

September 2004

Kommunikations- und Netztechnik II
(Grundlagen der Telefon-Vermittlungstechnik)

Dozent : Dipl.-Ing. Hans Thomas

Schmalband - ISDN

	Seite
1 Digitalisierung des analogen Telefonnetzes	2
2 Weiterentwicklung zum ISDN	4
2.1 ISDN - Basis-Anschlüsse mit U_{K0} und S_0 - Schnittstelle	4
2.2 ISDN - Primärmultiplex-Anschlüsse	8
3 Dienste im ISDN	9
Euro-ISDN und zusätzliche Dienstemerkmale	
4 Zugriffssteuerung auf den D-Kanal	11

Anhang mit 11 Bildern

1 Digitalisierung des analogen Telefonnetzes

Das Telefonnetz war **bis** Anfang der **70er Jahre** dadurch geprägt, dass es **in allen Ebenen** des Netzes **ausschließlich analoge Komponenten** besaß.

Das analog gesprochene Wort wurde nach seiner elektrischen Wandlung im Mikrofon des Telefonapparates (analog) auf den Anschlussleitungen und den Ortsleitungen **niederfrequent** (analog) übertragen, in den Vermittlungsstellen mittels Wählern (*oder Koppelrelais in Auslands-VSt*) unverändert analog vermittelt, und auf den Fernleitungen mittels **Frequenzmultiplex**-Verfahren (analog) in großen Übertragungsströmen zusammengefasst.

Die **Zeichengabe** erfolgte ebenfalls **analog**, und zwar **sprechkreisgebunden**

- auf den Anschlussleitungen mit dem Impulswahlverfahren (IWW)
- auf den Ortsleitungen mit Gleichstrom-Kennzeichen (GKZ)
bei Einsparung der c-Ader mit Wechselstrom-Kennzeichen (WKZ)
- auf den Fernleitungen mit den Impulskennzeichen (IKZ 50)

Stets wurden also sowohl die Telefongespräche als auch deren Signalisierung **analog** weitergeleitet (**Bild 1-1**).

Mit Einführung der **digitalen Übertragungstechnik** ab 1972 wurde es insbesondere aus Qualitätsgründen (geringe Störungen, geringe Verzerrungen, gute Reproduzierbarkeit) sinnvoll, zunächst auf großen Übertragungsstrecken die Informationsströme digitalisiert mit **PCM-Technik** (32 Kanäle zu je 64 kbit/s gemäß ITU-T G.703) zu übertragen (**Bild 1-2**).

Die digitalen Signale werden vom Grundsatz her dabei üblicherweise im **AMI-Code** (*Alternate Mark Inversion*) übertragen.

Es handelt sich dabei um einem Pseudo-Ternär-Code, der zur Übertragung von **2 Informations-Zuständen** tatsächlich **3 Zustände** überträgt. Diese Kodierung wirkt sich nämlich auf die

- spektrale Belastung der Bauelemente
 - Synchronität der Übertragung
 - Fehlerreduzierung bei extrem langen Infos mit gleichem Inhalt
- günstig aus. Zur Optimierung gibt es je nach Einzelfall und den Bedingungen existierender Netze und Leitungstypen eine Vielzahl von **Modifikationen** dieser Grundkodierung.

Wegen der weiterhin analogen Umwelt wird es jedoch notwendig, am Anfang und Ende jeder Leitung eine aufwendige **Anpassung** vorzunehmen, die

- für jeden Kanal die **Analog-Digital-Wandlung** (**A/D**)
- sowie die **Umsetzung der Kennzeichengabe** (**KZU**)
für jeweils 30 Nutzkanäle in 1 Signalisierungskanal (16. Zeitschlitz)

durchführt. Erst 1982 wurde es kostenmäßig möglich, im Hinblick auf eine gewünschte Digitalisierung im Gesamtnetz, alle übertragungstechnischen Neubaumaßnahmen grundsätzlich nur noch in PCM-Technik auszuführen.

Wegen der weiterhin genutzten analogen EMD-Vermittlungstechnik änderte sich an der analogen und impulsmäßigen Zeichengabe nichts. Auch die neu aufgekommenen "Pseudo-Tastenwahl-Apparate" signalisierten weiterhin noch mit IWW.

Die erforderliche aufwendige Analog/Digital-Umsetzung konnte erst ab Mitte der 80er Jahre vermieden werden, nachdem mit Einführung der **digitalen Vermittlungstechnik (DIV)** ein digitaler 64 kbit/s-Kanal des PCM-Systems systemgerecht ohne Veränderung in einem **neuartigen Zeitkoppelvielfach** vermittelt werden konnte (**Bild 1-3**). Die DIV-Eingangsschnittstelle entsprach dabei der übertragungstechnischen Schnittstelle von **2,048 Mbit/s**.

Diese Digitalisierung der Vermittlungstechnik war alleine schon aus Kostengründen aufgrund der technologischen Weiterentwicklung ein sinnvoller Schritt zur Modernisierung des Telefonnetzes. Gleichzeitig ist die Digitalisierung und der Einsatz von Rechnersteuerungen die **notwendige Voraussetzung**, neue und komplexere Dienste überhaupt und darüber hinaus auch preiswert anbieten zu können.

Bei der Teilnehmer-Zeichengabe konnten nun die echten Tastenwahl-Apparate systemgerecht im schnellen Mehrfrequenz-Wahlverfahren (**MFV**) signalisieren.

Entsprechend der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit der in den neuen Vermittlungssystemen eingesetzten Prozessrechner war es systemkonform, zwischen den Vermittlungsstellen die langsame, impulsmäßige und sprechkreisbezogene Zeichengabe IKZ 50 auf ein neues, leistungsfähiges, bitorientiertes System, das sogenannte **Zeichengabesystem Nr. 7** umzustellen (**Bild 1-4**).

Hierzu wurde ab 1989 neben dem Netz der Nutzkanäle ein **eigenes logisches Netz** nur für die Zeichengabe, das sogenannte **ZZK-Netz** (Zentrale Zeichenkanäle), aufgebaut.

Mit dieser Modernisierung wurde Schritt für Schritt ein **digitales Telefonnetz** mit schneller Zeichengabe von OVSt zu OVSt geschaffen.

Im Hinblick auf den politisch gewollten Wettbewerb nach der vollständigen Deregulierung zum 1.1.1998 hatte die Telekom als notwendige technische Vorleistung die **Digitalisierung des Telefonnetzes** mit hohen Investitionsaufwendungen zeitgerecht abschließen können. Bis Ende 1996 wurden das gesamte Fernnetz und bis Ende 1997 auch alle Ortsnetze **voll digitalisiert**, indem in einer 3-jährigen Crash-Aktion etwa 25 Mio Anschluss-Einheiten der alten, analogen EMD-Technik komplett ausgetauscht wurden.

Ein großer Teil der Anschlussleitungen wird jedoch weiterhin analog betrieben, solange daran noch analoge Endgeräte betrieben werden.

2 Weiterentwicklung zum ISDN

Der letzte Schritt bestand darin, auch auf der **Anschlussleitung** konsequent die **Digitalisierung**, sowohl für die Nutzdaten als auch für die Signalisierung in Form des D-Kanals, fortzuführen. Erst hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, unter Verwendung **neuer Endgeräte** eine Vielzahl von Anwendungen und Diensten in einem **integrierten Netz** (**ISDN = Integrated Services Digital Network**) mit neuen Leistungsstandards anzubieten.

Dieses "neue Netz" geht damit **ohne** besondere zusätzliche Infrastruktur im Wesentlichen durch Modernisierung aus dem bisherigen Telefonnetz hervor (**Bild 2-1**). Allein aus Kostengründen muss bei einer solchen Netzgröße der Übergang von einem analogen zu einem digitalen Netz durch den Carrier schrittweise und äußerst planungsintensiv durchgeführt werden. Alte, analoge Endgeräte können selbstverständlich im Rahmen einer "sanften Migration" über entsprechende Adapterschaltungen weiterbenutzt werden. Man spricht deshalb häufig auch vom Telefon- / ISDN-Netz bzw. vom PSTN- / ISDN-Netz.

Den neuen **ISDN-Teilnehmern** bietet das digitalisierte Netz durchgehend von Endgerät zu Endgerät eine digitale, 4-drähtige Verbindung für verschiedene Dienste. Eine eventuell notwendige Analog-Digital-Wandlung (z.B. der weiterhin analogen, menschlichen Sprache im Telefondienst) wird bereits im ISDN-Endgerät vorgenommen.

Analoge Teilnehmer, die an einer ISDN-fähigen DIV-VSt angeschlossen sind, werden technisch als **ANIS-TIn** (**AN**aloge **TIn** an einer **ISDN-fähigen TVSt**) bezeichnet. Sie partizipieren dabei inzwischen von vielen Merkmalen, die die Einzelkomponenten (Übertragungstechnik und rechnergesteuerte Vermittlungstechnik) des digitalen Netzes ohnehin bieten.

2.1 ISDN – Basis-Anschlüsse

Der neue **ISDN-Teilnehmer** erhält aus Dienstesicht die Möglichkeit, die bisher zum Teil in verschiedenen Netzen geführten Dienste für

- Sprache (bisher im analogen Telefonnetz)
- Daten (bisher über Modems oder in separaten Datennetzen)
- Text (angedachter Teletex-Dienst)
- Bild (angestrebtes Bildtelefon)

nun unter einer einheitlichen Rufnummer in 1 Netz abzuwickeln.

Die neuen **ISDN-Endgeräte** müssen hierzu über ein **Network Termination (NT)** an die weiterhin benutzbare Kupfer-Doppelader (**DA**), die jetzt allerdings digital genutzt wird, angebunden werden (**Bild 2-2**).

Nach dem vollständigem Ersatz der Analogen Vermittlungsstellen durch Digitale VSt muss für die große Zahl noch weiterhin vorhandener **Analog-Teilnehmer** eine ent-

sprechende Digital- / Analog-Wandlung (**D/A**) im Netz bereitgestellt werden. Ebenso ist eine Adaption in Form der **Terminaladapter** (**TA**) notwendig, wenn am ISDN-Basis-Anschluss auch noch ein alter, analoger Telefonapparat weiter betrieben werden soll.

Der **ISDN-Basisanschluss (BaAs)** besitzt an seinem **NT** (*exakt NTBA genannt*) zwei genormte Schnittstellen (**Bild 2-3**):

Folie 2-1

U_{k0} Schnittstelle zur VSt

über **1 Doppelader** (*mittels Gabelschaltung duplexmäßig genutzt*)

- 2 Nutzkanäle zu je 64 kbit/s (2 B - Kanäle)
- 1 Signalisierungskanal zu 16 kbit/s (1 D₁₆ - Kanal)
 - Brutto-Multiplexstrom von (144 + 16) kbit/s = **160 kbit/s**
 - zusätzliche 16 kbit/s für Synchronität und Prüfen
 - 4B3T-Code für gute Gleichstromfreiheit
 - Gleichstromspeisung des NT aus der VSt

S₀ Schnittstelle zu den Endgeräten (*gemäß I.430*)

über **2 Doppeladern** (*Hin- und Rückrichtung getrennt geführt*)

- **Mehrgeräte-Anschluss** mit passivem Bus für max. 8 Endgeräte
 - Brutto-Multiplexstrom (144 + 48) kbit/s = **192 kbit/s**
 - zusätzliche 48 kbit/s für Rahmenbildung, Geräteaktivierung, Zugriffssteuerung und guter Gleichstromfreiheit
 - modifizierter AMI-Code für exakte Gleichstromfreiheit
 - Gleichstromspeisung von max. 4 Endgeräten über den Phantomkreis (gebildet aus den beiden gedrillten Doppelader-Pärchen) aus dem Trafo des NT
- **Punkt-zu-Punkt-Anschluss** für kleine TK-Anlagen

Folie 2-2

Um den BaAs in beide Richtungen im **Duplexbetrieb** nutzen zu können, gibt es auf der **Anschlussleitung**, die aus **1 Doppelader** (DA) besteht, grundsätzlich 5 verschiedene Möglichkeiten für das Übertragungsverfahren:

- 4 Dr – Übertragungsverfahren (*dafür sind 2 DA nötig*)
 - 2 Dr – Übertragungsverfahren (*Verwendung von nur 1 DA*)
 - * Frequenz-Getrenntlage - Verfahren
 - * Zeit-Getrenntlage - Verfahren
 - * Gleichlage - Verfahren mit (individueller) Nachbildung in der Gabel
- ⇒ **Gleichlage-Verfahren mit Echokompensation** an der Gabel

Umfangreiche Versuche und Kostenabschätzungen führten dazu, dass sich die Telekom für das **Gleichlageverfahren** entschied. Um die vorhandene 2-Dr-Anschlussleitungen auch für ISDN-TIn nutzen zu können, muss an den beiden Enden eine Gabelschaltung mit einer möglichst exakten Leitungs-Nachbildung (betrieblich aber schwer realisierbar) eingesetzt werden.

Da Gabelschaltungen heute aber auch als elektronische IC-Schaltungen möglich sind, kann man ein mögliches Echo (hervorgerufen von der fehl angepassten Nachbildung oder Reflexionen in der Leitung) auch durch die zusätzliche Anwendung eines

⇒ adaptiven **Echokompensations-Verfahrens**

verhindern. Hierbei wird **jeweils in der Senderichtung** das gesendete und das empfangene Signal miteinander verglichen (ständige, adaptive Berechnung der Koeffizienten eines Transversalfilters = Tiefpass) und bei erkannten gleichen Anteilen (kohärente Signale) das wahrscheinliche **Echo** durch sofortiges, **gegenphasiges Einspeisen** nahezu ausgelöscht.

Dieses Verfahren stellt auf Grund der heutigen Bauelemente mit Transversalfiltern, die in hochintegrierten 1-Chip-Lösungen realisiert sind, die günstigste Möglichkeit dar.

Neben der Echokompensation führt das NT auch eine **Codewandlung** durch, da im Gegensatz zum relativ einfachen AMI-Code des S₀-Bus auf der **Anschlussleitung** ein **4B3T-Code** angewandt wird. Jeweils 4 Bit werden hierbei in ein 3-Band-Ternär-Signal gewandelt.

Damit wird auf der Anschlussleitung eine **künstliche Redundanz-Erweiterung** von 2⁴ auf 3³ geschaffen. Diese wird dafür genutzt, dass die Umcodierung tatsächlich nicht einstufig linear, sondern aus 4 verschiedenen Statustabellen, die über eine Folgestatus-Kennung verknüpft werden, ausgewählt wird. Insgesamt reduziert sich durch diese Art der Codierung die Grenzfrequenz auf 60 Hz und die Schrittgeschwindigkeit wird um 25% auf 120 kBaud gesenkt. Dies ermöglicht eine einfachere Realisierung der Echokompensatoren.

In den meisten anderen europäischen Ländern ist dagegen der **2B1Q-Code** üblich, bei dem jeweils 2 Bit in einen Quartär-Wert gewandelt werden. Dadurch wird die Schrittgeschwindigkeit sogar halbiert, was wiederum deutlich längere Anschlussleitungen mit Vorteilen in ländlichen Gebieten ermöglicht.

Auf den nun **digital genutzten Anschlussleitungen** (Asl) können ohne besondere Verstärkung Längen von etwa 5 km überbrückt werden. Damit ist sichergestellt, dass das seinerzeit für analoge Endgeräte konzipierte Anschlussleitungs-Netz ohne Einschränkungen weiterverwendet werden kann, da nur 0,5 % aller Asl länger als 8 km sind und 50 % sogar kürzer als 1,5 km. Nur für 5 % werden zusätzliche Zwischenverstärker notwendig.

Auf dem S₀-Bus werden jeweils für die Vorwärts- und die Rückwärtsrichtung neben der Netto-Bit-Rate der Anschlussleitung von 144 kbit/s (2 x 64 + 16) weitere 48 kbit/s, also **insgesamt 192 kbit/s** übertragen.

Diese 48 kbit/s dienen dazu, zusätzliche **Rahmentaktungen** einzufügen (bei einer Rahmenlänge von 48 Bits mit 250 µs Rahmendauer), **Geräte-Aktivierungen** zu melden, die **Kollisionssteuerung** mittels D- und E-Bit für den D-Kanal-Zugriff zu ermöglichen sowie die einzelnen 8-Bit-Informationsworte der Nutzkanäle durch ein **gerades Parity-Bit** jeweils so zu ergänzen, dass ein **fast gleichstromfreier** Signalfluss ent-

steht, um bei Bedarf die unten näher beschriebene gleichstrommäßige Speisung der Endgeräte über den S_0 -Bus zu ermöglichen.

Auf dem S_0 -Bus wird ein **modifizierter AMI-Code** (*Pseudo-Ternär-Code*) angewandt.

*Hierbei wird die logische "1" mit 0 Volt und die logische "0" alternierend mit + 750 mV oder mit - 750 mV übertragen. Damit wird auf dem S_0 -Bus noch **zusätzlich** zu der Parity-Bildung der Nutzworte auch durch den Übertragungscode selber eine **gleichstromfreie Signalübertragung** erreicht.*

Hinter dem Netzabschluss NT sind beim Teilnehmer an der sogenannten S_0 -Schnittstelle grundsätzlich unterschiedliche Installationsarten möglich. Die Telekom hat sich entschieden, beim ISDN-Basis-Anschluss einen **passiven Bus** zu verwenden, an dem bis zu 12 ISDN-Steckdosen mit maximal 8 Endgeräten anschließbar sind (**Bild 2-4**). Durch die Verwendung von 2 Doppeladern für den S_0 -Bus ist eine **einfache 4-Draht-Führung** mit getrennter Vorwärts- und Rückwärtsrichtung möglich. Die Buslänge sollte wegen der Laufzeitbedingungen maximal 100 m betragen.

Die Stromversorgung so vieler Endgeräte kann selbstverständlich nicht mehr zentral aus der TVSt bereitgestellt werden. Vielmehr muss nun die **Speisung der Endgeräte** unmittelbar **beim Kunden** und somit **dezentral** erfolgen.

*Hierzu wandelt ein Trafo innerhalb des NT aus dem 220 V Wechselstrom-Netz- einen 12 V Gleichstrom, der dann über den **Phantomstromkreis** des S_0 -Busses, gebildet aus den beiden jeweils in sich verdrehten Doppeladern (Typ Twisted Pair, ohne Abschirmung), maximal 4 einfache ISDN-Endgeräte versorgen kann. Darüber hinaus angeschlossene Endgeräte benötigen stets eine eigene Stromversorgung.*

Lediglich das NT selber wird als Abschlusseinrichtung des Netzes von der TVSt aus über die Anschlussleitung direkt gleichstrommäßig gespeist.

Um im Falle eines 220 V- Ausfalls des Stromnetzes weiterhin eine Mindestbetriebsbereitschaft für Notrufe zu haben, kann darüber hinaus auch 1 vorbestimmter (**notstromfähiger**) **Telefonapparat** durch Speisung von der TVSt aus weiterhin betriebsbereit gehalten werden.

Um nicht für alle Anwendungen neue, ISDN-fähige Endgeräte kaufen zu müssen, können an einem ISDN-Anschluss vorhandene, alte Endgeräte über sogenannte **Terminal Adapter (TA)** weiterverwendet werden. Diese TA setzen das jeweilige Protokoll des vorhandenen, analogen Endgerätes auf das D-Kanal-Protokoll um. Für die Nutzdaten führen sie die notwendige Wandlung von Analog / Digital durch.

Da der Endgerätemarkt ohnehin schon lange liberalisiert ist, besteht seitens der Industrie jede Möglichkeit, entsprechend den Marktbedürfnissen und Marktchancen bisherige Einzel-Endgeräte zu komplexen **Mehrdienste-Endgeräten** zu integrieren und diese auch mit Zusatzfunktionen und sonstigen Features auszustatten.

2.2 ISDN – Primärmultiplex-Anschlüsse

Neben dem Basisanschluss mit 2 digitalen Nutzkanälen gibt es zur Anschaltung **großer TK-Anlagen** die Möglichkeit, einen **Primärmultiplex-Anschluss (PMxAs)** an der ISDN-TVSt anzuschließen. Dieser entspricht im wesentlichen einem kompletten PCM-System mit 2 Mbit/s gemäß ITU-T G.703 und G.704.

Das NT (exakt NTPM genannt) für diese Anschlussart besitzt die Schnittstellen:

Folie 2-3

U_{K2} Schnittstelle zur VSt

über **2 DA** oder 2 Glasfasern

- 30 Nutzkanäle zu je 64 kbit/s (**30 B - Kanäle**)
- 1 Signalisierungskanal zu 64 kbit/s (**1 D₆₄ - Kanal**)
 - Multiplexstrom von 2,048 kbit/s im HDB3-Code, auf Glasfaser jedoch im 1T2B-Code

S_{2M} Schnittstelle zur TK-Anlage

- **Punkt-zu Punkt-Anschluss** für TK-Anlagen
 - Multiplexstrom von 2,048 kbit/s auf 2 DA
 - Speisung des NT durch TK-Ankage auf zusätzlicher DA

Um wahlweise Kupfer- oder Glasfaser-Anschlussleitungen verwenden zu können, wird hier ein abgewandelter AMI-Code, der sogenannte **HDB3-Code** (*High Density Bipolar Third Grade*) verwendet, der es ermöglicht, bei Glasfaserübertragung das Ternär-Wort wieder leicht in ein 2-bit-Wort zu wandeln (**1T2B-Code**), da die optische Übertragung natürlich keinen "negativen" Werte wie bei Stromspannungen kennt, sondern nur die beiden Zustände "Licht an" und "Licht aus".

3 Dienste im ISDN

Die Verbesserungen und **Vorteile für ISDN-Kunden (Bild 3-1)** ergeben sich vor allem aus der von Teilnehmer zu Teilnehmer durchgehend hohen Übertragungsgeschwindigkeit von 64 kbit/s je Nutzkanal sowie des schnellen Signalisierungs-Kanals. Daneben werden auch gerne die zusätzlichen Dienstmerkmale genutzt und die insgesamt möglichen Kosteneinsparungen realisiert.

Am augenscheinlichsten für die Kunden haben sich jedoch die **Übertragungszeiten** für typische Anwendungen drastisch bis in den Sekundenbereich **reduziert**:

Folie 3-1

- | | | |
|---|-----------|-------------------|
| • Verbindungsaufbauzeit
(gegenüber IKZ 50) | < 1s | 20 x schneller) |
| • G4-Fax-Seite
(gegenüber G3-Fax) | < 10 s | 6,6 x schneller) |
| • Datenübertragung
(gegenüber 9 600 bit/s-Modem) | 64 kbit/s | 6,6 x schneller) |
| • Btx-Seite
(gegenüber 1 200 bit/s-Modem) | > 1 s | 53 x schneller) |

Die deutlich verkürzte Verbindungsaufbauzeit kommt auch den analogen Teilnehmern im kombinierten Telefon- / ISDN-Netz zu Gute.

Grundsätzlich kann ein ISDN-Anschluss wahlweise für **2 Dienstetypen** genutzt werden (**Bild 3-2**):

- **Bearer Services** Transportdienste
- **Tele Services** standardisierte Dienste

Beim reinem **Bearer Service** erfolgt nur der Verbindungsaufbau in einer regulierten Form (*nur die definierten Schichten des Transport-Layers werden genutzt*) . Anschließend steht der Kanal, so wie bei einer Festverbindung (*Mietleitung, Leased Line*) auch, dem Kunden als reines Transportmittel **transparent** (z.B. für Sprache und Daten) zur Verfügung. Alle Anforderungen bzgl. der Dienste- und Sicherheitsaspekte muss der Teilnehmer in seiner Applikation selber realisieren.

Bei den üblicherweise genutzten **Tele Services** wird statt des reinen Transportes ein regulierter Dienst mit Dienstqualität und einer ganzen Palette von weiteren Dienstmerkmalen angeboten, die dann aber auch im **Endgerät** implementiert sein müssen. Zur Realisierung dieser Merkmale muss das Protokoll durchgängig end-to-end verwendet werden, also im D-Kanal (*auf der Anschlussleitung*) und weiterführend dann im ISDN User Part (*im Netz des Carriers*).

Um die Portabilität und Kosten der Endgeräte zu verbessern, ist es ein erklärtes Ziel, zumindest ein Grundangebot von Merkmalen **länderübergreifend** anzubieten. Dies erfolgte 1993 durch die Einführung des **EURO-ISDN-Protokolls**, auch bekannt unter dem Namen **DSS 1** (= *Digital Subscriber System No. 1*).

Wegen ihrer Vorreiterrolle bei der ISDN-Einführung war die Telekom 1988 gezwungen gewesen, zunächst eine **nationale Variante** des D-Kanal-Protokolls einzuführen, wel-

4 Zugriffssteuerung auf den D-Kanal

Bei einem bisherigen analogen Einzelanschluss ist die Signalisierung über die nur diesem einen Telefonapparat zugeordnete Anschlussleitung zur Vermittlungsstelle hin natürlich unproblematisch, da sprechkreisgebunden die Informationen nur für diesen 1 Anschluss mit **1 aktiven Endgerät** übertragen werden.

Bei einem **ISDN-Basis-Anschluss** dagegen können wegen der großen Zahl von 8 Endgeräten, die theoretisch alle zur selben Zeit versuchen könnten, Zeichengabe-Informationen über das NT zur Anschlussleitung abzuschicken, Probleme auftreten. Deshalb muss hier auf dem gemeinsamen S_0 -Bus eine eindeutige **Zugriffssteuerung auf den D-Kanal** definiert sein. Vom Grundsatz her gibt es dazu 3 gängige Verfahren:

- **zyklische** Zuteilung des D-Kanals (*polling*)
- **zentrale** Zuteilung des D-Kanals
- **dezentrale** Zuteilung des D-Kanals mit Kollisionssteuerung

Folie 4-1

Beim **S_0 -Bus** des ISDN-Anschlusses wird dabei, ähnlich wie auch bei Local Area Networks (LAN), eine sich selbst steuernde **dezentrale Zuteilung mit Kollisionssteuerung** verwendet. In vereinfachter Darstellung läuft diese wie folgt ab:

Jede aktive Sendeschaltung eines Endgerätes setzt in jeder Steuernachricht zusätzlich das sogenannte D-Bit auf "**0**". Das NT gibt für jede im gemeinsamen D-Kanal weitergeleitete Nachricht eines Endgerätes über den sogenannten "**Echokanal**" in Form des E-Bits **diese "0"** an alle Endgeräte am S_0 -Bus zum "Mitlesen" **zurück**.

Bei Nachrichten, die das NT im D-Kanal **nicht** über die Anschlussleitung zur TVSt absenden kann, weil in diesem Augenblick gerade andere Endgeräte Steuernachrichten absetzen, **verändert** das NT dieses "Echo-Bit" **auf "1"**. Jedes Endgerät, das nun "*sein gespiegeltes D-Bit*" als auf "1" geändert erkennt, **stoppt** daraufhin sofort die weitere Aussendung von Signalisierungs-Informationen und muss die **letzte Nachricht** zu einem späteren Zeitpunkt (Random-Zeitwert wird gesetzt) **wiederholen**.

Diese zusätzlichen Bits sind u.a. Teil des zusätzlichen 48 kbit/s-Datenstroms auf dem S_0 -Bus.

Die tatsächliche Kollisionssteuerung läuft etwas komplizierter ab, da die verschiedenen Endgeräte zusätzlich noch eine wechselnde Prioritätensteuerung durchführen.