

- ❑ Quick Connect
 - ❑ Verkürzung des Handshakes: Durch Verwendung gespeicherter Testdaten Verkürzung (30 - 40%) der Trainingssequenz beim Verbindungsaufbau, falls Verbindung zum gleichen Provider über gleiche Leitung erfolgt.
- ❑ PCM Upstream
 - ❑ verbesserte Upstreamrate: max. 48 kBit/s
- ❑ Modem On-Hold
 - ❑ Datenübertragung zwischen Modems kann zur Annahme bzw. Führen eines Telefongesprächs kurzzeitig unterbrochen werden.
 - ❑ Bessere Nutzung des Telefonanschlusses möglich
- ❑ Data Compression
 - ❑ Der bisherige Kompressionsstandard V.42bis wird durch V.44 abgelöst (LZJH-Algorithmus, mehr als 25 Prozent höhere Kompressionsraten)
- ❑ V.59 Protocol
 - ❑ Protokoll zur Fehlerkorrektur, Minimierung von Störungen während des Datenaustausches

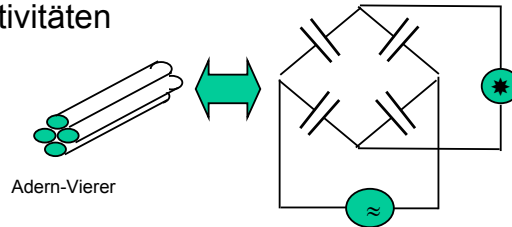


Standard	Modembeschreibung	Modulationsverfahren
V.21	Duplexmodem mit 300 bit/sec für Wählleitungen	2 FSK
V.22	Duplexmodem mit 1200 bit/sec (600 bit/sec einstellbar) für Wählleitungen	4 PSK
V.22bis	Duplexmodem mit 2400 bit/sec (fall back auf 1200 bit/sec) für Wählleitungen	16 QAM
V.32	Duplexmodem mit 9600 bit/s (fall back auf 4800 bit/s) für Wählleitungen	32 QAM
V.32bis	Duplexmodem bis 14400 bit/s für Wählleitungen	128 QAM
V.34	Duplexmodem bis 33600 bit/s für Wählleitungen und Mietleitungen	960 QAM
V.90	Asymmetrisches Duplexmodem bis 56000 bit/s downstream und 33600 bit/s upstream	128 PAM
V.92	Erweitert V.90 um Quick Connect, PCM Upstream, Modem On-Hold, V.44 Data Compression und V.59 Protocol	128 PAM

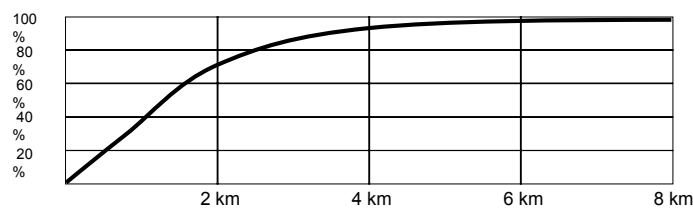


Richtungstrennverfahren

- Eigenschaften der Zweidrahtleitungen (last mile)
 - Leitungswiderstand (unterschiedliche Drahtstärken 0.4, 0.6, 0.8 mm Durchmesser)
 - Kapazitäten, Induktivitäten
 - Nebensprechen



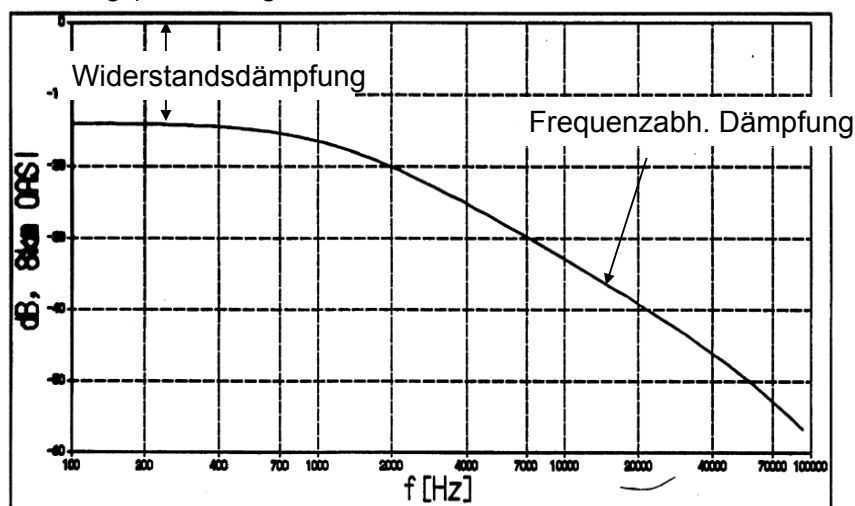
- Erreichbarkeit



- Mittlere Leitungslänge 1.8 km



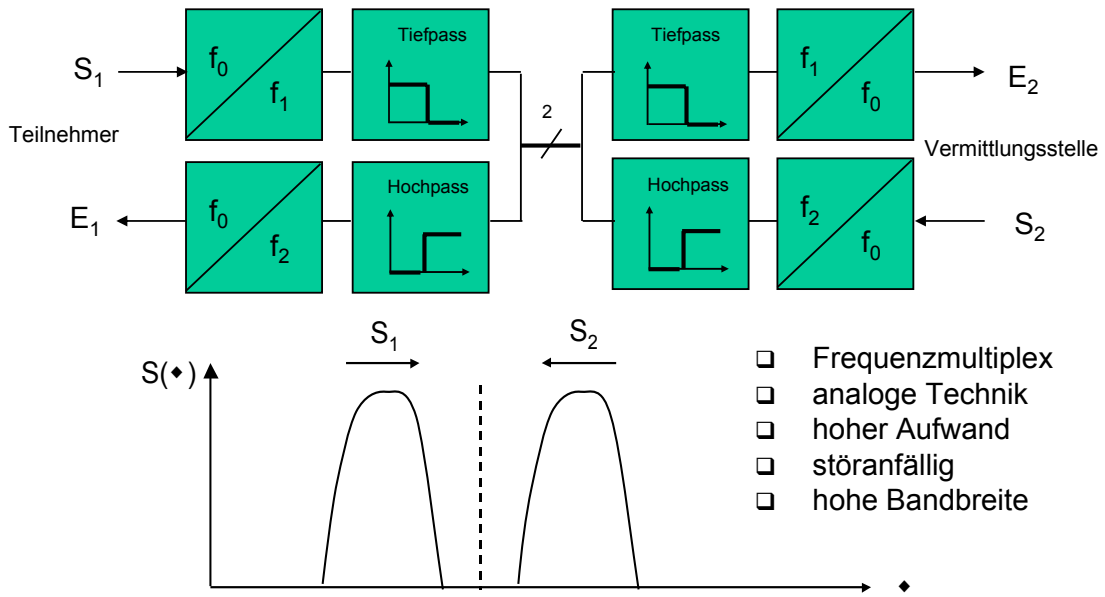
- Ortsanschlussleitung (8 km Länge)



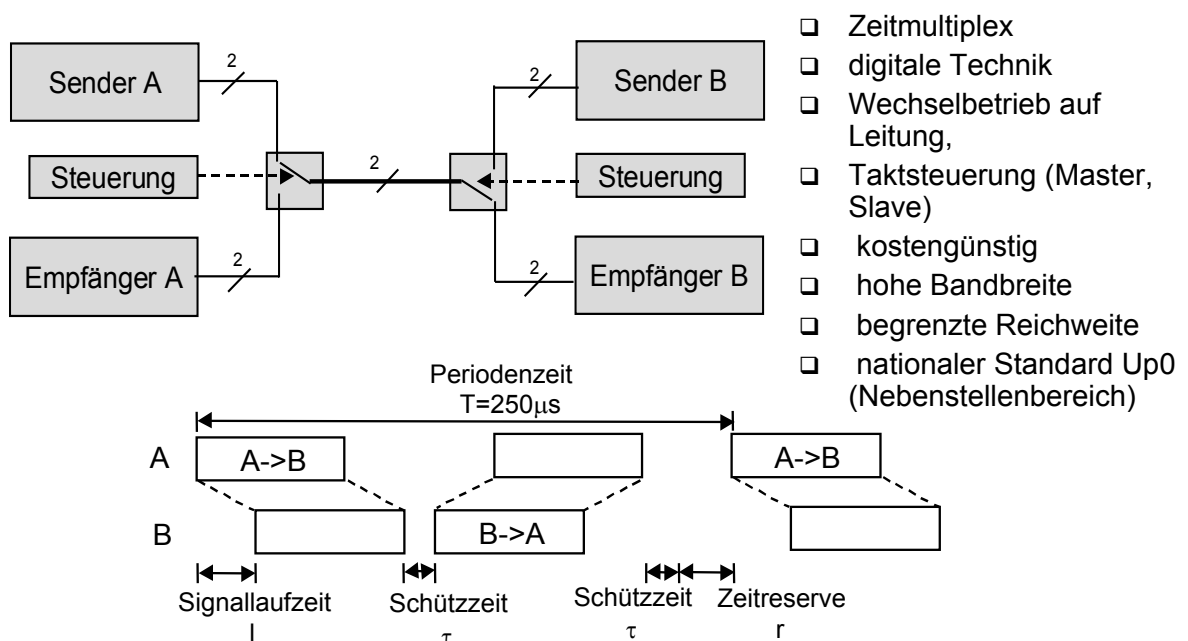
- Duplexbetrieb erforderlich (Richtungstrennverfahren, Zweidraht-Vierdraht-Umwandlung)
- Signal-Rauschabstand (SNR-Signal Noise Ratio) ≥ 25 dB für Leitungen ≤ 10 km zur Erfüllung der Bitfehlerrate von 10^{-7}



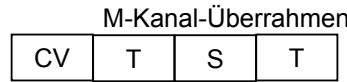
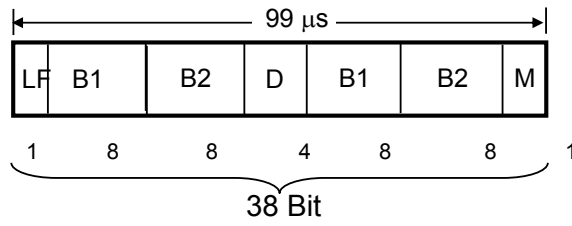
Frequenzgabel



Zeitgabel, Ping-Pong-Verfahren



• Rahmenaufbau



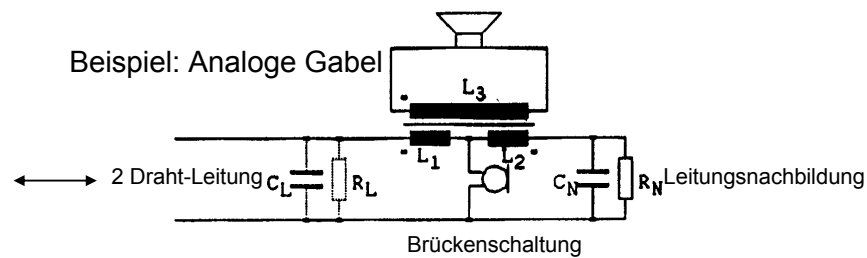
- nationaler Standard
- AMI-Code-Leitungscode
- LF: Flag
- B1: 1.ISDN-B-Kanal
- B2: 2.ISDN-B-Kanal
- D: ISDN-D-Kanal
- M interner Steuerkanal
 - CV Code Violation
 - Transparent Channel
 - Service Channel

- Periodenzeit $T = 250 \mu s$
- Laufzeit festgelegt auf maximal $20.8 \mu s$
- Schützzeit $\tau = 5.2 \mu s$
- Zeitreserve $r > 0$

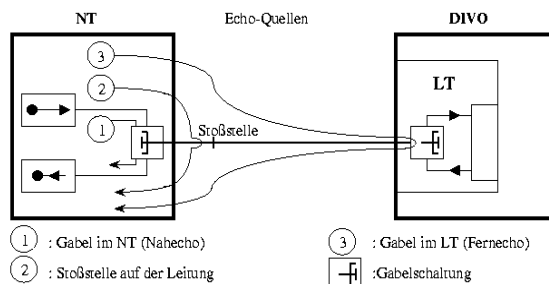
*Aufgabe: Wieso ist das Zeitgetrenntlageverfahren in der Reichweite begrenzt?
Berechnen Sie die Reichweite ($v_k=200000 \text{ km/s}$), effektive Bitrate der Kanäle,
und tatsächliche Bitrate auf der Leitung!*



- Übertragung in beide Richtungen, zur gleichen Zeit und in gleicher Frequenzlage
- Gabel trennt Sendedaten von Empfangsdaten (richtungsselektiv, Prinzip schon beim Analogtelefon verwendet)

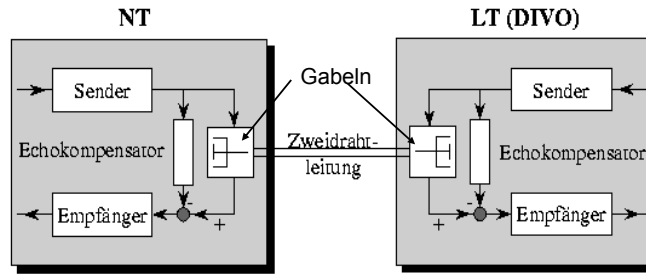


- Probleme bereiten Echosignale (Mehrfachechos)

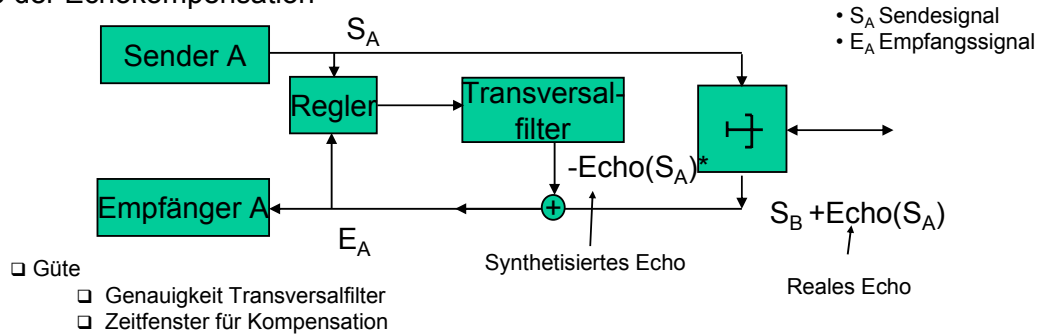


Gleichlageverfahren mit Echokompensation U_{K0}

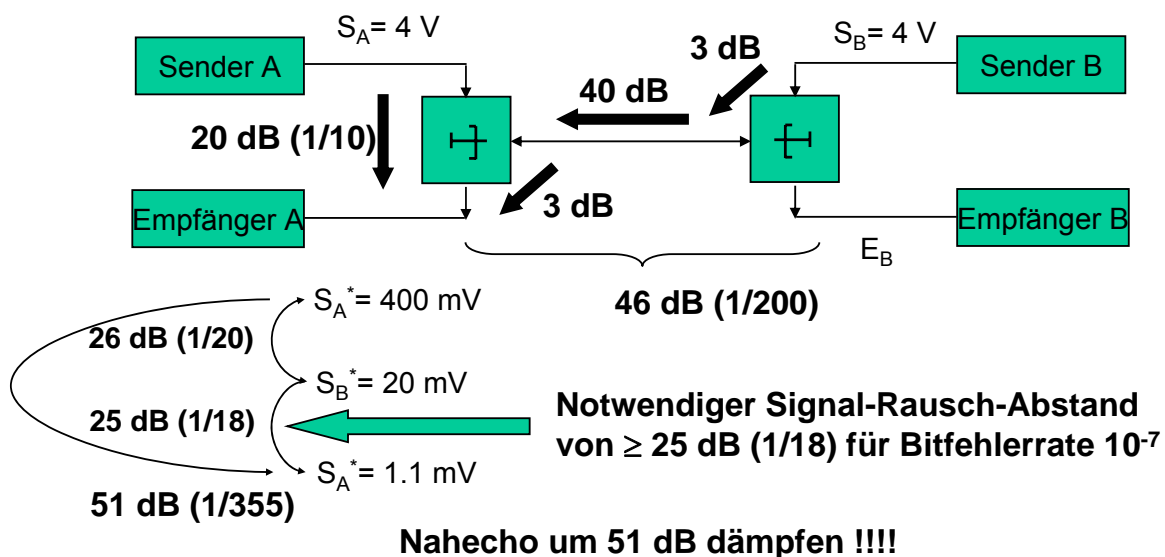
- Nationaler Standard Uk0- Schnittstelle
- Keine Reichweitenbegrenzung vom Prinzip her (praktisch 8 km bei 0.8 mm \varnothing)
- Bei Datenübertragung Echounterdrückung notwendig



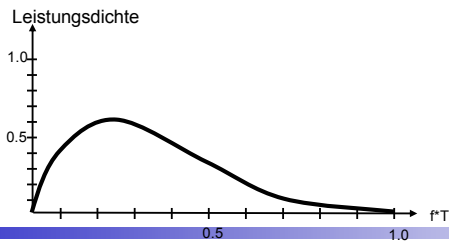
- Prinzip der Echokompensation



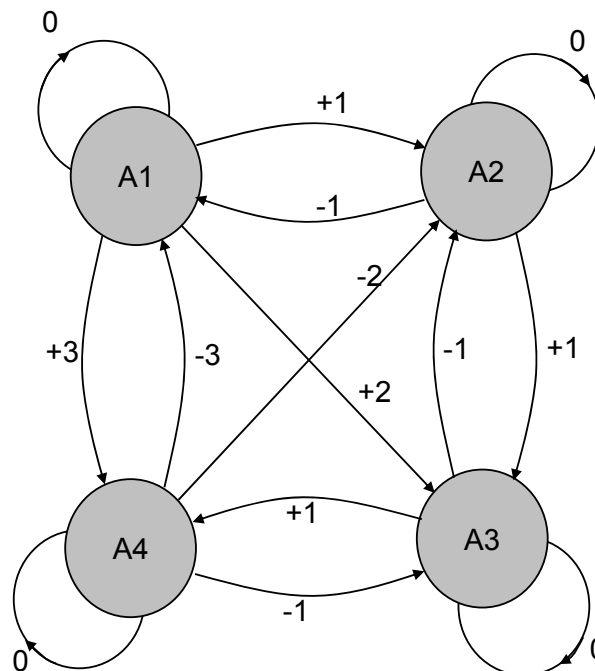
Anforderungen an die digitale Echokompensation



- Koeffizientenadaption des Transversalfilters durch
 - 1. Trainingsphasenverfahren (starr) oder
 - 2. Gradientenverfahren (dynamisch)
 - Echokompensation erfordert Einsatz von Scramblern (23 stufig, unterschiedliche Polynome in NT und LT))
- Leitungscode MMS43 (Modified Monitoring State 4B/3T, ternärer Code)(Amerika 2B/1Q)
 - Reduktion der Signalschrittrate (Bandbreite)
 - RDS Überwachung (Running Digital Sum, Gleichstromfreiheit)
 - $-1 < RDS < 4$ normal, ansonsten Ansprechen der Rahmenfehlererkennung
 - Formung des Spektrums



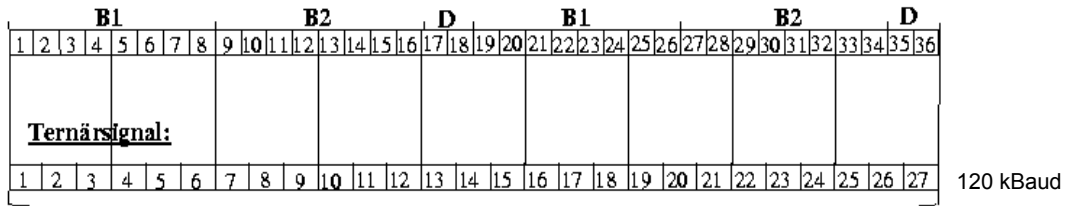
Bitfolge	A_1	A_n	A_2	A_n	A_3	A_n	A_4	A_n
0001	0+	1	0+	2	0+	3	0+	4
0111	-0+	1	-0+	2	-0+	3	-0+	4
0100	-+0	1	-+0	2	-+0	3	-+0	4
0010	+0+	1	+0+	2	+0+	3	+0+	4
1001	+0-	1	+0-	2	+0-	3	+0-	4
1110	0+	1	0+	2	0+	3	0+	4
1011	++	2	++	3	++	4	---	1
0011	00+	2	00+	3	00+	4	-0	2
1101	0+0	2	0+0	3	0+0	4	-0-	2
1000	+00	2	+00	3	+00	4	0--	2
0110	-++	2	-++	3	-++	2	--	3
1010	++-	2	++-	3	++-	2	--	3
1111	+0+	3	00-	1	00-	2	00-	3
0000	+0+	3	0-0	1	0-0	2	0-0	3
0101	0++	3	-00	1	-00	2	-00	3
1100	+++	4	-+-	1	-+-	2	-+-	3



Primärmultiplexrahmen

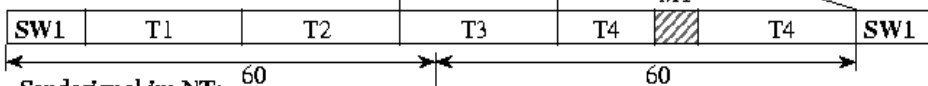
120 Ternärschritte = 1 ms; Code: 4B3T (MMS43: Modified Monitoring State);

Binärsignal: 4 Bits in 3 Takten

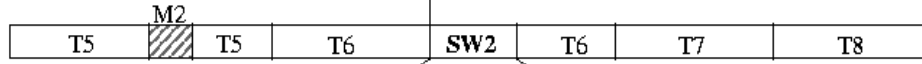


U_{K0}-Rahmen

Empfangssignal im NT:

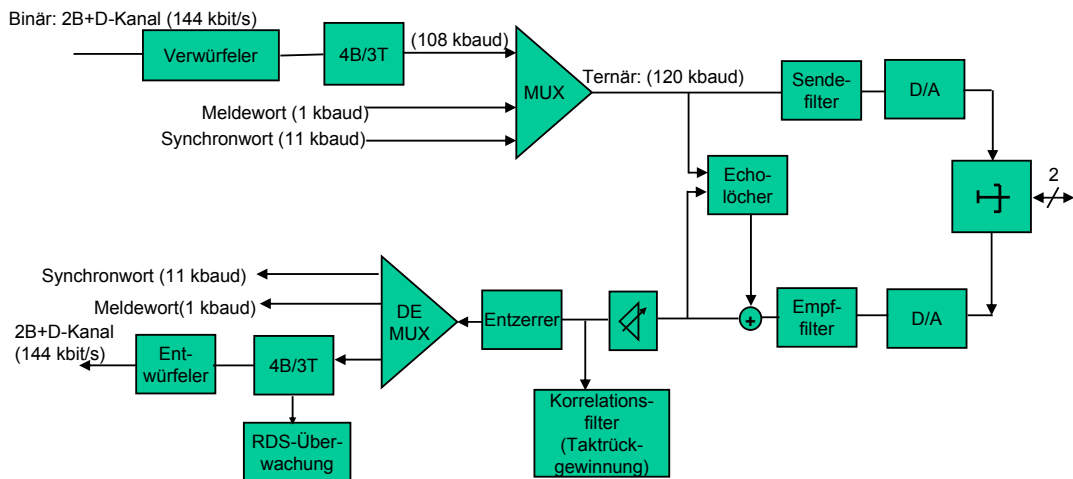


Sendesignal im NT:



M = Kanal zum Melden von Rahmenfehlern und zum Schalten von Prüfschleifen

SW = Synchron-Wort
Ti = Gruppe aus 27 Ternärschritten = 36 Binärschritten



- Rahmensynchronisation
 - senderseitig nicht verwürfeltes Synchronwort in ternären Datenstrom eingefügt
 - Synchronwort: 11 stelliges Barker-Codewort (1x pro ms)
 - Zur Dekorrelation Synchronworte in beiden Richtungen zeitlich versetzt (um 60 Ternärsymbole)
 - Dekodiert durch Korrelationsfilter (Ähnlichkeitsberechnung)



- DSL = **Digital Subscriber Line** („Digitale Teilnehmeranschlussleitung“)
- **Eigenschaften und Ziele:**
 - Hochratige, digitale Datenübertragung zwischen Teilnehmern und Vermittlungsstellen über installierte Kupferadern des Telefonnetzes (2-adrig, Twisted Pair)
 - Übertragungsraten im Bereich von Mbit/s (Multimedia)
 - Koexistenz von DSL und bestehendem Telefonsystem (Analoges Telefonnetz (Plain Old Telephone System, POTS) und ISDN)
 - Grundidee: Ausnutzung der gesamten Bandbreite des Übertragungsmediums (ca. 1,1 Mhz) anstatt des künstlich beschränkten Telefonkanals (3100 Hz beim POTS)
 - Über Anschlussleitungen nur ca. 80% der Telefonteilnehmer erreichbar
- **xDSL = Realisierungen der DSL-Technik**
 - Unterschiedliche DSL-Varianten für verschiedenste Einsatzgebiete z.B. ADSL, HDSL, VDSL, RADSL, ...
 - Übertragungsraten der DSL-Verfahren anwendungsspezifisch geprägt

nach Zitterbart

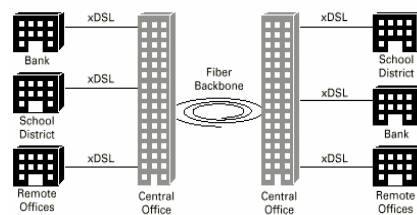
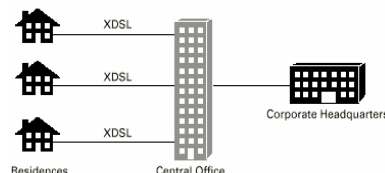
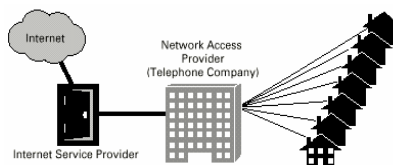


- Anwendungen und ihre Anforderungen an Zugangnetzwerke

Anwendung	typische Dateigröße/ Datenrate	Modem 28,8 kbps	ISDN 128 kbps	xDSL 384 kbps	xDSL 768 kbps	xDSL 1544 kbps	xDSL 6144 kbps
E-Mail	30 Kbytes	8,3 sec.	1,9 sec.	0,63 sec.	0,31 sec.	0,16 sec.	0,04 sec.
Digitale Fotographie	125 Kbytes	34,7 sec.	7,8 sec.	2,6 sec.	1,3 sec.	0,6 sec.	0,2 sec.
Text	250 Kbytes	69,4 sec.	15,6 sec.	5,2 sec.	2,6 sec.	1,3 sec.	0,3 sec.
Videokonferenz	384 kbps	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Telemedizin	5 Mbytes	23,1 min.	5,2 min.	1,7 min.	52,1 sec.	25,9 sec.	6,5 sec.
Entfernter LAN- Zugang	20 Mbytes	1,5 h	20 min.	6,9 min.	3,5 min.	1,7 min.	26 sec.



- Anwendungsgebiete
 - Privater Netzzugang
 - Telecommuting
(Verteilte Büroumgebung, einzelne Mitarbeiter)
 - Entfernter LAN-Zugriff
(Außenstellen von Mitarbeitern)



HDSL (High Bitrate DSL)

- HDSL** High-Bit-Rate Digital Subscriber Line
 - a) ANSI: 1544 kbit/s, 2 Doppeladern
 - b) ETSI: 2048 kbit/s, 1-3 Doppeladern
- HDSL2** HDSL für eine Doppelader (neuer ANSI Standard)
- SDSL** Symmetrical High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (künftig bei ETSI)
- MDSL** Medium Bit Rate Digital Subscriber Line (nicht standardisiert)
- IDSL** ISDN Rate Digital Subscriber Line (nicht standardisiert)

ADSL (Asymmetrical DSL)

- ADSL** Asymmetrical Digital Subscriber Line
 - a) ANSI Standard Issue 1 (nur POTS)
 - b) zukünftig ANSI Standard Issue 2 (nur POTS, mit ATM-Transport)
 - c) zukünftig ITU-Recommendation G.DMT (POTS und ISDN)
- RADSL** Rate Adaptive ADSL
- UDSL** Universal ADSL (splitterless ADSL, ADSL-Lite)
- UADSL** Zukünftige ITU-Recommendation G.Lite
- CDSL** Consumer DSL (proprietärer Vorgänger von UDSL)

VDSL

- (Very High Bitrate DSL)
- VDSL** Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line
 - a) zukünftige ANSI- und ETSI-Standards
 - b) DAVIC-Spezifikation



- **HDSL** (High Bitrate DSL)
- **SDSL** (Symmetric DSL)
- **RADSL** (Rate Adaptive DSL)
 - 2,2 Mbit/s Vorwärtskanal (downstream)
 - 1,1 Mbit/s Rückkanal (upstream)
- **ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line)
- **VDSL** (Very High Bit Rate DSL)

Technologie	HDSL	SDSL	ADSL	VDSL
Theoret. max. Datenrate (Downstream)	1,544 Mbit/s 2,048 Mbit/s	1,544 Mbit/s 2,048 Mbit/s	bis 8 Mbit/s	bis 51,84 Mbit/s
Theoret. max. Datenrate (Upstream)	1,544 Mbit/s 2,048 Mbit/s	1,544 Mbit/s 2,048 Mbit/s	bis 1 Mbit/s	bis 2,3 Mbit/s
max. Leitungslänge	bis 4 km	bis 3 km	bis 5,5 km	etwa 1 km
benötigte Adernpaare	2 bei 1,544 Mbit/s 3 bei 2,048 Mbit/s	1	1	1
Frequenzbereich	bis ca. 240 kHz	bis ca. 240 kHz	bis ca. 1 MHz	bis ca. 30 MHz
POTS im Basisband möglich	nein	nein	ja	ja
ISDN im Basisband möglich	nein	nein	nein	ja
Anwendungen	Ersatz für T1/E1-Leitungen	WAN/LAN, Ersatz für T1/E1- und HDSL-Leitungen	Internet, Intranet	WAN/LAN, Multimedia, HDTV
Verfügbarkeit in Deutschland	Verfügbar	Verfügbar	Verfügbar	Testphase



Bitrate zum Dienstnehmer (Vorwärtskanal, downstream)

