

Festnetze === > Datennetze

Grundsätzliches:

100 Jahre lang war das Kupferkabel die Standardleitung für die Datenübertragung, verwendet als Freileitung, unterirdisch oder als Koaxialkabel.

In den 80er Jahren kam Glasfaser in der Fernebene, mittlerweile wird es auch im Ortsnetz vorhanden (Aufbau Ost).

Ende der 70er Jahre erfolgte die Digitalisierung des gesamten Telefonnetzes.

1988 kam ISDN (Integrated Services Digital Network, Dienstintegrierendes digitalisiertes Telekommunikationsnetz)

1997 war die Digitalisierung abgeschlossen. Damit war die Voraussetzung für Dienste wie pre-selection und call-by-call geschaffen.

Bei den Datennetzen wird zwischen **leitungsvermittelt** und **paketvermittelt** unterschieden!

Bei der **leitungsvermittelten Datenübertragung** gelten die gleichen Signalisierungsverfahren und Netztopologien wie bei der Telefonie.

Bei der **paketvermittelten Datenübertragung** gilt dies nicht.

Größere Datenmengen werden in einzelne genormte Pakete aufgeteilt. Jedes Datenpaket ist mit Zielangaben versehen, die sicherstellen, dass sie an die richtige Adresse kommen. Bei der zellorientierten Datenübertragung (ATM) ist es ähnlich.

➔ **Festverbindungen** werden durch den Hauptverteiler **fest durchgeschaltet**, d.h. vom Hauptverteilereingang zum Hauptverteiler Ausgang. Diese Verbindung wird nicht über Wahlstufen geführt. (Punkt zu Punkt, oder Punkt zu Mehrpunkt oder Mehrpunkt zu Punkt) Solch eine Verbindung wird dem Kunden für einen bestimmten Zeitraum vermietet.

Eine Festverbindung kann als:

- **Standard-Festverbindung (SFV)**, dies sind die ehemaligen Monopolübertragungswege, die die Deutsche Telekom allen Nachfragern, auch den Mitbewerbern zu Verfügung stellen muss oder als
- **Mehrwertleistungen** bereitgestellt werden.

➔ **Datenwählverbindungen**

IDN

Das integrierte Text- und Datennetz (IDN), wurde auch als "Integriertes Fernschreib- und Datennetz" bezeichnet, war ein Datennetz, das im Jahre 1975 in der Bundesrepublik Deutschland eingeführt wurde. Es basierte auf dem elektronischen **Vermittlungssystem EDS**, das die Firma Siemens an die Deutsche Bundespost lieferte. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden die Fernmeldenetze für jeden Dienst aus jeweils speziellen (übertragungstechnischen und vermittlungstechnischen) Geräten und Komponenten realisiert. Diese neue digitale Fernmeldenetz sollte mehrere Dienste transportieren.

Folgende Netze wurden **im IDN zusammengefasst**:

- das Telex-Netz für den Dienst Telegraphie (ab 1981, s. u.)
- das Gentex-Netz, ein internes Netz der Postverwaltungen für die Telegramm-Übermittlung und Fernschreiben
- das Direktrufnetz, Standleitungen mit maximal 9.600 Bit/s wurden bereitgestellt
- das Datex-L-Netz (s. u.) für leitungsvermittelte digitale Wählverbindungen
- das Datex-P-Netz (s. u.) für paketvermittelte Wählverbindungen

Der Bedarf an **Leitungen** für das IDN **wurde vom Telefonnetz** gestellt. Die Weitverkehrsstrecken der oberen Netzebene, die das Datennetz zwischen den einzelnen EDS-Vermittlungssystemen darstellte, wurden mit 2-Mbit/s-Multiplexstrecken realisiert. Dies ist die Grundbitrate E1 der PDH-Hierarchie (siehe PDH-Script).

IDN erweiterte das Telex-Netz um Leistungen wie:

- Kurzwahl,
- Direktruf,
- Teilnehmerbetriebsklasse,
- Rundschreiben,
- Hinweisgabe und das
- Zuschreiben von Datum und Uhrzeit.

Als der Teletex-Dienst 1981 aufkam, wurde das IDN um Telex/Teletex-Umsetzer erweitert. Die modernen Speicherschreibmaschinen des Teletex-Dienstes, die schon mit Bildschirmen ausgerüstet waren, konnten mit Fernschreibern und deren Lochstreifen Nachrichten austauschen.

ISDN löste IDN ab.

Datex-L

Datex-L war ein öffentliches Datennetz in Deutschland, **ein leitungsvermitteltes Netz (L)**. Das Akronym Datex steht für Data Exchange. Zu Beginn der 80er Jahre wurde es hauptsächlich für den Teletex-Dienst durch die Deutsche Bundespost (DBP) installiert. Dieser Dienst, der sich nicht durchsetzen konnte, verlor schnell an Bedeutung und damit verschwand Datex-L.

Datenübertragungsraten von **200 Bit/s bis zu 9.600 Bit/s** waren möglich.

Die **hohen Kosten**, die wesentlich über denen im Telefonnetz lagen, waren mit ein Grund dafür, dass das DATEX-L-Netz sich **nicht durchsetzte**.

Mit ISDN waren kurze Zeit später höhere Übertragungsraten zu geringeren Kosten möglich.

Als leitungsvermitteltes Netz sorgte Datex-L für den Aufbau und Abbau der Verbindungen zwischen den Teilnehmern und stellte sicher, dass nur Teilnehmer miteinander verbunden wurden, deren Kommunikation **aufeinander abgestimmt und kompatibel** war.

Es gab einen eigenen Rufnummernplan für dieses Netz, unabhängig von den Rufnummern des Telefonnetzes.

Relativ viele Länder interessierten sich damals für leitungsvermittelte Datennetze, sodass ITU-T dafür eine eigene Zugangsschnittstelle standardisierte: **die X.21-Schnittstelle** (s. u.). Sie hatte weniger Pins als die V.24-Schnittstelle und verbesserte dadurch die elektrischen Eigenschaften; längere Anschlussleitungen und höhere Datenraten waren möglich. Die X.21 Schnittstelle wird heute noch benutzt (15-Pin-Steckverbinder nach ISO 4903).



Datex-P

Datex-P wurde 1980 in Deutschland durch die Deutsche Bundespost (DBP) eingeführt und ist für die Datenübertragung zuständig. Es ist ein **Kommunikationsnetz**, jetzt von der Deutschen Telekom AG. Das Akronym Datex steht für Data Exchange. Es **basiert auf dem X.25-Schnittstellenprotokoll** für die **Paketvermittlung**.

Die Datenübertragungsrate kann von 50 Baud (Akustikkoppler-Geschwindigkeit, bedeutet Signale pro Sekunde) bis zu 64.000 Bit/s gehen. Die Zahl der Netzanschlüsse nahm in der Anfangszeit sehr rasch zu. Das Datex-P-Netz erreicht eine hohe Verfügbarkeit. Dies ist u. a.

für Banken (Finanzgewerbe) sehr wichtig. Inzwischen ist der Bedarf an schnellerer Datenübertragung und geringerer Fehlerquote gestiegen und die Nachfolgetechnik ist **Frame Relay**, (s. u.) welches auf dem X.25-Protokoll aufbaut.

Datex-P war Ende der 80er Jahren der Zugang für Jedermann in ein globales Datennetz. Mit dem Heimcomputer konnte ein Terminal preiswerte emuliert werden. Man benötigte nur eine Network User ID (NUI) von der Post oder einem privaten Anbieter. Mit einem Modem oder Akustikkoppler konnte man sich einwählen. Damals war Compuserve (NUAs, Network User Adress) aktuell oder auch der (legendäre) Chat auf den Servern der Firma Altos.

Das Datex-P-Netz brachte eine Reihe von **Vorteilen**:

- Geschwindigkeitsanpassung
- Reihenfolgesicherung der Pakete,
- Anpassung unterschiedlicher Schnittstellenprotokolle der Endgeräte
- Flusskontrolle,
- gesicherte Übertragung (Wiederholung fehlerhafter Pakete), dadurch Verbesserung der Bitfehlerrate gegenüber dem Telefonnetz um einen Faktor von ca. 100.000

Dienstmerkmale wie im Telefonnetz waren möglich:

- Gebührenübernahme,
- geschlossene Benutzergruppe,
- Sperren eines Anschlusses für ankommende oder abgehende Rufe

Der Empfänger erhält die Daten in der richtigen Reihenfolge in entpaketierter Form. Geräte, die selbst nicht X.25-fähig sind, werden über so genannte PADs (Paket Assembler Disassembler, siehe weiter unten) mit Datex-P verbunden. Die Übertragungsgeschwindigkeit von Datex-P „beträgt“ 64 kBit/s.

ABER: Durch die Verbindung mit unterschiedlichen Übertragungstechniken kommen auch **viel niedrigere** und durch Kanalbündelung **viel höhere** Bandbreiten zu Stande.

So gibt es neben den 64 kBit/s noch:

- Festverbindungen mit Datenraten von 9,6 kBit/s, 19,2 kBit/s oder $n \cdot 64$ kBit/s bis maximal 1,92 MBit/s,
- das analoge Telefonnetz oder ISDN mit maximal 28,8 kBit/s,
- durch Verbindung mit einem ISDN-D-Kanal und 1,2 bis 9,6 kBit/s oder
- Mobilfunk mit 9,6 kBit/s.

Bei der paketvermittelten Übertragung (X.25-Protokoll) besteht keine exklusiv reservierte Leitung vom Sender zum Empfänger. Es wird eine virtuelle Verbindung zwischen Sender und Empfänger aufgebaut, mit einer Verbindungskennung. Somit kann ein Sender mehrere virtuellen Verbindungen zu unterschiedlichen Empfängern an verschiedenen Standorten gleichzeitig unterhalten kann. Er benötigt dafür nur eine einzige Anschlussleitung. Das Rechenzentrum einer Sparkasse benötigt z. B. nur eine einzige Anschlussleitung. Mit der kann über das Datex-P-Netz den Computern in allen Sparkassenfilialen Zugriff zum Datenbestand geben werden.

Die zu übertragenden Daten werden vom Endgerät in Pakete definierter Länge verpackt und je nach Empfänger mit einer Verbindungskennung versehen. Durch die Netzknoten, die Vermittlungsstellen des Datex-P-Netzes, werden diese Pakete anhand der Verbindungskennung zu den Empfängern weitergeleitet.

X.25

ist ein Protokoll für weiträumige Computernetze (WANs) über das Telefon-Netzwerk. X.25 wird als packet switching network (paketvermitteltes Netzwerk) bezeichnet. Bei der Deutschen Telekom als auch bei der Österreichischen Telekom steht das Produkt Datex-P dahinter (s. o.).

X.25 wurde in den späten 1960er Jahren als Testnetzwerk aufgebaut. Viele Neuerungen und Ergänzungen wurden in das System eingearbeitet und in einer Serie von technischen Büchern veröffentlicht. Die unterschiedlich gefärbten Einbände dieser Bücher machten diese Beschreibungen als "**Colour Books**" bekannt und stellten den ersten Entwurf dessen dar, was sich schließlich zum X.25-Standard entwickelte. 1976 wurde die erste X.25-Empfehlung im Orange-Buch veröffentlicht. Dann 1984 im Roten-Buch, 1988 im Blauen Buch und 1993 in den neuen ITU-Empfehlungen veröffentlicht.

Das generelle Konzept von X.25 war, ein paketvermittelndes Netzwerk auf dem damals unzuverlässigen analogen Telefonnetz zu erschaffen. Ein großer Teil des X.25 Systems ist eine Beschreibung von strikter Fehlerkorrektur, ein Verfahren namens LAP oder LAP-B genannt. Das X.25-Modell beruht darauf, dass das gesamte Netzwerk intern bei den Telefongesellschaften verblieb, mit DTEs ("data terminating equipment" etwa Datenabschlussgerät) als Endpunkt beim Benutzer.

X.25 wurde in der Zeit der "dummen Terminals" entwickelt, die an einzelne Rechner angebunden waren. Ein Direktzugriff von einem Punkt an viele andere wie bei TCP/IP war nicht vorgesehen. Dass es sich bei X.25 um ein Netzwerk handelte war weitgehend vor den Benutzern verborgen. Für sie war es wie eine fehlerfreie Modemanbindung.

Als Ergebnis hat X.25 die Eigenschaften eines leitungsvermittelten Netzwerks, obwohl die Daten intern paketvermittelt werden.

Paketvermittelte Datenübertragung in X.25 Netzen bietet mehrere Vorteile an:

- Unterschiedliche Zugangsmöglichkeiten und Zugangsgeschwindigkeiten
- höchste Qualität und Verfügbarkeit
- bis zu 255 logische Kanäle
- geschlossenen Benutzergruppen
- Verbindungskostenübernahme und mengenabhängige Tarife

Für lange Zeit wurde X.25 als eine „Art Standleitung“ zwischen Rechnern für permanente Anbindungen verwendet (PVC für permanent virtual circuits - dauerhafte virtuelle Verbindung). Das war für Anwendungen wie das Bankwesen üblich, wo entfernte Zweigstellen an einen zentralen Rechner verbunden wurden - meist billiger als eine dauerhafte Telefonfernverbindung. X.25 wurde üblicherweise mit einem pauschalen Monatsbeitrag und zusätzlichem Preis pro Datenpaket abgerechnet. Typische Geschwindigkeiten waren 4,8 oder 9,6 oder 19,2 kBit/s.

Anfangs sah es aus, als ob X.25 das einzige universelle Netzwerksystem werden würde. Modems mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit und eingebauten Fehlerkorrekturverfahren machten es einfacher, die Vermittlungstechnik des normalen Telefonnetzes zu benutzen und es lohnte sich nicht mehr, die aus speziellen X.25-Vermittlungsstellen bestehende Netzinfrastruktur vorzuhalten. Das Ergebnis war Frame Relay (s. u.), im wesentlichen X.25 ohne Fehlerkorrektur und dafür mit höherem Datendurchsatz.

X.25 Netze sind auf der Welt immer noch in Benutzung, jedoch sinkt ihre Nutzung drastisch. Sie werden durch Techniken wie Frame Relay, ISDN, ATM und vor allem durch die allgegenwärtige Internet-Protokoll-Familie ersetzt. Sie verbleiben jedoch in vielen Teilen der

dritten Welt die einzige verlässliche Anbindung, dort kann X.25 die verlässlichste und billigste Möglichkeit sein, um auf das Internet zuzugreifen.

Weitere Ausführungen zu den X.25 Netzen:

Hier gelten die X.25 Protokolle und die X.75 Protokolle. Diese sind in den CCIT-Empfehlungen festgeschrieben.

X.25-Protokoll== >zuständig für die Kommunikation zwischen Netz und DEE!!!
X.75-Protokoll== >zuständig für die Zusammenarbeit der Netze untereinander!!!

X.25-Netze werden von verschiedenen Netzbetreibern im Wettbewerb angeboten.

Datex-P (Data Exchange) ist das X.25 Angebot der DTAG. Die Netze sind untereinander vermascht.

Beim X.25 Netz ist die:

== >**Grundaufgabe ist das Vermitteln von Datenpaketen**

Die Datenpakete werden angeliefert und kurz **zwischengespeichert!!!**

Dadurch ist eine **Geschwindigkeitsanpassung** zwischen unterschiedlich schnellen Anschlüssen möglich. Geschwindigkeiten von 1200 Bit/s bis 1,92 Mbit/s sind möglich.

== >**Geschwindigkeitsanpassung durch das X.25 Netz**

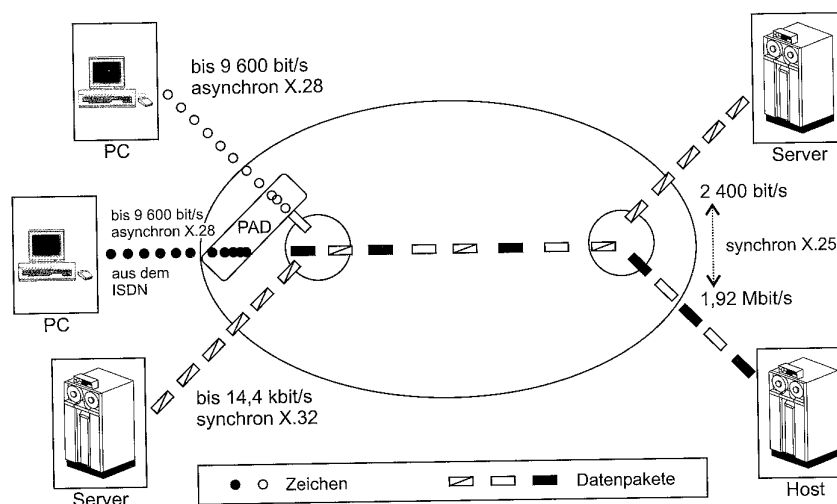
Wegen den unterschiedlichen Geschwindigkeiten werden **Füll- oder Stopfbits** verwendet.

Ein Datenpaket kann zur Zeit mit max. 512 Oktetts = 512 Bytes gefüllt werden.

Je nach Durchsatzklasse können es auch 128Bytes oder 256 Bytes sein.

Dadurch ist die Transferringeschwindigkeit einer Verbindung stets niedriger als die Nenngeschwindigkeit des Anschlusses.

In X.25 Netzen ist es möglich, über einen Anschluss **bis zu 255 Verbindungen** „gleichzeitig“ zu unterschiedlichen Zielen zu betreiben.



Paketvermittlung erfordert synchrone Endeinrichtungen.

Für **Asynchrone DEE**, die ankommenden Daten sind nicht synchron, gibt es in den X.25 Netzen **Anpassungseinrichtungen**. Sie übernehmen das Packen und Auflösen der Datenpakete damit sie synchron werden und heißen **PAD** (Paketier-/Depaketier-Einrichtung). Durch den PAD wird der Zugang zu den X.25 Netzen auch aus anderen Netzen ermöglicht. Durch diese Anpassungseinrichtung kann aus dem T-Net mit dem Telefondienst und auch aus

dem ISDN Netz mit dem Multifunktionszugang eine Datenübertragung über ein X.25 Netz durchgeführt werden.

(Damit ist aber nicht die paketorientierte Datenübertragung im ISDN-B-Kanal und im ISDN-D-Kanal gemeint.)

Dadurch sind X.25 Netze vielfältig und der Übergang in andere Netze ist möglich!

Bei X.25 gibt es:

Nutzdaten	}	beide ergeben zusammen das Datagramm = Datenpaket
und		
Steuerdaten		

Es gibt noch reine Steuerpakete für:

- Verbindungsaufbau
- Verbindungsabbau
- Steuerung des Datenflusses

Es erfolgt eine Teilstreckenvermittlung oder Speichervermittlung. Da zwischengespeichert wird, können Teilnehmer mit unterschiedlichen Übertragungsraten zusammen kommen.

Bestehen mehrere Verbindungen gleichzeitig auf einer Leitung === > dann wird von virtuelle Verbindung gesprochen.

Jede Verbindung nutzt pro Übertragungsrichtung einen logischen Kanal mit einer entsprechenden Kanalnummer.

Der Begriff Virtuelle Verbindung:

Eine virtuelle Verbindung sind **logische Kanäle** auf einer physikalischen Leitung. Auf einer physikalische Netzverbindung, d. h. auf einer Leitung, wird die Übertragung in mehrere logische Kanäle aufgeteilt. Über jeden einzelnen dieser logischen Kanäle kann jeweils ein eigener Bitstrom gesendet werden –obwohl physikalisch nur eine Leitung da ist. Diese Aufteilung in logische Kanäle wird erreicht, in dem der Sender die einzelnen Bitströme in Paketen oder Zellen über das Nachrichtennetz transportiert. Der Empfänger packt die Pakete oder Zellen wieder aus und die einzelnen Bitströme werden wiederhergestellt.

Die Pakete oder Zellen erhalten eine **Verbindungskennung**, aus der hervorgeht, zu welcher virtuellen Verbindung – also zu welchem logischen Kanal - sie gehören.

=> Somit können mehrere logische, voneinander unabhängige Kanäle auf einer Leitung übertragbar.

Durch solch eine virtuelle Verbindung kann die Bandbreite der Leitung effektiver genutzt werden.

Voraussetzung dafür ist aber, dass die einzelnen Bitströme **keine konstante Bandbreite** erfordern, sondern einen variablen Bedarf haben. Dialog z.B. zwischen Terminal-PC und Großrechner.

Bei X.25 erhält jede virtuelle Verbindung als Verbindungskennung eine **Kanalgruppennummer** (0 bis 15) und eine **Kanalnummer** (0 bis 255) –ist somit zweistufig aufgebaut.

=> $16 \cdot 256 = 4096$

4096 virtuelle Verbindungen können über eine Leitung geführt werden.

Von den 4096 Kanälen sind 4095 nutzbar, da Kanal 0 für die Signalisierung zwischen Endgerät und Vermittlungsstelle benutzt wird.

Um sehr viele Teilnehmer zu bedienen reicht dies allerdings nicht aus.

Werden Millionen von Endgeräten angeschlossen dann reicht der Adressraum der Verbindungskennung (4096) nicht aus.

ATM-Netze (siehe ATM-Script) stellen auch virtuelle Verbindungen her.

Die Verbindungskennung ist wie bei X.25 zweistufig aufgebaut:

Bei X.25 spricht man von **Kanalgruppe** und von **Kanal**.
 Bei ATM dagegen spricht man von **Pfad** und von **Kanal**.
 Eine virtuelle Verbindung wird mit virtual channel bezeichnet und hat einen Virtual Channel Identifier VCI.
 Mehrere virtual channels können über den Virtual Path Identifier VPI zu einem virtual path gebündelt werden.
 Bei ATM ist der Adressraum aber sehr viel größer als bei X.25.

Virtuelle Verbindungen können

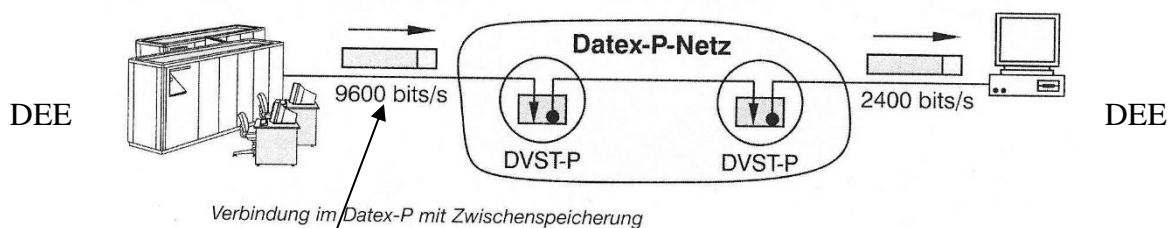
dynamisch auf- und abgebaut werden (**switched virtual call, SVC**) oder **fest** eingerichtet werden (**permanent virtual call, PVC**).

Wird offengelassen ob es sich um PVC oder SVC handelt, wird allgemein von einem virtuellen Kanal (**virtual channel, VC**) gesprochen.

Die Vermittlung in der DVST-P erfolgt nicht Mithilfe von physikalische durchgeschalteten Koppelpunkten, sondern durch Umspeichern der Pakete von kommenden auf den abgehenden Kanal.

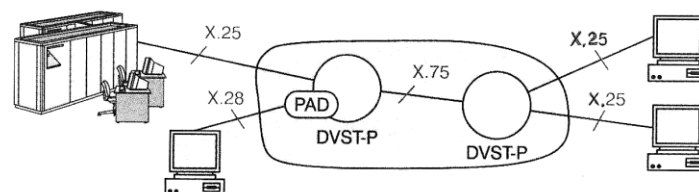
=====> **Laufzeit /Speicherzeit ist verkehrabhängig, da eine Weiterleitung nur bei freier Kanalkapazität erfolgen kann.**

An der Ziel DVST-P können die Pakete, wegen den unterschiedlichen Wegen, in der falschen Reihenfolge ankommen. Dort werden sie wieder richtig zusammengesetzt.



Nochmals zu den Protokollen:

- Zwischen **DEE und DVST-P** gibt es das **X.25 Protokoll/Schnittstelle**
- Zwischen **DVST-P und DVST-P** gibt es das **X.75 Protokoll/Schnittstelle**



- Zwischen **nicht-paketfähigen Endeinrichtungen und DVST-P** werden Anpassungseinrichtungen =PAD-Einrichtungen (Packet Assembly/Disassembly) geschaltet (siehe weiter oben).
 Dafür gibt es das **X.28 Protokoll/Schnittstelle**

Frame Relay

Frame Relay ist eine **Weiterentwicklung der X.25-Datenübertragungstechnik und gehört zum Datex-P-Netz**. Viele Netzbetreiber bieten Frame-Relay-Verbindungen als billigere Alternative zu einer Standleitung an. In Europa werden häufig die Basisstationen des GSM-Netzes, die die Funksignale der Mobiltelefone empfangen und ins Festnetz überleiten, über Frame Relay angebunden.

Frame Relay bringt höhere Übertragungsleistungen als X.25. X.25 ist ein sicheres Protokoll, was allerdings mit einem gewaltigen Protokoll-Overhead erkauft wird. Die Steuer- und Verwaltungsdaten in Paket-Netzen werden in jedem Knoten ausgewertet. Dadurch bleibt die Übertragungsgeschwindigkeit von X.25 auf 64 KBit/s begrenzt.

Frame Relay ist ein reduziertes Protokoll. Es ermöglicht eine höhere Geschwindigkeit (bis zu 2 MBit/s). Aber auf Fehlerentdeckung und Fehlerkorrektur wird verzichtet. Stellen die oberen Schichten (OSI) einen Fehler relativ spät fest, dann muss die ganze Übertragung aller Datenpakete noch einmal durchgeführt werden. Trotzdem geht die Rechnung auf. Durch die heute wesentlich sicherere Übertragungstechnik sind Fehler selten.

Frame Relay:

- ist besonders geeignet für LAN-LAN-Koppelung
- bietet günstige Verbindungskosten und einen hohen Datendurchsatz (Performance) gegenüber X.25 Netzen

Frame Relay unterstützt Geschwindigkeiten zwischen 56 kBit/s und 34 MBit/s. Häufig wird Frame Relay mit einer **garantierten Übertragungsgeschwindigkeit** (CIR von Committed Information Rate) und einer kurzzeitigen Überschreitung der Übertragungsgeschwindigkeit (EIR von Excess Information Rate) angeboten.

Die größte Verbesserung im Gegensatz zu X.25 ist die Unterstützung **höherer Übertragungsgeschwindigkeiten**. X.25 wurde ursprünglich zur Übertragung von Daten über Telefonleitungen entwickelt und betreibt viel Aufwand für die Korrektur von Fehlern (Erneute Übertragung verfälschter Datenblöcke). Frame Relay hat diese Mechanismen **nicht**.

Eine Gemeinsamkeit mit X.25 ist, dass Frame Relay in der Regel verbindungsorientiert ist. Für jeden Teilnehmer wird eine eigene virtuelle Verbindung aufgebaut. Es sind jedoch auch so genannte Punkt zu Multipunkt Verbindungen möglich.

Frame Relay (oder Frame Relais genannt) ist **ein Dienst im Datex-P**, der nur einen kleinen Overhead hat:

- === > Es fehlen wesentliche Kontrollinstrumente wie sie z.B. das X.25 Protokoll hat.
- === > Es können große Nutzdatenpakete übertragen werden.

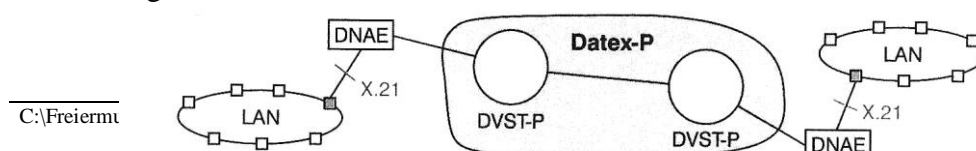
Bei Frame Relay werden die Daten **nicht** nummeriert

(UI-Frames = Unnumbered Information Frames)

- === > Rahmen haben weder Sende- noch Empfangsnummer
- === > Keine Fehlerkorrektur
- === > Rahmenverlust wird nicht erkannt
- === > Kein erneutes Senden wird angefordert (DEE kann gezielt anfordern)
- === > Kleiner Header mit 2 bis 4 Byte Adressfeld (=Data Link Connection Identifier)
- === > Großes Nutzdatenfeld (mehrere Kilobytes), d.h. große Informationsblöcke
- === > Übertragungsgeschwindigkeit 2,048 Mbit/s

DEE's, die Frame Relay nutzen wollen, werden über einen Server, der Frame-Relay-Dienst unterstützt und der eine X.21 Schnittstelle hat, angeschlossen. Der Server wird an eine **DNAE (Datennetzabschluss-einrichtung)**, Bild siehe unten) und damit an das Datex-P-Netz angeschlossen.

Frame Relay ist für virtuelle Festverbindungen konzipiert, d.h. für standortübergreifende Verbindungen von lokalen Netzen mit relativ konstantem Datendurchsatz.



Frame Relais Ankopplung an Datex-P

Frame Relay ist eine effektive Datenübertragungstechnik für Datenströme, die eine konstante Bitrate haben wie zum Beispiel digitale Sprache. **Für Datenübertragungen mit stark wechselndem Verkehrsprofil oder auch für Multimedia ist sie nicht besonders gut geeignet.** Trotzdem wird sie wegen der geringen Kosten gerne für die Verbindung von LANs über Weitverkehrsstrecken verwendet. **Die Fehlerrate ist dann aber in Lastsituationen deutlich spürbar.**

Frame Relay wurde entwickelt, um eine effiziente Ausnutzung der existierenden technischen Ressourcen zu ermöglichen.

Frame Relay wird zunehmend von **ATM und Produkten, die auf IP basieren, ersetzt** (siehe ATM-Script).

Während sich ATM besonders für die Highspeed-Übertragung von Sprache, Video und Daten eignet wird Frame Relay vor allem für den Transport von klassischen Datenservices eingesetzt – nicht zuletzt deshalb ist es als Technologie für die Kopplung von LANs über Weitverkehrsnetze noch populär geworden.

Der Anteil von Frame Relay und ATM Netzen beträgt etwa **80 Prozent**, der Rest wird über die IP-Technologie MPLS (Multiprotocol Label Switching) abgewickelt.

ATM und **Frame Relay** stellen als bewährte verbindungsorientierte Übertragungstechniken wirtschaftliche Kommunikationsverfahren dar.

Datex-M

war ein paketvermittelter, verbindungsloser und Broadcast- bzw. Multicast fähiger Dienst der Deutschen Telekom für die LAN-zu-LAN-Kopplung mit Übertragungsraten von bis zu 140 Mbit/s.

Broadcast: von einem Punkt aus an alle Teilnehmer eines Netzes

Multicast: von einem Punkt zu einer Gruppe

Das **M stand für Multimedia oder Multi-Megabit**; es handelte sich um eine MAN-Technologie.

Neben Datex-M betrieb die Deutsche Telekom auch Datex-J.

Datex-J war/ist besser bekannt als das ehemalige BTX, das jetzt auch unter der Bezeichnung T-Online bekannt ist.

Das Datex-M-Netz war Hochgeschwindigkeits-Backbone für die LANs verteilter Firmenstandorte und wurde durch ATM und die Frame Relay und IP-Netze der Telekom abgelöst.

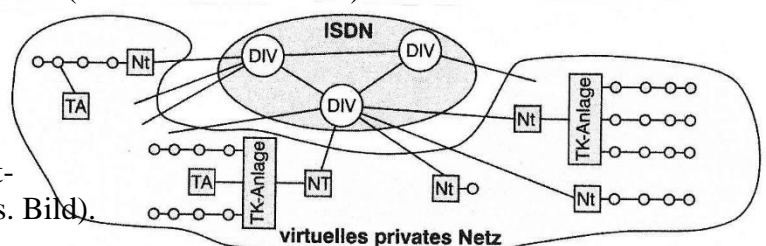
Datex-M ist/war in verschiedenen Versionen verfügbar, u. a. als Datex-M-Frame-Relay.

Datex-J

war ein Dienst der Deutschen Bundespost für Datenübertragung. Das J bedeutete "**Jedermann**". Der Dienst wurde als Trägerdienst für Bildschirmtext eingeführt und ermöglichte zusätzlich den Zugang zum Online-Dienst Compuserve. Es gab Mitte der 1990er Jahre noch Ausbaupläne für Datex-J; zum Beispiel sollte jeder Datex-J-Teilnehmer auch eine eigene E-Mail-Adresse erhalten. Diese Pläne wurden aber nicht weiter verfolgt, so dass BTX die einzige Anwendung für diesen Dienst blieb. (Minitel in Frankreich)

Zu VPN (Virtual Private Network)

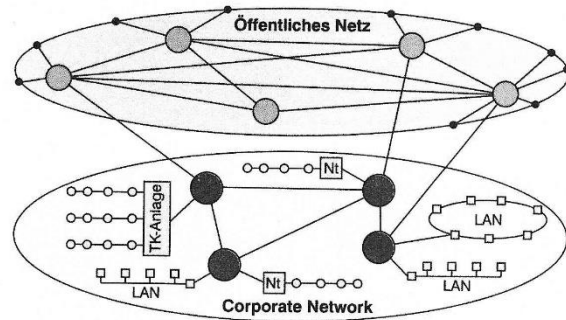
Für die Verbindung der Endeinrichtungen eines privaten Netzes werden auch Einrichtungen des öffentlichen Netzes verwendet (s. Bild).



Corporate Network

(standortübergreifendes Privatnetz)

Es hat Übergänge zum öffentlichen Netz mit und mit der ATM-Übertragungstechnik können Sprach- und Datenkommunikation über eine Verbindung zum öffentlichen Netz übertragen werden. Früher waren dafür 2 Festverbindungen notwendig.



Corporate Network

Backbone Netze

Bei größeren Vernetzungen ist es nicht mehr sinnvoll, weder wirtschaftlich noch besonders leistungsfähig, die einzelnen Teilnetze über Router oder Bridges miteinander zu verbinden.

==> Die Kopplung wird durch ein übergreifendes Verbindungsnetz vorgenommen.

Dieses übergreifende Verbindungsnetz wird als Backbone Netz bezeichnet (s. Bild).

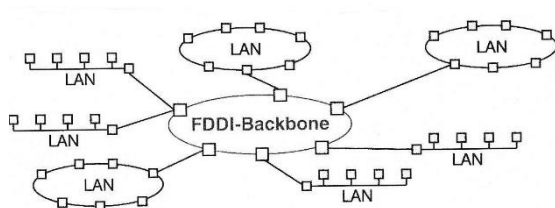
Solche Backbone Netze werden mit zwei unterschiedlichen Technologien ausgestattet.

==>FDDI-Technologie

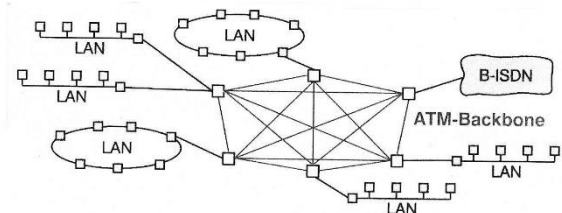
==>ATM-Technologie

Die ATM-Technologie bietet sich wegen ihrem besseren Übergang zu B-ISDN an.

(siehe auch ATM-Script)



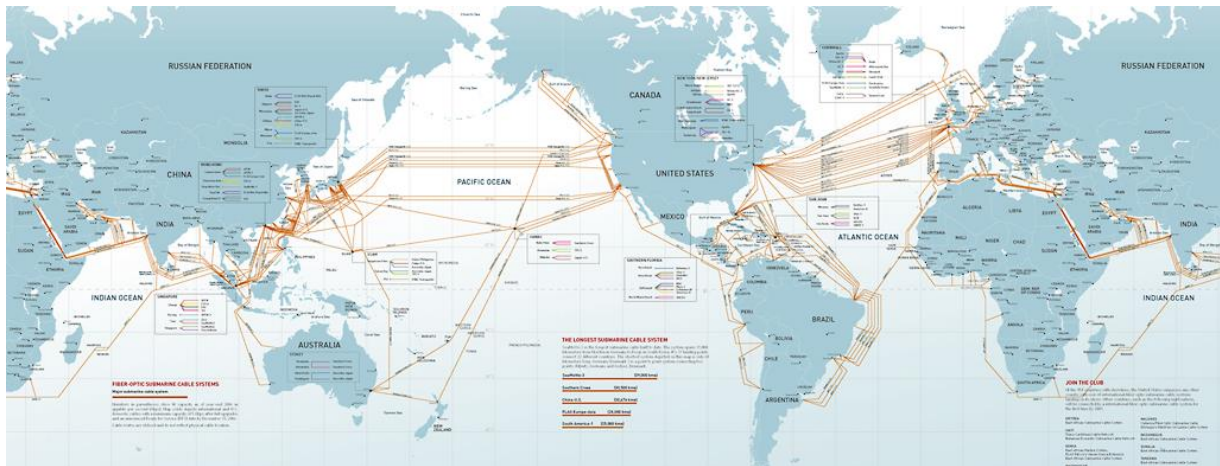
Struktur eines FDDI-Backbone-Netztes



Struktur eines ATM-Backbone-Netztes



Globaler Kommunikationsverkehr Jahr 2005



Submarine globale Netze im Jahr 2007

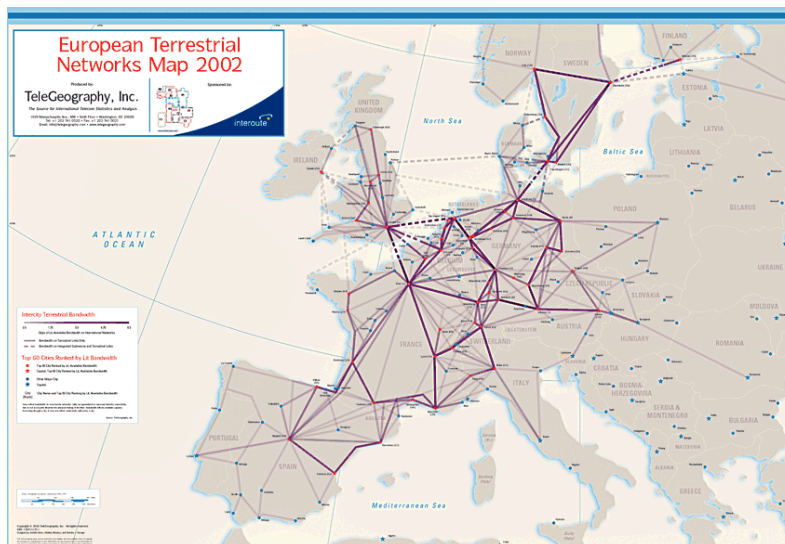
http://www.telegeography.com/products/map_cable/images/sub_cable_2007_large.jpg

Die Namen der Netze findet man unter:

<http://www.verizonbusiness.com/de/about/network/maps/maps.fxml>

sehenswert :

<http://www.cybergeography.org/atlas/geographic.html>

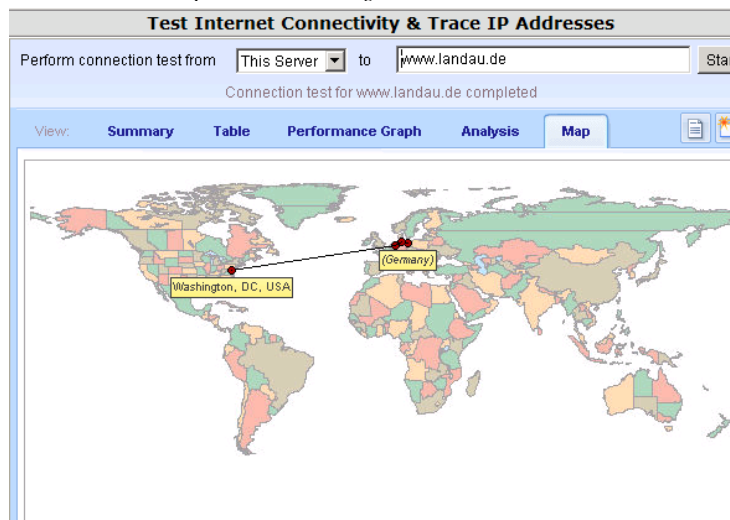


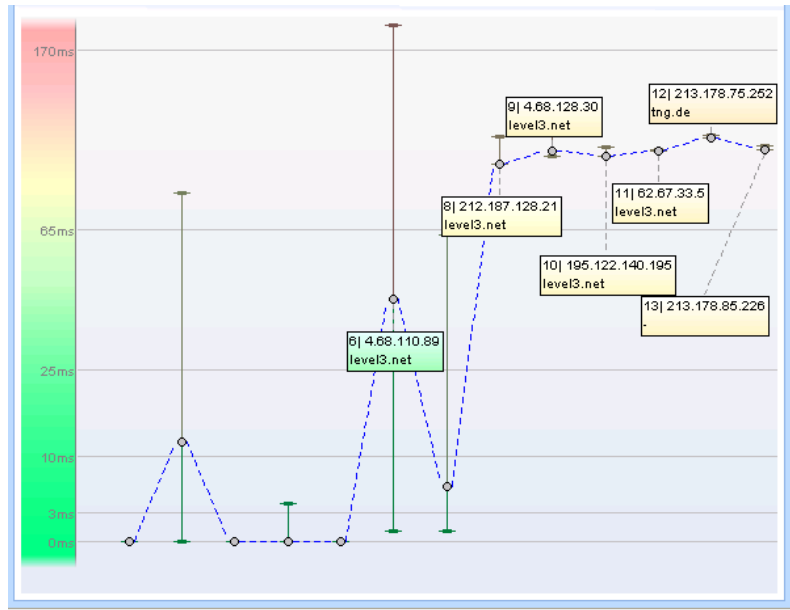
Netze in Europa im Jahr 2002

Anschaulich wird der Verbindungsverlauf zwischen zwei Servern angezeigt bei:

<http://visualroute.visualware.com/>

Hier zum Beispiel eine Verbindung zwischen USA und www.landau.de





Hop	%loss	IP Address	Node Name	Location	ms	Graph	Network
0	0	205.234.111.204	DTG316.visualwa	Ashburn, VA, US	-		Defender Technol
1	0	205.234.111.129	r03-8.iad.defende	Washington, DC,	0		Defender Technol
2	0	69.65.112.25	r01.iad.defenderh	Washington, DC,	12		Defender Technol
3	0	205.234.111.90	unknown90.111.2	Ashburn, VA, US	0		Defender Technol
4	0	69.31.10.33	ip-69-31-10-33.nl	Ashburn, VA, US	0		nLayer Communi
5	0	208.51.117.125	ge-7-0-0.ar1.DCA	Washington, DC,	0		Global Crossing C
6	0	4.68.110.89	te-7-1.car4.Washi	Washington, DC,	42		Level 3 Communi
7	0	4.68.121.33	ae-2-52.bbr2.Was	Washington, DC,	6		Level 3 Communi
8	0	212.187.128.21	ae-1-0.bbr2.Duss	Duesseldorf, Ger	94		European MPLS c
9	0	4.68.128.30	as-0-0.mp2.Haml	Hamburg, Germa	101		Level 3 Communi
10	0	195.122.140.195	ge-4-2.hsa1.Ham	Hamburg, Germa	98		Hamburg Gatewa
11	0	62.67.33.5	tng2.ham.Level3.i	Hamburg, Germa	101		DE transfer netwo
12	0	213.178.75.252	atm-5.ham2.tng.d	(Germany)?	108		TNG Transfer Net
13	0	213.178.85.226	-	(Germany)?	102		ADVANTIC-NET II

```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
G:\>tracert www.landau.de
Routenverfolgung zu www.landau.de [213.178.85.226] über maximal 30 Abschnitte:

  1    1 ms    1 ms    1 ms    192.168.2.1
  2    *      *      *      Zeitüberschreitung der Anforderung.
  3   1499 ms  47 ms   47 ms   217.0.66.186
  4    47 ms   48 ms   48 ms   f-ea1.P.DE.net.DTAG.DE [62.154.17.182]
  5    49 ms   49 ms   48 ms   62.156.139.202
  6    49 ms   49 ms   48 ms   ae-0-54.bbr2.Frankfurt1.Level3.net [4.68.118.98]

  7    68 ms   57 ms   57 ms   as-0-0.mp1.Hamburg1.Level3.net [4.68.128.34]
  8    70 ms   56 ms   *      ge-4-2.hsa1.Hamburg1.Level3.net [195.122.140.195]
  9    71 ms   59 ms   70 ms   tng2.ham.level3.net [62.67.33.5]
 10    58 ms   59 ms   71 ms   atm-5.ham2.tng.de [213.178.75.252]
 11    60 ms   72 ms   72 ms   213.178.85.226

Ablaufverfolgung beendet.
C:\>_
    
```

MAN (Metropolitan Area Network)

Ein MAN-Netz verbindet die einzelnen LAN's innerhalb eines Stadtbereiches ($\emptyset = \text{ca. } 50\text{km}$)

Ein MAN liegt zwischen LAN und WAN.

Bei der Deutschen Telekom AG (DTAG) entspricht dies dem **Datex-M** Netz.

Ein MAN besteht aus Subnetzen, die von **NMC** (Network Management Center) verwaltet werden und hat bis zu 140 MBits/s Übertragungsgeschwindigkeit.

Die LAN's werden über ein **CGW** (Customer Gateway) und ein **EGW** (Edge Gateway) an die Subnetze herangeführt.

Die Subnetze sind über Router verbunden.

Die Verbindung der MAN's erfolgt über **Inter-Router** (IR).

==> Max. 6 LAN's können über ein CGW an ein MAN angeschlossen werden

Zwei Busleitungen sind erforderlich (senden, empfangen)

Zugriff auf die Busleitung erfolgt konkurrierend durch die angeschlossenen Endgeräte nach dem DQDB-Verfahren (IEEE 802.6)

Es gibt Frames mit einer Länge von $125\mu\text{s}$ (48Bytes+5 Bytes = ähnlich einer ATM-Zelle).

(siehe auch ATM-Script)

