrischen Kunststofffolien umkehrbare Wirkungen zeigen, können sie sowohl als Sprechkapseln als auch als Hörkapsel verwendet werden.

#### Gehörschutzgleichrichter

Der Gehörschutzgleichrichter hat die Aufgabe, Spannungsspitzen, die durch das Schalten von Induktivitäten in den Fernmeldeeinrichtungen entstehen oder von außen induktiv auf sie übertragen werden, vom Fernhörer fernzuhalten.

#### Nummernschalter (Wahlscheibe) oder Tastwahlblock

Das Wählorgan der Telefone herkömmlicher Bauweise ist der Nummernschalter, der mit der Fingerlochscheibe aufgezogen wird. Der Ablauf des Nummernschalters öffnet und schließt den Speisestromkreis, und erzeugt dabei eine Serie von Wählimpulsen, deren Anzahl von der gewählten Ziffer abhängt. Die Wählimpulse stellen das Koppelnetz in der Vermittlungsstelle ein.

Moderne Fernsprechapparate sind statt mit einer Wählscheibe mit einem Tastwahlblock ausgestattet. Der Tastwahlblock besitzt max. 16 Tasten: Die Tasten 1 bis 0, die Tasten \* ( Stern) und # (Raute), und bei Spezialapparaten noch 4 Sondertasten.

Der Tastwahlblock ist mit einem Letznummernspeicher für die Wahlwiederholung ausgestattet: Die jeweils zuletzt gewählte Nummer wird gespeichert und kann durch Drücken der Taste # abgerufen werden.

#### Wechselstromwecker oder Tonfrequenzruf

Die von der Ortsvermittlungsstelle kommende Rufspannung mit einer Frequenz von 25 Hz lässt den Wechselstromwecker bzw. den Tonfrequenzruf ansprechen



## Weckerbrücke

Damit die Anrufbereitschaft immer sichergestellt ist, liegt der Wecker/Tonrufeinrichtung - nicht abschaltbar - in der Weckerbrücke zwischen den zu der Vermittlungsstelle führenden Leitungen a und b.

## Funkenlöschkreis

Der Kondensator C ist gleichzeitig mit dem Widerstand R der Funkenlöschkreis für den Nummernschalterkontakt

## Übertrager

Der Übertrager hat im Telefon zwei Funktionen: Er koppelt den Fernhörer induktiv an die Schleife und ist Teil einer Rückhördämpfungsschaltung

## Rückhördämpfung

Damit der Sprechwechselstrom nicht in störender Lautstärke auf den Fernhörer des eigenen Telefons übertragen wird, verringert eine Rückhördämpfung den abgehenden Sprechwechselstrom für den eigenen Fernhörer.

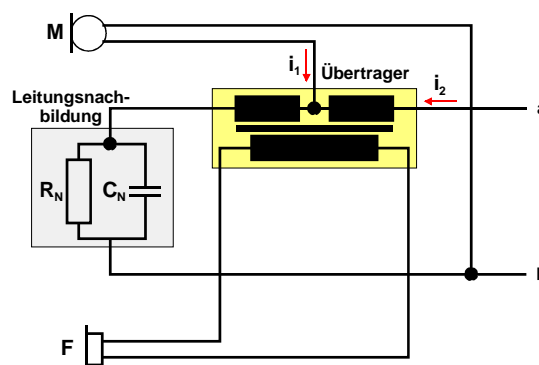


Bild 15 Rückhördämpfung - Brückenschaltung

## Leitungsnachbildung

Die Leitungsnachbildung, vereinfacht als  $R_N$  dargestellt, ist ein komplexer Widerstand (gebildet aus  $R$  und  $C$ ) mit nahezu den gleichen elektrischen Eigenschaften wie die Zuleitung  $R_L$  zum Apparat.

## 3.1.2 Schallumwandlung

Bei jeder Sprachübermittlung sind Wandler erforderlich, welche die elektrischen oder optischen Signale in akustische Signale umwandeln, bzw. akustischen Signale der Kommunikationsquelle in elektrische oder optische Signale umformen. Die akustischen Signale werden durch Schwankungen des Luftdrucks um einen Mittelwert dargestellt. Die Schwankungen sind Luftdruckänderungen, die Stärke der Schwankungen wird als Schalldruck „ $p$ “ bezeichnet. Der geringste noch wahrnehmbare Schalldruck wird als Hörschwelle und der große wahrnehmbare Schalldruck als Schmerzgrenze bezeichnet. Der Schalldruck ist ein Maß für die empfundene Lautstärke, sie wird im Bezug auf die Hörschwelle von  $p_0 = 2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$  angegeben. Für den Schalldruckpegel gilt:

$$L_p = (20 \cdot \log) p/p_0 \text{ dB}$$

Zwischen Hörschwelle und Schmerzgrenze ergibt sich damit ein Bereich von 0 bis 120 dB. Innerhalb des Bereichs ist das Lautstärkeempfinden nicht linear. Aufgrund der Hörempfindungen des Ohres ergibt sich eine sehr starke Abhängigkeit von der Frequenz. Die Lautstärkeempfindung bei der Bezugsfrequenz von 1 kHz wird in der Maßeinheit „Phon“ angegeben.

Im Bild 16 sind verschiedene Kurven mit gleicher Lautstärkeempfindung (Isophone) dargestellt. Die Kurven wurden aus Mittelwerten vieler Versuchspersonen ermittelt, da das Hörempfinden des Einzelnen sehr unterschiedlich ist. Aus der Kurve ist erkennbar, dass die frequenzabhängige Lautstärkeempfindung auch vom Lautstärkepegel abhängt (aber auch vom persönlichen Empfinden und vom Alter).

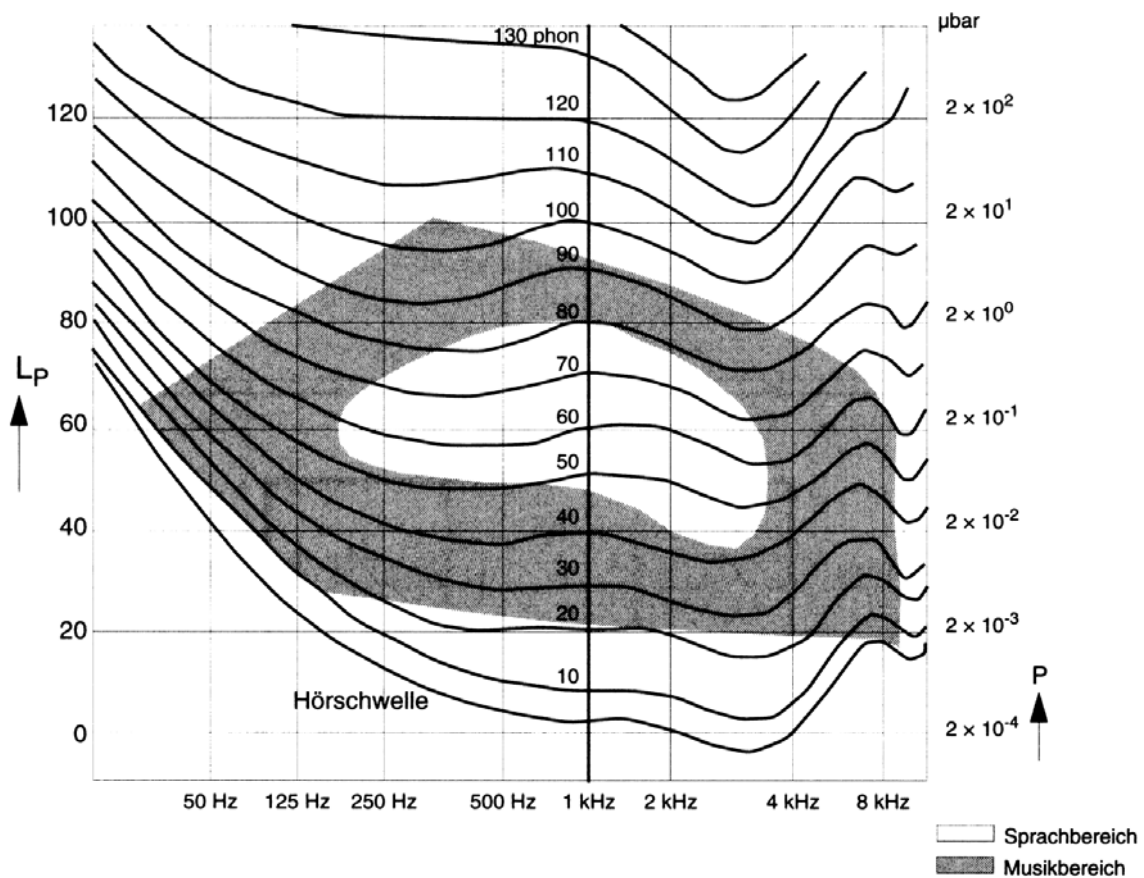


Bild 16 Kurven gleicher Lautstärke (Isophone)

### 3.2 Apparatevarianten

#### 3.2.1 Standardapparat

Der Standardapparat ist ein Telefon mit einer Wahlscheibe oder einem Tastwahlblock und einem Schlüsselschalter, der auch gleichzeitig als Amtstaste verwendet werden kann. Der Tastwahlblock ist für das Impulswahlverfahren im Wählsystem 48 und für des MFV-Wahlverfahren des elektronischen Wählsystems OES geeignet (umschaltbar). Er besteht aus 10 Zifferntasten (1 bis 0) und 2 zusätzlichen Tasten welche die Bezeichnungen  $\star$  und  $\#$  haben. Der Tastwahlblock besitzt einen Letznummernspeicher d.h. eine Wahlwiederholung,

wodurch die zuletzt gewählte Teilnehmernummer gespeichert wird und nach neuerlichem Abheben des Handapparates und Drücken der Tasten \* # abgerufen werden kann.

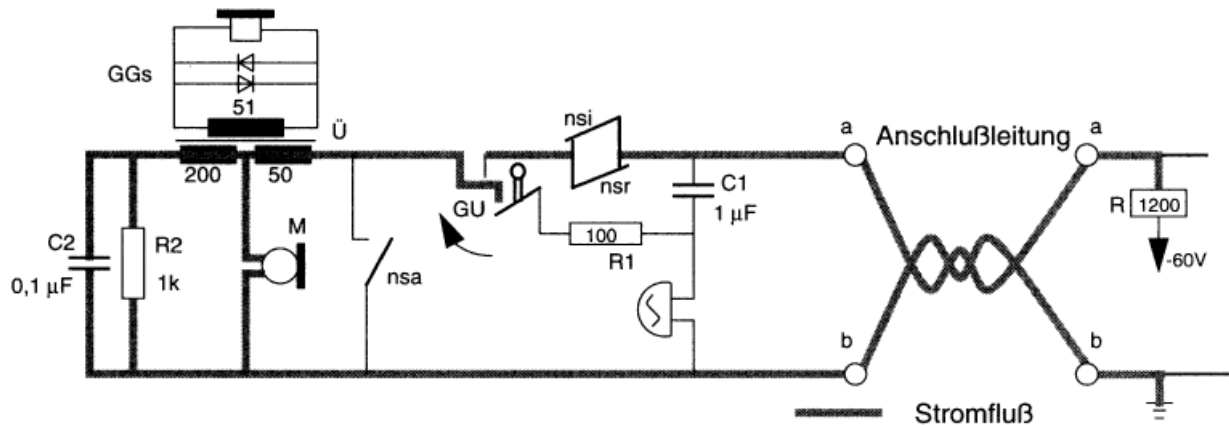


Bild 17 Prinzipstromlauf eines Fernsprechapparates mit Wahlscheibe

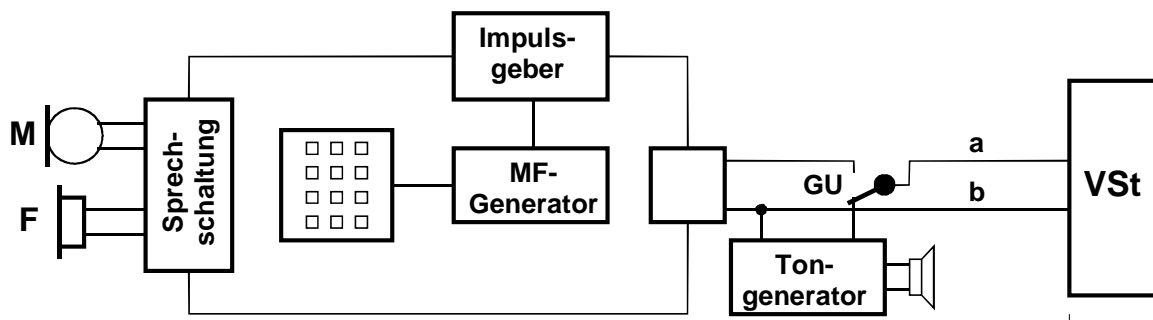


Bild 18 Prinzipstromlauf eines Fernsprechapparates für Mehrfrequenz oder Impulswahl

### 3.2.2 Komfortapparat

Das Komforttelefon ist ein Fernsprechapparat mit einem Tastwahlblock und einem Schlüsselschalter, der auch gleichzeitig als Amtstaste verwendet werden kann. Der Komforttastwahlblock ist für das Impulswahlverfahren in analogen Wählsystemen und für das MFV-Wahlverfahren des elektronischen Wählsystems OES geeignet (umschaltbar). Er besteht aus 10 Zifferntasten (1 bis 0) und 6 zusätzlichen Tasten welche die Bezeichnungen \*, # und K,W,M, R haben.

Um zusätzliche Komfortmerkmale für Rufen, Wählen und Sprechen anzubieten, aber auch kostengünstigere Telefone herstellen zu können entwickelte die Industrie integrierte Bausteine für Fernsprechendgeräte. Für die Grundaufgaben Rufen, Wählen, Hören und Sprechen gibt es verschiedene Bauelemente mit unterschiedlichen Komfortmerkmalen. Telefone mit solchen integrierten Schaltungen bieten u.a. folgende Eigenschaften:

- Letztnummernspeicher: (Wahlwiederholung) Die zuletzt gewählte Teilnehmernummer wird gespeichert und kann nach neuerlichem Abheben des Handapparates und Drücken der Tasten \* # abgerufen werden.
- Merkerfunktion: (Zwischenspeicherung oder Warteschaltung) Wurde z.B. ein Teilnehmer nicht erreicht, kann die Nummer zwischengespeichert werden und auch nach

Führen anderer Gespräche wieder abgerufen werden. Es müssen die Tasten \* \* # gedrückt werden.

- Zielwahl: Bis zu 24 Rufnummern und mehr können gespeichert und mit Tastendruck automatisch gewählt werden.
- Kurzwahl: Es können 12 verschiedene Rufnummern und mehr mit bis zu 18 Ziffern eingespeichert werden, wobei für jede Rufnummer eine Zifferntaste zuständig ist. Bei Abruf brauchen nur 3 Tasten gedrückt zu werden: \* Z # (Ziffer 1 bis 0).
- Display: Manche Komfortapparate bieten die Möglichkeit auf Knopfdruck alle Speicherinhalte, z.B. alle programmierten Rufnummern, aber auch die gewählte Rufnummer anzuzeigen.
- Direkt- oder Kinderruf: Bei der Einspeicherung der Direktrufnummer muss der Schlüsselschalter in Stellung II gebracht werden; ebenso beim Aktivieren des Direktrufes. Dann genügt das Abheben des Handapparates und das Drücken einer beliebigen Taste, damit diese gespeicherte Rufnummer abgerufen wird.
- Aktivsperre: Der Schlüsselschalter (Betriebsartenschalter) wird in Stellung I gebracht und abgezogen. Nun ist das Komforttelefon für Aktivgespräche gesperrt Passivgespräche können aber entgegengenommen werden.

### 3.2.3 Schnurlostelefone

Das Schnurlostelefon besteht aus einem Handapparat und einer Feststation, die an jede Telefonsteckdose angesteckt werden kann. Mit dem Handapparat kann in Gebäuden in einem Umkreis von ca. 50 Metern, im Freien in einem Umkreis von ca. 300 Metern telefoniert werden. Der Akkumulator im Handapparat wird durch Auflegen auf die Feststation automatisch aufgeladen (220 V-Steckdose erforderlich). Zusätzlich befindet sich im Festteil ein zweiter Akkumulator, der einen kontinuierlichen Betrieb ermöglicht. Seine Leistungsmerkmale entsprechen in der Regel jenen eines Komfortapparates.

### 3.3 Anschlusstechnik

Seit der Liberalisierung des Fernsprechmarktes werden all Teilnehmer Anschlussleitungen (TAL) der Telekom Austria beim Teilnehmer mit einer Steckdose abgeschlossen. A- und B-Ader sind in der Steckdose mit einem hochohmigen Widerstand verbunden um Funktion und Eigenschaften der TAL auch bei nicht angesteckten Endgeräten überprüfen zu können.

#### Die TDO-Telefonsteckdose der Telekom Austria

(14) Die TDO Telefonsteckdose besitzt drei 10 polige Steckerbuchsen die intern wie im Schaltplan gezeigt zusammengeschaltet sind. Beim Anstecken eines Endgerätes wird die Verbindung zwischen den jeweils zusammengehörigen Anschlüssen aufgetrennt und damit die dahinter liegenden Anschlüsse funktionsunfähig wenn die Verbindung nicht im Endgerät durchgeschaltet wird.

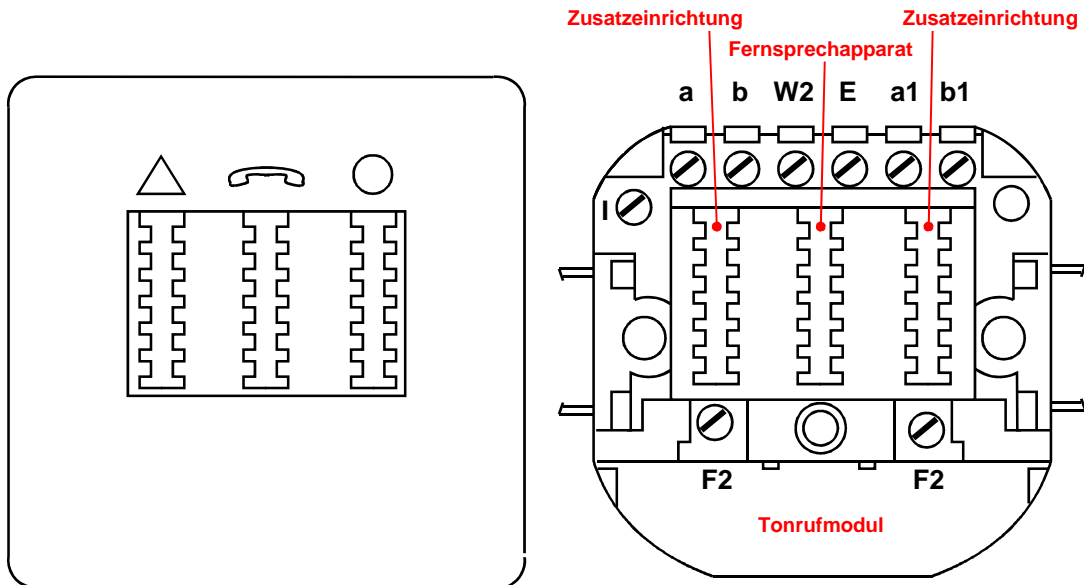


Bild 19 TDO-Steckdose; Ansicht mit und ohne Abdeckung

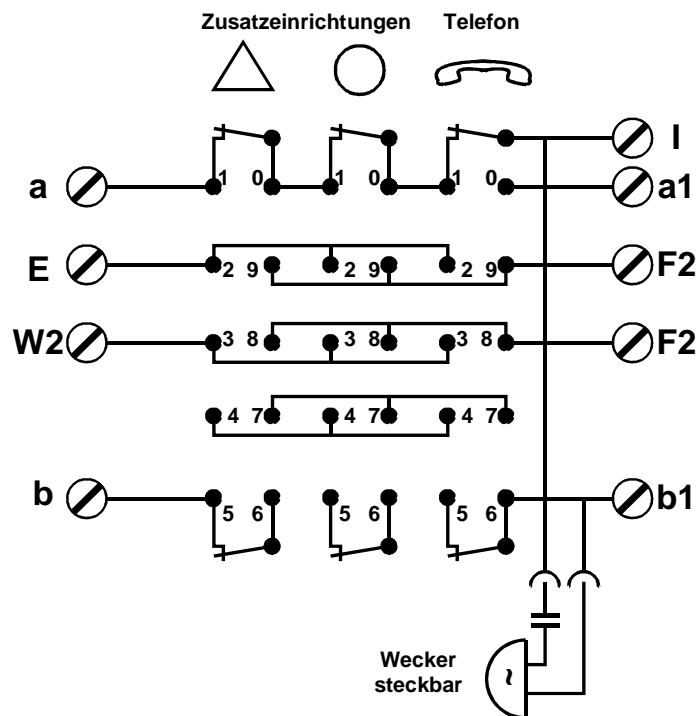


Bild 20 TDO-Steckdose; Schaltplan

**Telefonanschlusskabel**

Grundsätzlich werden von der Telekom Austria zwei Arten von Telefonanschlusskabeln eingesetzt:

6 poliges Apparateanschlusskabel

bei den 6 poligen Apparateanschlusskabeln können 2 Varianten unterschieden werden

Variante 1 – Adern grau und rosa abgezwick – Apparateerstlieferungen

<b>Adernfarbe</b>	weiß	grün	gelb	braun	---	---
<b>Anschlussbezeichnung</b>	a	E	WE	b	---	---
<b>Anschlussstift</b>	1	2	3	5	---	---

Variante 2 – alle 6 Adern vorhanden

<b>Adernfarbe</b>	weiß	grün	gelb	braun	rosa	grau
<b>Anschlussbezeichnung</b>	a	E	WE	b	b1	a1
<b>Anschlussstift</b>	1	2	3	5	6	10

10 poliges Apparateanschlusskabel – Modems, Schnurlostelefone, etc.

<b>Adernfarbe</b>	weiß	grün	gelb	violett	braun	rosa	schwarz	rot	blau	grau
<b>Anschlussbezeichnung</b>	a	E	WE	---	b	b1	---	FZ	F2	a1
<b>Anschlussstift</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**TDO-Steckdosenanlage mit Pflichtwecker**

(15) Bei jeder TDO können prinzipiell zwei Zusatzeinrichtungen angeschaltet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ab der TDO, wo jeweils der Fernsprechapparat angesteckt ist, die nachgeschalteten TDOs und die daran angeschlossenen Zusatzeinrichtungen abgeschaltet sind.

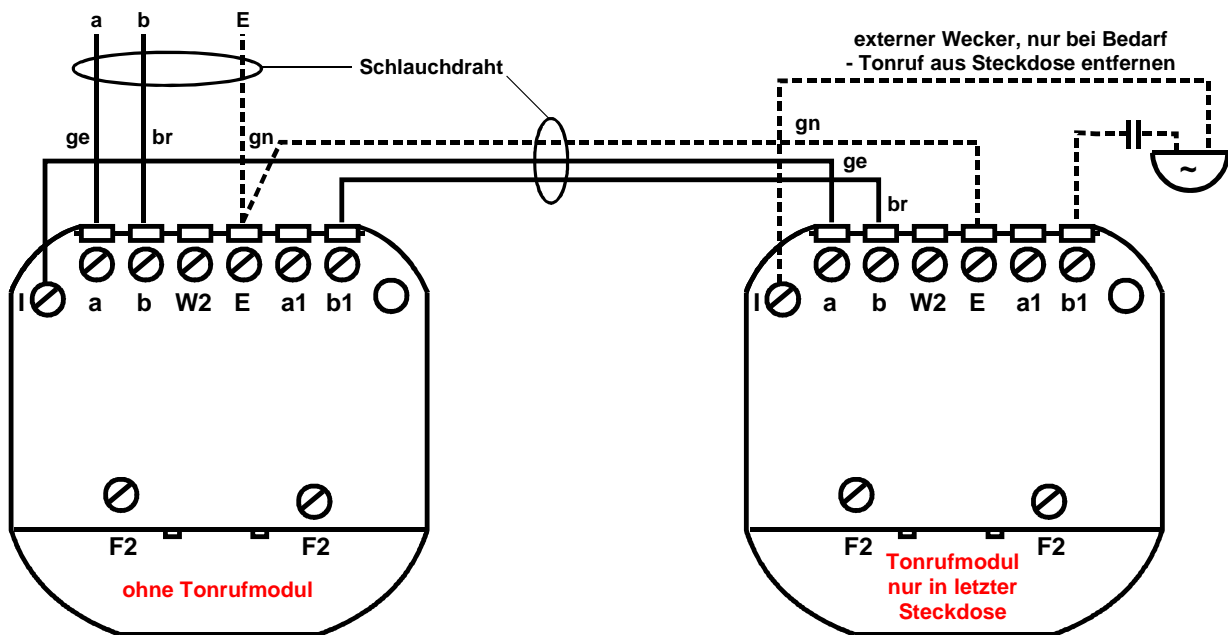


Bild 21 Schaltbild einer Steckdosenanlage mit externem Nebenwecker

**4 Kontrollfragen**

1. [Welche Endgeräte können an einen Einzelanschluss angeschlossen werden?](#)
2. [Welche Regelaufgaben muss eine Teilnehmerschnittstelle erfüllen?](#)
3. [Welche Regelaufgaben muss eine Teilnehmerschnittstelle in einer digitalen Vermittlungsstelle zusätzlich erfüllen?](#)
4. [Was ist BORSCHT und was bedeutet es?](#)
5. [Welche Zusatzaufgaben werden über Teilnehmerschnittstellen abgewickelt?](#)
6. [Beschreiben Sie den Aufbau einer Teilnehmerschnittstelle der ersten Generation.](#)
7. [Wofür steht SLIC und welche Aufgaben hat er?](#)
8. [Wofür steht SICOFI und welche Aufgaben hat er?](#)
9. [Wie funktioniert die Schleifenzeichengabe?](#)
10. [Welche HW-Zustände einer Teilnehmerschaltung kennen Sie?](#)
11. [Welche SW-Zustände einer Teilnehmerschaltung kennen Sie?](#)
12. [Beschreiben Sie die möglichen Veränderungen aus dem SW-Zustand „Ruhe“.](#)
13. [Welche Veränderungsmöglichkeiten gibt es aus dem Zustand „erwarte Wahl“?](#)
14. [Beschreiben Sie die Eigenschaften der TDO-Steckdose.](#)
15. [Beschreiben Sie die Schaltung einer Steckdosenanlage mit externem Nebenwecker.](#)

**5 Bilder und Tabellen**

Bild 1	Komponenten einer lokalen, analogen Teilnehmerschnittstelle.....	3
Bild 2	Komponenten einer abgesetzten, analogen Teilnehmerschnittstelle.....	4
Bild 3	prinzipielle Darstellung der BORSCHT-Funktionen .....	5
Bild 4	Blockdiagramm einer Teilnehmerschaltung.....	6
Bild 5	Prinzip des Widerstandsnetzwerkes.....	6
Bild 6	Teilnehmerschaltung der zweiten Generation .....	7
Bild 7	Schleifenzeichengabe (IW).....	9
Bild 8	Signalfrequenzen des Mehrfrequenzverfahrens (MFV) .....	9
Bild 9	FSK-Daten-Übertragung in der Rufphase.....	10
Bild 10	Hardwarezustände einer Teilnehmerschaltung .....	11
Bild 11	SW-Betriebszustände (vereinfacht) .....	12
Bild 12	SDL Diagramm „Veränderungen aus dem Zustand Ruhe“ .....	13
Bild 13	SDL Diagramm: Zustand 2 (erwarte Wahl).....	14
Bild 14	Prinzipstromlauf eines analogen Telefonapparates.....	15
Bild 15	Rückhördämpfung - Brückenschaltung.....	17
Bild 16	Kurven gleicher Lautstärke (Isophone).....	18
Bild 17	Prinzipstromlauf eines Fernsprechapparates mit Wahlscheibe .....	19
Bild 18	Prinzipstromlauf eines Fernsprechapparates für Mehrfrequenz oder Impulswahl.....	19
Bild 19	TDO-Steckdose; Ansicht mit und ohne Abdeckung.....	21
Bild 20	TDO-Steckdose; Schaltplan .....	21
Bild 21	Schaltbild einer Steckdosenanlage mit externem Nebenwecker .....	22

**6 Abkürzungen**

A/D.....	analog / digital (Wandlung)
CODEC.....	Codiere – Decodierer
D/A.....	digital / analog (Wandlung)
EWSD .....	Elektronisches Wählsystem Digital
HW.....	Hardware
ISDN .....	Integrated Services Digital Network, digitales Netz mit Dienstintegration
ITU-T.....	Internationale Telegraphenunion, Abteilung Telekommunikation
IW .....	Impulswahl
MFV .....	Mehrfach-Frequenzverfahren
OES-E.....	Österreichisches Digitales Telefonsystem, Systemvariante E
OVSt .....	Ortsvermittlungsstelle
PBC .....	Printed Board Controller
PCM.....	Pulse Code Modulation
SICOFI.....	Signalling-Codec-Filter-Baustein
SLIC.....	Subscriber Line Interface Circuit
SW .....	Software
TAL .....	Teilnehmer-Anschlussleitung
TIF .....	Teilnehmerinterface, Teilnehmerschnittstelle, Teilnehmerschaltung
TIn.....	Teilnehmer

**7 Literatur**

- [1] Herald Gessinger, e&i , 106. Jahrgang – Heft 11 1989
- [2] SIEMENS, Halbleiter – technische Erläuterungen und Kenndaten für Studierende, 1990, ISBN 3-8009-1554-5
- [3] Telekommunikationstechnik, 6. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel, 1995, ISBN 3-8085-3346-3
- [4] Gerd Siegmund, Technik der Netze, 3. Auflage, R.v.Decker Verlag, 1996, ISBN 3-7685-2495-7
- [5] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik,3. Auflage, Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [6] Beuth/Hanebuth/Kurz, Nachrichtentechnik – Elektronik 7, 1. Auflage, Vogel Fachbuchverlag, 1996, ISBN 3-8023-1401-8
- [7] Gunther Althage (Hrsg), Digitale Vermittlungssysteme für Fernsprechen und ISDN, R.v.Decker´s Verlag, 1991, ISBN 3-7685-0689-4