

# 1 ISDN Grundlagen

1	ISDN Grundlagen.....	1
2	Entwicklung.....	2
3	Grundlagen .....	2
3.1	Vorteile .....	3
3.2	S0-Bus (Basisanschluß).....	3
3.3	Protokolltypen .....	5
3.4	Aufbau und Funktion eines ISDN-Adapters (Basisanschluß).....	6
3.5	allg. Methoden des Multiplexing.....	7
3.6	Inverse Multiplexing .....	8
3.7	Switching .....	9
3.8	Rate Adaption .....	10
4	Abkürzungen.....	10
5	Zusätzliche Links im Web .....	11
6	Informationen über Dokument .....	11

## 2 Entwicklung

Digitale Übertragung auf Verbindungsleitungen zwischen Umschalteneinheiten der Telefongesellschaften, das sind die sog. Switches, gibt es eigentlich schon seit den 60er Jahren. Heute beruhen nahezu alle diese Verbindungen auf digitaler Übertragungstechnik. Letztlich bleiben nur die Leitungen zu den Kunden auf analoger Basis. Aufgrund zunehmender Vernetzung von Computern bemühte man sich dann in den 80er Jahren um ein einheitliches digitales Netz zur Sprach- und Datenübertragung. Das Ergebnis dieser Bestrebungen ist die Technologie ISDN. Die Standardisierung dieser erfolgte unter der Leitung der ITU (International Telecommunications Union), auch als CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) bekannt, einer Organisation der United Nations. Die Grundlage für diese Standardisierung bilden Richtlinien aus dem Jahre 1984 (CCITT Recommendation I.120).

## 3 Grundlagen

ISDN steht für **I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork, woraus man auf einen Anspruch auf vielfältige Verwendbarkeit dieser Technologie und ihrer streng digitalen Umsetzung schließen kann. Eine ISDN-Leitung besteht grundsätzlich aus einem Signalkanal (D(ata)-Channel) und mehreren Datenkanälen (B(earer)-Channels). Die Bandbreiten der unterschiedlichen Kanäle sind hier abhängig vom jeweiligen Landesstandard. Informationen dazu findet man auf den Internetseiten lokaler Telefongesellschaften. Der Signalkanal übernimmt dabei die Protokollierung bzw. Steuerung der Verbindung. Übertragen wird damit z.B. die Identität des Anrufers und um welche Dienstekennung (Art des rufenden Gerätes) es sich handelt, sodaß beispielsweise kein Modem mehr fälschlicherweise mit einem Telefon verbunden wird. Mit Hilfe der Datenkanäle werden dann die eigentlichen Informationen transportiert. Prinzipiell bieten die Telefongesellschaften zwei mögliche Anschlußarten für ISDN:

### a) Basisanschluß (**B**asic **R**ate Interface):

ein Signalkanal a 16Kbps

zwei Datenkanäle a 56/64Kbps

Verwendung: Fax, Telefon und PC

### b) Primärmultiplexanschluß (**P**rimary **R**ate Interface):

ein Signalkanal a 56/64Kbps

23/30 Datenkanäle a 56/64Kbps

Verwendung: Verbindung mehrerer LAN, Digital Information Provider, Telefonnetze größerer Unternehmen, Integration von LAN in WAN.

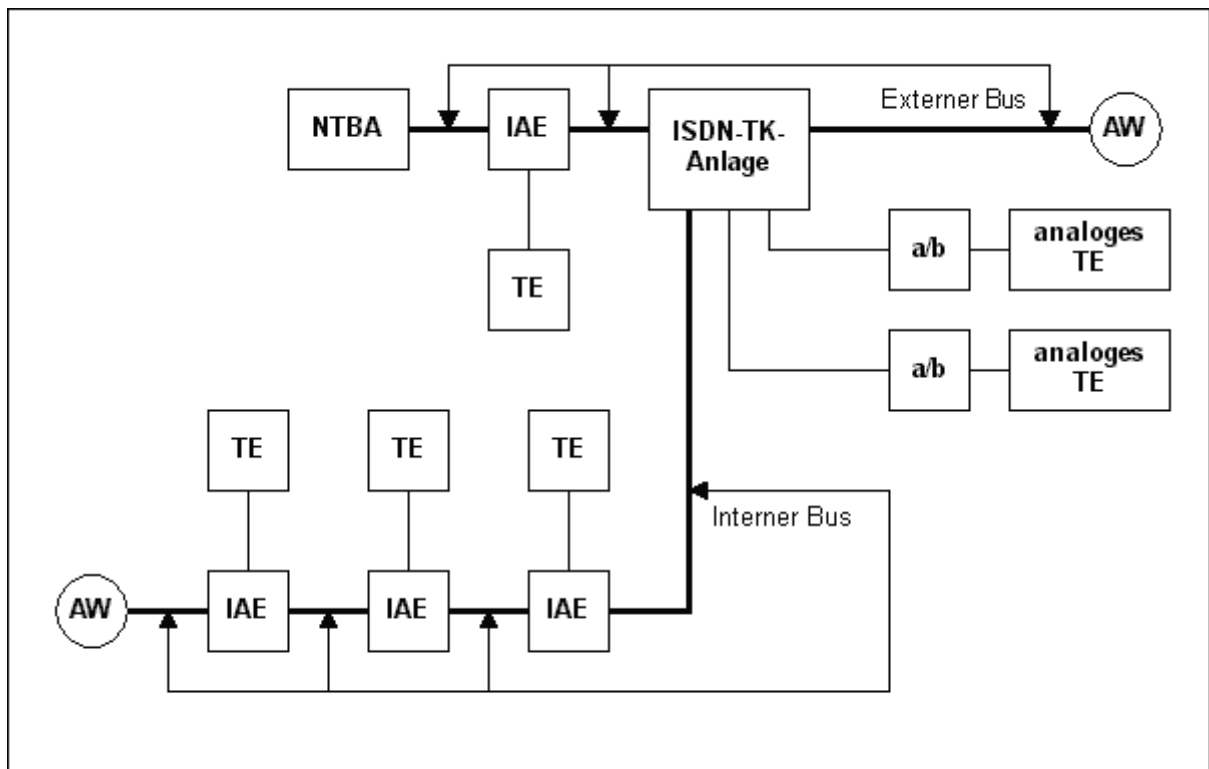
### 3.1 Vorteile

Hierbei sind vorrangig vier Punkte anzuführen (bzgl. Basisanschluß):

- mögliche Datendurchsatzraten von bis zu 128 Kbps, die sich bei der kombinierten Verwendung von zwei Datenkanälen aus deren Einzelkapazität von 64 Kbps ergeben
- gleichzeitige Verwendung von zwei ISDN Geräten, wobei jedem der beiden ein Datenkanal zugewiesen wird
- sehr schneller Verbindungsaufbau aufgrund des separat geführten Signalkanals, über welchen die komplette Protokollierung abgewickelt wird
- durch die digitale Übertragung von Daten kann eine hohe Qualitätssicherheit dieser garantiert werden.

### 3.2 S0-Bus (Basisanschluß)

Ein NTBA () bildet den Abschluß der Leitungen des ISDN-Netzes der jeweiligen Telefongesellschaft (auf der Seite des Kunden). An diesem befinden sich mehrere Anschlußbuchsen, an die man ISDN-fähige Geräte anschließen kann. Die Integration von alten analogen Geräten gelingt unter Verwendung eines a/b-Wandlers, der analoge Signale in digitale transformiert und umgekehrt. Leider ist die Länge der ISDN-Anschlußkabel auf 10m beschränkt, sodaß logischerweise keines dieser Geräte mehr als 10m vom NTBA entfernt sein kann. Zur Lösung dieser Problematik besteht die Möglichkeit des Verlegens eines sogenannten S0-Busses, bestehend aus einem 4-adrigen Kabel. Bedingung ist jedoch, daß sich alle an diesem Bus angeschlossenen Geräte hintereinandergereiht an einem Strang befinden. Nicht erlaubt sind deshalb Stern- und Ringtopologien sowie Verzweigungen. Außerdem ist zu beachten, daß die Enden des S0-Busses einer Terminierung unterliegen müssen, die durch zwei AW (**A**bschluß**W**iderstände) realisiert wird. Der NTBA kann, wenn notwendig, auch als AW fungieren. Allgemein werden zwei Varianten der Busverkabelung umgesetzt, welche weiter unten erläutert werden. Die Begriffe **interner und externer S0-Bus** sollen nicht unerwähnt bleiben. Beide kann man durch die Art der Kommunikation zwischen zwei angeschlossenen Geräten, falls diese überhaupt möglich ist, charakterisieren. Der Bus, an dem auch der NTBA angeschlossen ist, wird als externer bezeichnet. Kommunizieren z.B. zwei Telefone über diesen, werden dafür Ortsgebühren berechnet. Befindet sich am externen Bus (zusätzlich zu den normalen Geräten oder auch alleinstehend) eine ISDN-TK-Anlage (**T**ele**K**ommunikationsanlage), die wiederum den externen Bus weiterführt, so bezeichnet man den durch die ISDN-TK-Anlage aufgebauten Bus als einen internen. Am internen Bus können, abhängig von der Kapazität der ISDN-TK-Anlage, mehrere Geräte angeschlossen werden. Die Kommunikation unter diesen Geräten erfolgt dann ohne Verwendung der Kanäle zur Vermittlungsstelle, somit fallen keine Gebühren an. An eine Analog-TK-Anlage können auch direkt alte analoge Geräte angeschlossen sein, ohne daß dafür ein a/b-Wandler eingesetzt werden muß. Diese Funktionalität übernimmt die Analog-TK-Anlage. Kombinierte TK-Anlagen, deren Spektrum ISDN und analoge Übertragung umfaßt, sind auch erhältlich.

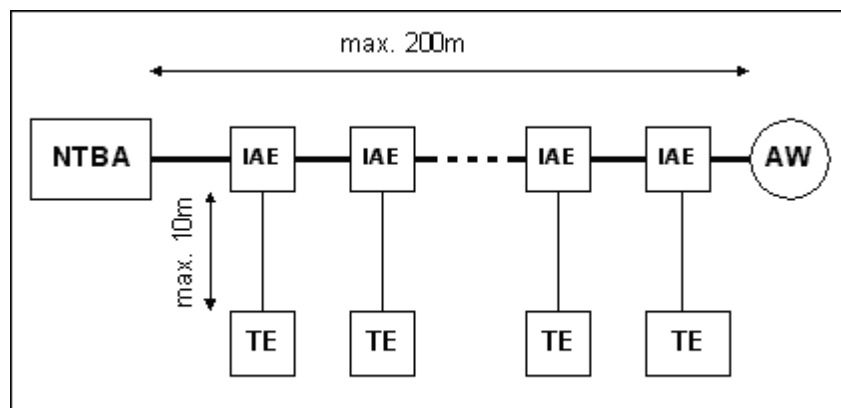


**Interner/Externer Bus**

**Abbildung 3-1: Interner & Externer Bus**

**a) Kurzer passiver S<sub>0</sub>-Bus**

Zeichnet sich durch eine maximale Anzahl von 12 IAE (ISDN-Anschluß-Einheiten) aus, an denen aber nur 8 TE (Teilnehmer-Endgeräte) angeschlossen sein dürfen. Die Länge des S<sub>0</sub>-Busses liegt dann bei höchstens 200m. Diese Angaben gelten für die Terminierung sowohl über zwei Abschlußwiderstände, als auch über die Kombination NTBA/Abschlußwiderstand.



**Kurzer passiver S<sub>0</sub>-Bus**

**Abbildung 3-2: Kurzer/Passiver S<sub>0</sub> Bus**

**b) Erweiterter passiver S<sub>0</sub>-Bus**

Möglich sind bei dieser Konstellation 4 IAE, die jedoch voll - also mit 4 TE - belegt werden können. Die maximale Länge des S<sub>0</sub>-Busses kann dadurch um 300m auf 500m erweitert werden. Lediglich der Abstand zwischen der ersten am Bus befindlichen IAE, die sozusagen direkt auf den NTBA folgt, und dem AW ist auf 50m beschränkt. Sinnvoll ist diese Variante,

wenn zwischen NTBA und den IAE eine größere Distanz zurückzulegen ist. Um dieses Problem zu vermeiden, kann auch die Leitung der Telefongesellschaft zum NTBA verlängert werden, woraus ein kürzerer S<sub>0</sub>-Bus resultiert.

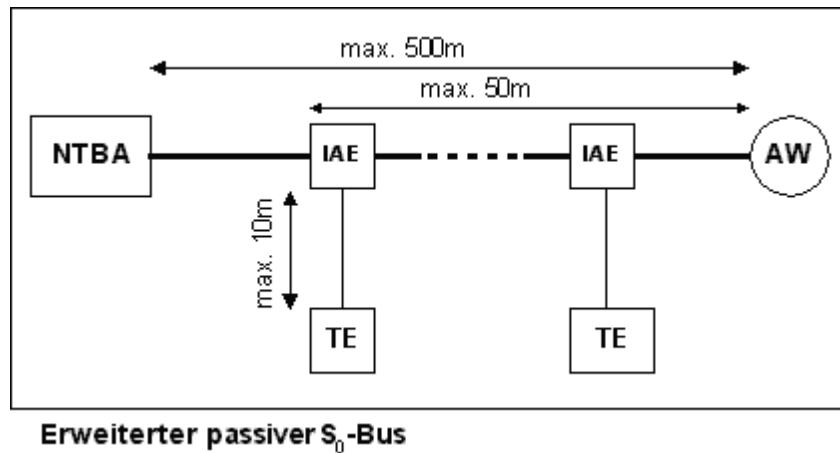


Abbildung 3-3: Erweiterter So Bus

### 3.3 Protokolltypen

#### a) Protokolle für den Signalkanal

Bezeichnung	Einsatzgebiet
1TR6	Deutschland
TPH 1962	Australien
5ESS	USA (AT&T)
E-DSS1	Euro-ISDN-Protokoll
VN4	Frankreich
INS-Net 64	Japan, Hongkong
NI	USA (National ISDN 1)

#### b) Protokolle für den Datenkanal

Bezeichnung	Beschreibung
HDLC	
V.110	Rate Adaption (Europe)
V.120	Rate Adaption (USA)
V32.bis	analoge Verbindungen über ISDN
V34.bis	analoge Verbindungen über ISDN
X.25	Standard
X.75	Standard

### 3.4 Aufbau und Funktion eines ISDN-Adapters (Basisanschluß)

Es gibt zwei verschiedene Typen ISDN-Adapter: aktive (intelligente) und passive. Intelligente Karten verfügen über einen DSP (**D**igital **S**ignal **P**rocessor), welcher den Vorteil mit sich bringt, daß die Protokollbearbeitung nur teilweise vom Prozessor des Rechners übernommen werden muß. Bei passiven Adaptern hingegen muß die gesamte Protokollierung durch den Systemprozessor erfolgen, was einen nicht unerheblichen Rechenaufwand mit sich bringt. Der nachfolgende Inhalt bezieht sich auf den aktiven ISDN-Adapter **DIVA Pro 2.0** (Eicon/Diehl) beziehen:

#### a) Aufbau

Busformate: ISA, PCI

Schnittstellen: S0 (RJ45), Voice Interface

Prozessor: Digitaler Signalprozessor (133 MHz, 33 MIPS)

Speicherausstattung: 80Kb

Plug&Play: wird unterstützt

Stromsparmmodus: wird unterstützt

Trace für B- und D-Kanal: wird unterstützt

Bemerkungen: Um ohne jegliche Konfiguration der Hardwareressourcen auszukommen, muß zusätzlich zum Adapter auch das Betriebssystem Plug&Play unterstützen. Die hardwaremäßige Integration einer Überwachung (Trace) der Kanäle kann bei Problemen hervorragend zur Bestimmung deren Ursache(n) eingesetzt werden. An das Voice Interface (auch als POTS Option bezeichnet) können über a/b-Wandler (max. zwei Anschlüsse) folgender Gerätetypen angeschlossen werden: Telefon (Mehrfrequenzwahlverfahren), Fax und Anrufbeantworter.

#### b) Funktion (Treiberkomponenten)

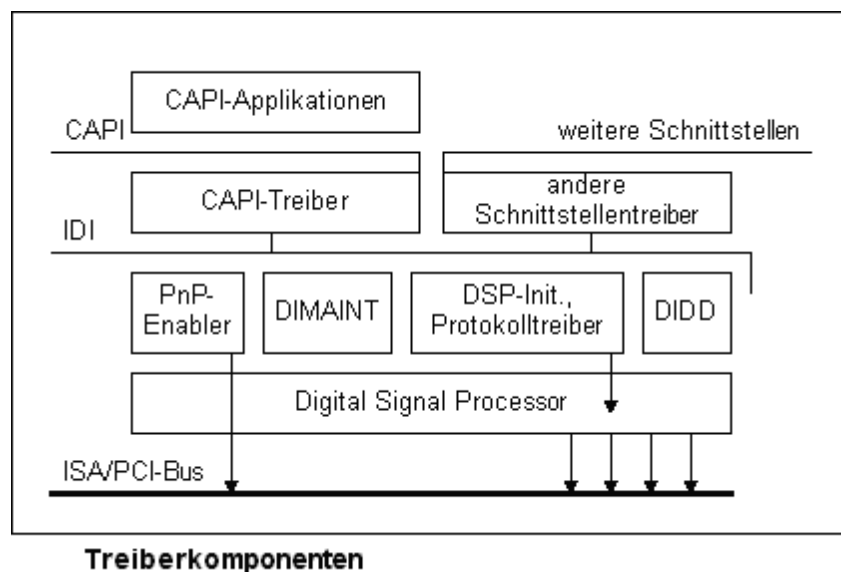


Abbildung 3-4: Funktion Treiberkomponenten

Bemerkungen: Der PnP-Enabler konfiguriert die Hardware des ISDN-Adapters. DIMAINT (Eicon.**DI**ehl **MA**Inte**N**ance **T**ools) bilden die Grundlage für eine Fehlerbeseitigung, indem sie fortlaufend alle Ereignisse auf der Karte in deren Speicher schreiben. Für die Abarbeitung der Protokolle der beiden Kanaltypen ist der Protokolltreiber verantwortlich. Die Karte unterstützt die verschiedensten länderspezifischen Protokolle. DIDD (**D**irect **I**nterface **D**evice **D**river) stellt das IDI (**I**SDN **D**irect **I**nterface) bereit. Der CAPI-Treiber (**C**ommon **I**SDN **A**pplication **P**rogramming **I**nterface) baut die plattformübergreifend standardisierten Applikationsschnittstellen auf. Parallel zum CAPI können zusätzliche Schnittstellentreiber verwendet werden.

### 3.5 allg. Methoden des Multiplexing

Das zeitgleiche Zusammenlegen von mehreren Kanälen auf eine Leitung wird als Multiplexing verstanden. Im folgenden sind die verschiedenen Arten beschrieben:

**a) Frequenz-Multiplexing (Frequency Division Multiplexing):**

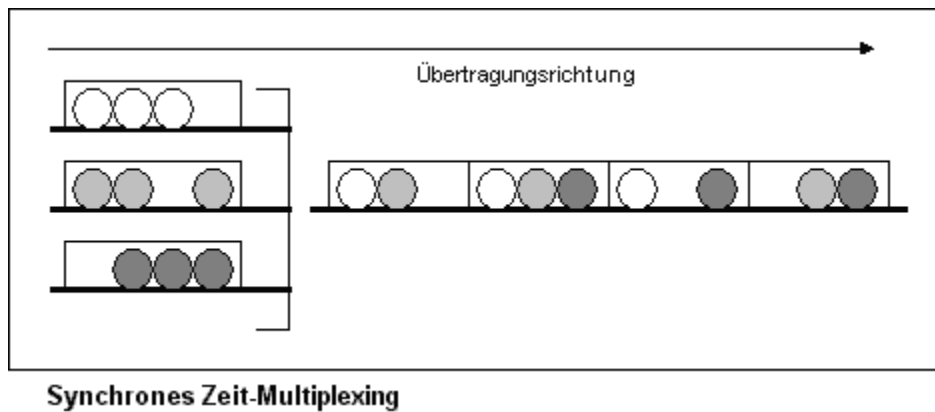
Wurde erstmals 1930 verwendet. Bei diesem Verfahren werden die analogen Signale der verschiedenen Kanäle auf unterschiedliche Trägerfrequenzen einer Leitung aufmoduliert. Jeder Kanal erhält eine andere Frequenz. Um Überlagerungen bzw. Störungen zu vermeiden, müssen gewisse Abstände zwischen den einzelnen Frequenzbändern eingehalten werden. Dies limitiert natürlich die Bandbreite. Nach erfolgter Übertragung werden die Signale durch Demodulation wieder getrennt.

**b) Zeit-Multiplexing (Time Division Multiplexing):**

Wird seit 1970 (Beginn der Digitalisierung des Telefonnetzes) eingesetzt. Im Gegensatz zum Frequenz-Multiplexing werden die ankommenden Signale eines Kanals via Analog-Digital-Wandler digitalisiert und in kleinere Einheiten zerteilt, die dann stückweise jeweils mit Einheiten anderer Kanäle übertragen werden. Am Ziel angekommen werden die einzelnen Einheiten wieder zusammengesetzt und in analoge Signale zurückgewandelt. Vorteilhaft ist bei dieser Methode, daß Mindestabstände jeglicher Form nicht mehr zu berücksichtigen sind. Somit hat eine solche Übertragung eine wesentlich höhere Datendurchsatzrate aufzuweisen als bspw. eine Übertragung auf Basis des obigen Verfahrens. Zudem lassen sich digitale Signale durch sogenannte Regeneratoren (Repeater) auffrischen, womit das Problem des Nachlassens der Qualität der Daten nach längeren Übertragungswegen gelöst ist. Generell wird beim Zeit-Multiplexing zwischen den im folgenden beschriebenen beiden Verfahren unterschieden:

**c) Synchrones Zeit-Multiplexing**

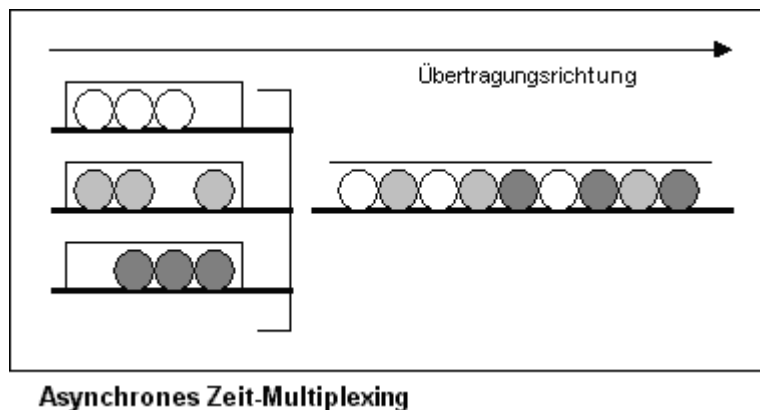
Dieses Verfahren (es findet bei ISDN Verwendung) bewirkt einen konstanten Datenstrom auf einem für die Dauer der Verbindung festen Kanal. Dieser resultiert aus dem gleichmäßigen Aufteilen des Datenstromes in Übertragungsrahmen (frames). Ein Übertragungsrahmen enthält Daten jedes eingehenden Kanals aus einer Zeiteinheit, gleichgültig ob während dieser Periode Pakete zu übertragen waren oder nicht. Jedem Kanal wird dafür ein Zeitschlitz (slot) innerhalb des Übertragungsrahmens zugeordnet.



**Abbildung 3-5: Synchrones Zeit-Multiplexing**

### Asynchrones Zeit-Multiplexing

Datenströme auf Verbindungen zwischen mehreren Rechnern weisen leider keine stetigen Datenmengen auf, wie sie z.B. beim Telefonieren der Fall sind. Solche Datenströme haben in erster Linie eine ungünstige Eigenschaft: das Fluktuieren. Verwendet man dafür das synchrone Zeit-Multiplexing, wird man in jedem Fall die vorhandene Bandbreite verkleinern, da auch Freiräumen auf eingehenden Kanälen Zeitschlitze zugeordnet werden (siehe oben). Stattdessen werden die ankommenden Pakete mit Kanalnummern versehen und aneinandergereiht versendet, wobei keine bestimmte Ordnung vorgesehen ist. Freiräume können somit von anderen Kanälen genutzt werden.



**Abbildung 3-6: Asynchrones Zeit-Multiplexing**

## 3.6 Inverse Multiplexing

Werden schnelle Verbindungen mit sehr großer Bandbreite benötigt (mehr als 56/64Kbps), besteht die Möglichkeit mehrere Datenkanäle zu einer sogenannten Big Pipe zusammenzulegen, was den Vorteil birgt, daß die gesamte Pipe wie ein einzelner Datenkanal behandelt werden kann. Hierfür werden folgende drei Methoden verwendet:

### a) Bonding:

Bonding (**B**andwidth **O**n Demand **I**nteroperability **G**roup) ist die wohl gebräuchlichste Methode. Sie ist außerhalb der ISDN-Architektur implementiert, sodaß lediglich die Endpunkte einer solchen Verbindung diese als Ganzes betrachten können, für das ISDN-Netz jedoch gibt es dabei nur separate Verbindungen. Unterstützt werden bis zu 63 kombinierte 56/64Kbps-Datenkanäle.



**b) Multilink PPP:**

Die zweite Methode, Datenkanäle zusammenzulegen, ist Multilink PPP, die jedoch nur bei IP-Verbindungen (Internet Protocol) Verwendung findet. Durch den PPP-Standard ist es ebenso möglich mehrere separate physikalische Verbindungen als einzelne logische zusammenzufassen. Wie auch beim Bonding arbeitet diese Methode außerhalb der ISDN-Architektur.

**c) Multirate Service:**

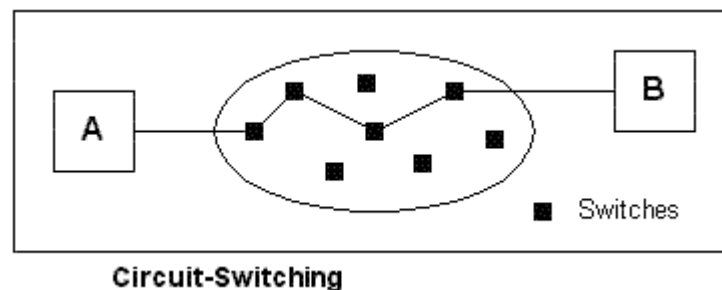
Die neueste, aber teuerste Methode, die vor allem bei Primärmultiplexanschlüssen verwendet wird. Im Gegensatz zu den beiden oben beschriebenen kann hiermit eine einzelne Verbindung "beliebiger" Bandbreite ( $n$  mal 56/64Kbps) innerhalb des ISDN-Netzes bereitgestellt werden.

### 3.7 Switching

Die Art und Weise, wie Daten durch ein Netzwerk geleitet werden, wird als Switching (Verteilen) bezeichnet. ISDN implementiert dabei hauptsächlich zwei unterschiedliche Methoden:

**a) Circuit-Switching:**

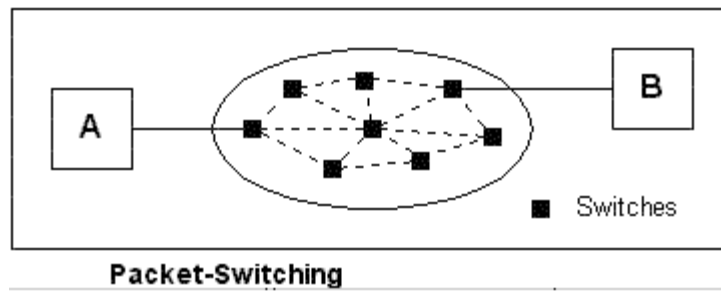
Hierbei wird eine stetige Verbindung (Circuit) zwischen rufendem und gerufenem Gerät aufgebaut. Die verwendete Kapazität kann jedoch nicht mit anderen Verbindungen geteilt werden. Sie ist erst wieder verfügbar, wenn die Verbindung getrennt wurde. Diese Methode ist dann sinnvoll, wenn Daten ohne Verzögerung zum Empfänger gelangen sollen (z.B. Sprache). Leider stellt man hierbei im allgemeinen mehr Kapazität zur Verfügung als für die Verbindung notwendigerweise gebraucht wird, da die durchfließende Datenmenge keinesfalls konstant bleibt.



*Abbildung 3-7: Circuit Switching*

**b) Packet-Switching:**

Im Gegensatz zum Circuit-Switching wird die zu versendende Datenmenge in einzelne Einheiten (Packets) aufgetrennt. Außerdem werden in jede Einheit noch zusätzliche Informationen wie Sender, Empfänger und Angaben dazu, an welcher Stelle der zu bildenden Datenmenge die jeweilige Einheit einzufügen ist, integriert. Verteiler (Switches) innerhalb des Netzes entscheiden (abhängig von der Auslastung der an sie angeschlossenen Leitungen) welchen Weg die zu übertragende Einheit nehmen wird. Es wird zu keiner Zeit eine direkte, stetige Verbindung aufgebaut. Das bedeutet auch, daß die einzelnen Einheiten unterschiedliche Wege zum Empfänger zurücklegen können. Vorteilhaft bei dieser Methode ist die enorme Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite. Diese bezahlt man jedoch mit einer verzögerten Datenübertragung aufgrund differierender Durchsatzraten. Somit ist es nicht unbedingt sinnvoll, beispielsweise Sprach- und Videodaten auf diese Art und Weise transportieren zu lassen.



*Abbildung 3-8: Packet Switching*

### 3.8 Rate Adaption

Wenn Daten eines analogen Modems, welches bspw. eine Bandbreite von 33Kbps aufweist, über ISDN transportiert werden sollen, müssen diese in den 64Kbps-Datenstrom des B-Kanals eingebunden werden. Dieser Vorgang wird als Rate Adaption bezeichnet. Die gebräuchlichsten Standards dafür sind V.110 und V.120, wobei V.120 deutliche Vorteile gegenüber dem älteren Protokoll hat. Ein wichtiger ist dabei die Unterstützung einer Fehlerkorrektur. Beide Protokolle unterstützen das Multiplexing mehrerer Datenströme kleinerer Bandbreite. Allgemein wird V.110 für synchrone und V.120 eher für asynchrone Datenmengen verwendet. Bem.: Die Umwandlung der analogen Signale des Modems in digitale erfolgt mittels eines a/b-Wandlers.

## 4 Abkürzungen

- 1TR6** - Protokoll für D-Kanal
- 5ESS** - Protokoll für D-Kanal
- B(earer)-Channel** - Datenkanal (B-Kanal)
- Big Pipe** - aus mehreren Datenkanälen zusammengesetzte Leitung
- Bonding** - Art des Multiplexings
- BRI** - Basic Rate Interface - Basisanschluß
- CAPI** - Common ISDN Application Programming Interface - standardisierte Applikationsschnittstelle
- CCITT** - International Telephone and Telegraph Consultative Committee
- D(ata)-Channel** - Signalkanal (D-Kanal)
- DIDD** - Direct Interface Device Driver - Treiber für IDI
- DIMAINT** - Eicon.Diehl Maintenance Tools
- DSP** - Digital Signal Processor
- E-DSS1** - Protokoll für D-Kanal
- Frames** - hier Übertragungsrahmen
- HDLC** - Protokoll für B-Kanal
- IAE** - ISDN Anschlußeinheit
- IDI** - ISDN Direct Interface
- INS-Net 64** - Protokoll für D-Kanal
- ISDN** - Integrated Services Digital Network
- ISDN-Adapter** - aktive (intelligente) und passive Adapter (Unterschied: DSP)
- ITU** - International Telecommunications Union
- LAN** - Local Area Network - lokales Netz
- Multilink PPP** - Art des Multiplexings
- Multiplexing** - Frequenz- und Zeit-Multiplexing
- Multirate Service** - Art des Multiplexings
- NI** - Protokoll für D-Kanal
- NTBA** -

**PnP** - automatische Vergabe von Hardwareressourcen  
**PnP-Enabler** - realisiert PnP  
**POTS** - Plain Old Telephone System  
**PRI** - Primary Rate Interface - Primärmultiplexanschluß  
**Rate Adaption** - Einbindung kleinerer Bandbreite in größere  
**S0-Bus** - interner und externer S0-Bus  
**Slots** - hier Zeitschlitz  
**Switches** - Verteiler  
**Switching** - Circuit- und Packet-Switching  
**TE** - Teilnehmerendgerät (z.B. Telefon, Fax, Modem)  
**Terminierung** - hier Busabschluß durch Widerstände  
**TK-Anlage** - Telekommunikationsanlage  
**TPH 1962** - Protokoll für D-Kanal  
**Trace** - Überwachung, Beobachtung  
**V.110** - Protokoll für B-Kanal  
**V.120** - Protokoll für B-Kanal  
**VN4** - Protokoll für D-Kanal  
**Voice Interface** - Schnittstelle des ISDN-Adapters  
**WAN** - Wide Area Network - standortübergreifendes Netz  
**X.25** - Protokoll für B-Kanal  
**X.75** - Protokoll für B-Kanal

## 5 Zusätzliche Links im Web

[EICON Technology Corporation](#)

[Pacific Bell Network](#)

[Dan Kegel's ISDN Page](#)

## 6 Informationen über Dokument

<i>Version</i>		1.1
<i>Letzte Änderung</i>		27. Dez. 2002
<i>Copyright</i>		Stephan Roediger, TU-Chemnitz
<i>Historie</i>	<i>Version</i>	<i>Datum</i>
<i>Dokument erstellt &amp; übernommen</i>	1.0	1997
<i>Formatierung geändert</i>	1.1	27.12.2002