

Asynchronous Digital Subscriber Line

**Übertragungstechnik
Schnittstellen und Protokolle
Einsatzgebiete**

Wired Local Loop

Besteht aus einem verdrehten Adernpaar.

Einsatzmöglichkeiten:

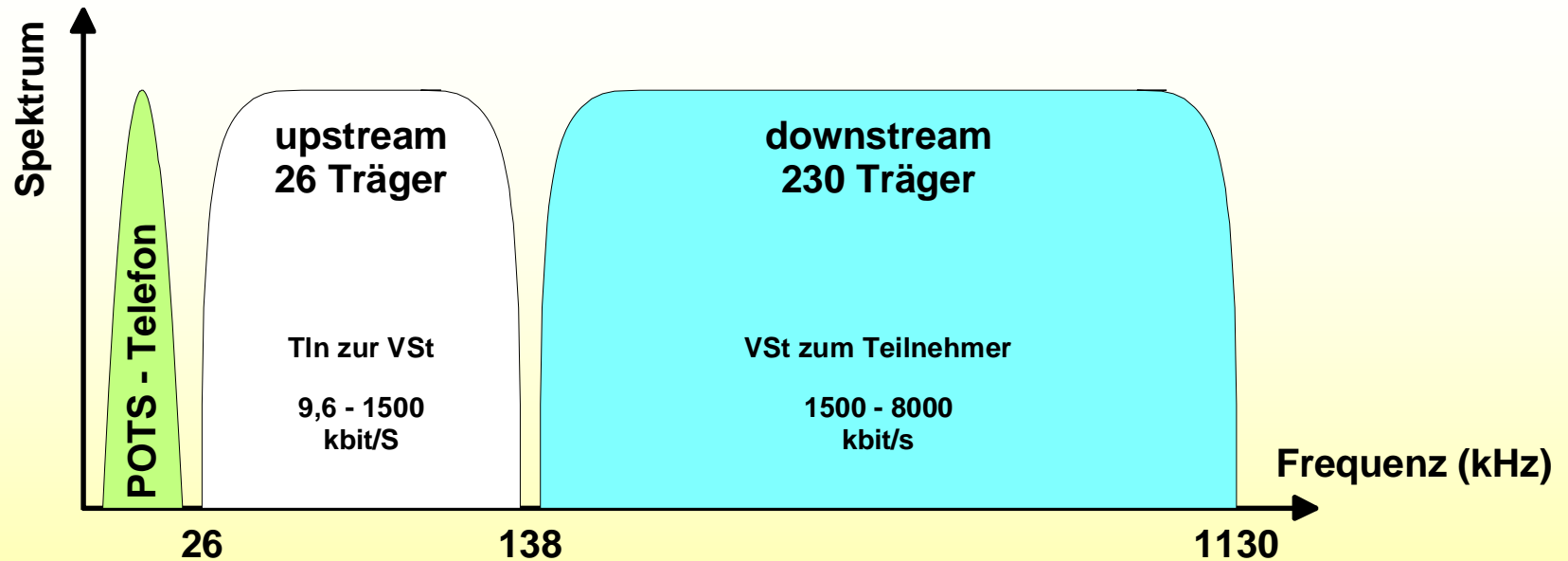
- **Analog Subscriber Line ASL**
Analoge Sprach- und Datenübertragung
im Sprachfrequenzband
- **Digital Subscriber Line DSL**
Digitale Sprach- und Datenübertragung
bis zu mehreren Mbit/s

Prinzip des ADSL

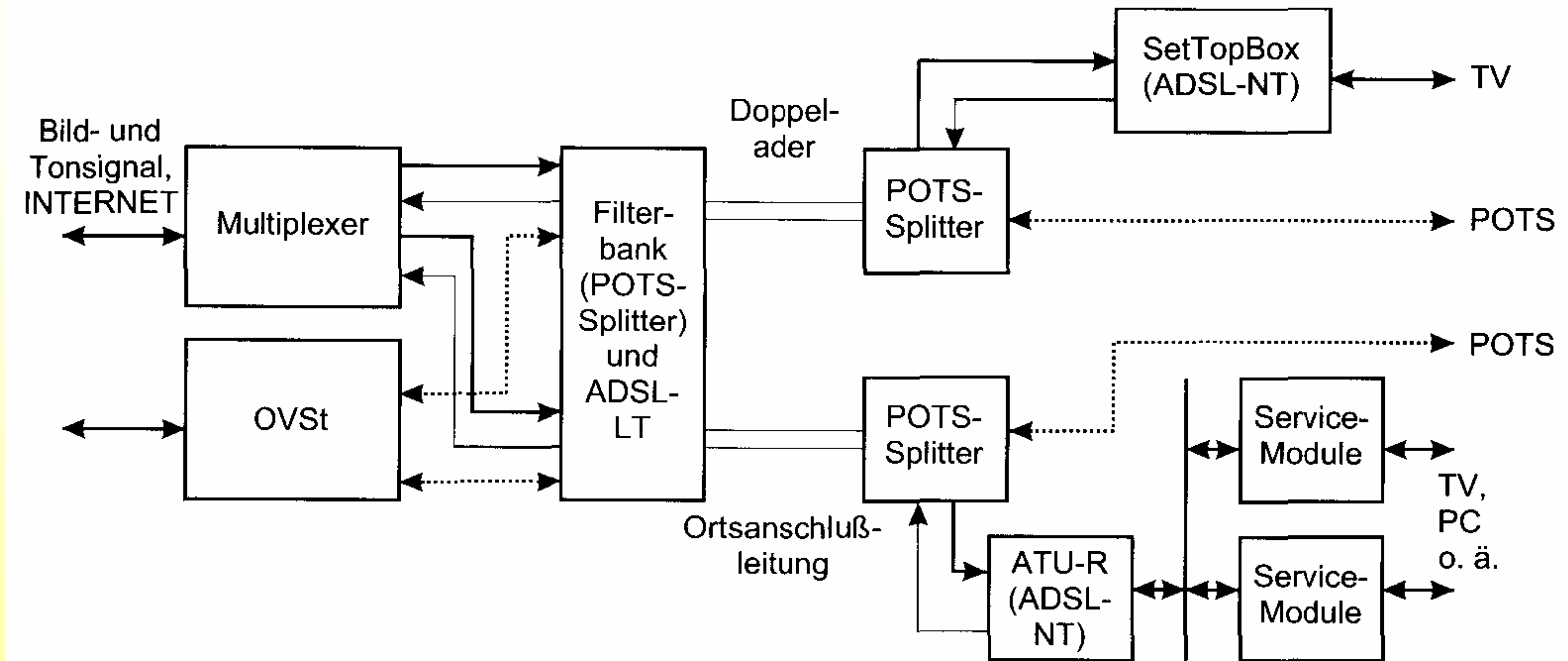
Die technisch sinnvoll nutzbare Bandbreite der Kupfer-Anschlussleitung wird in drei Kanäle aufgeteilt:

- ein Kanal für Telefondienst (POTS/ISDN)
- ein Kanal für Upstream-Daten (Anwender zum Provider)
- ein Kanal für Downstream-Daten (Provider zum Anwender)

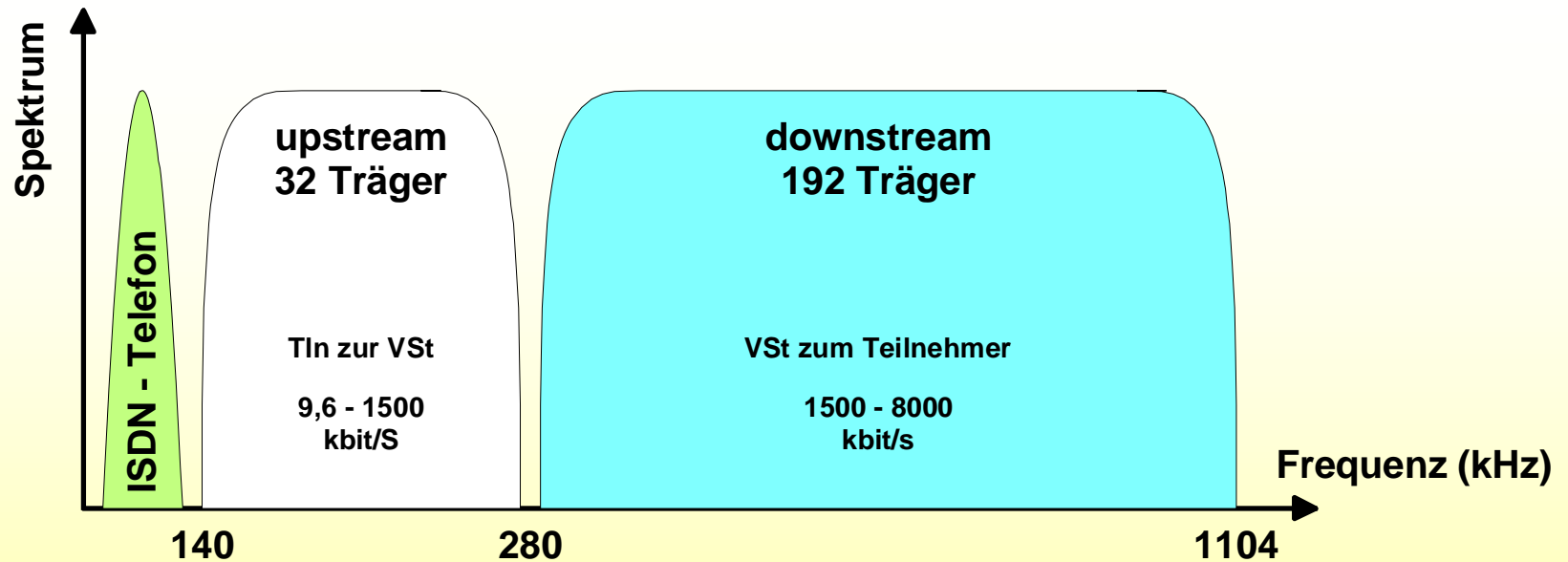
ADSL-Kanalstruktur bei POTS



ADSL-Systemstruktur



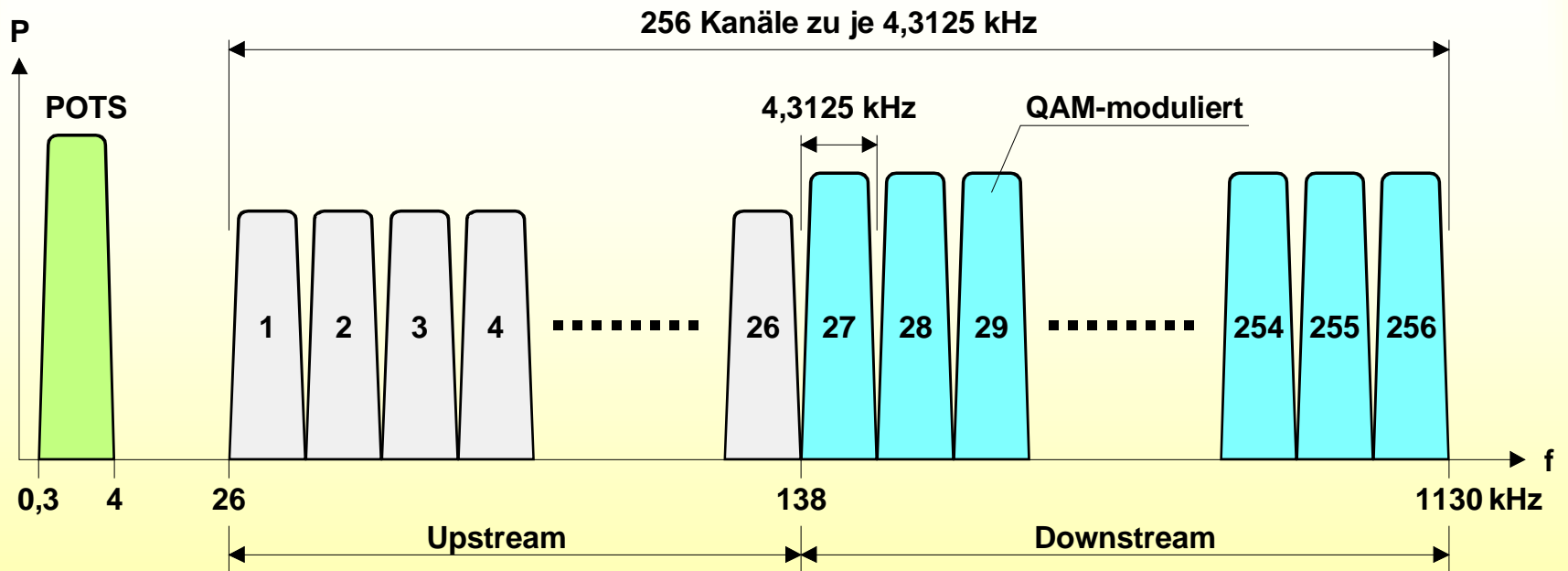
ADSL und ISDN



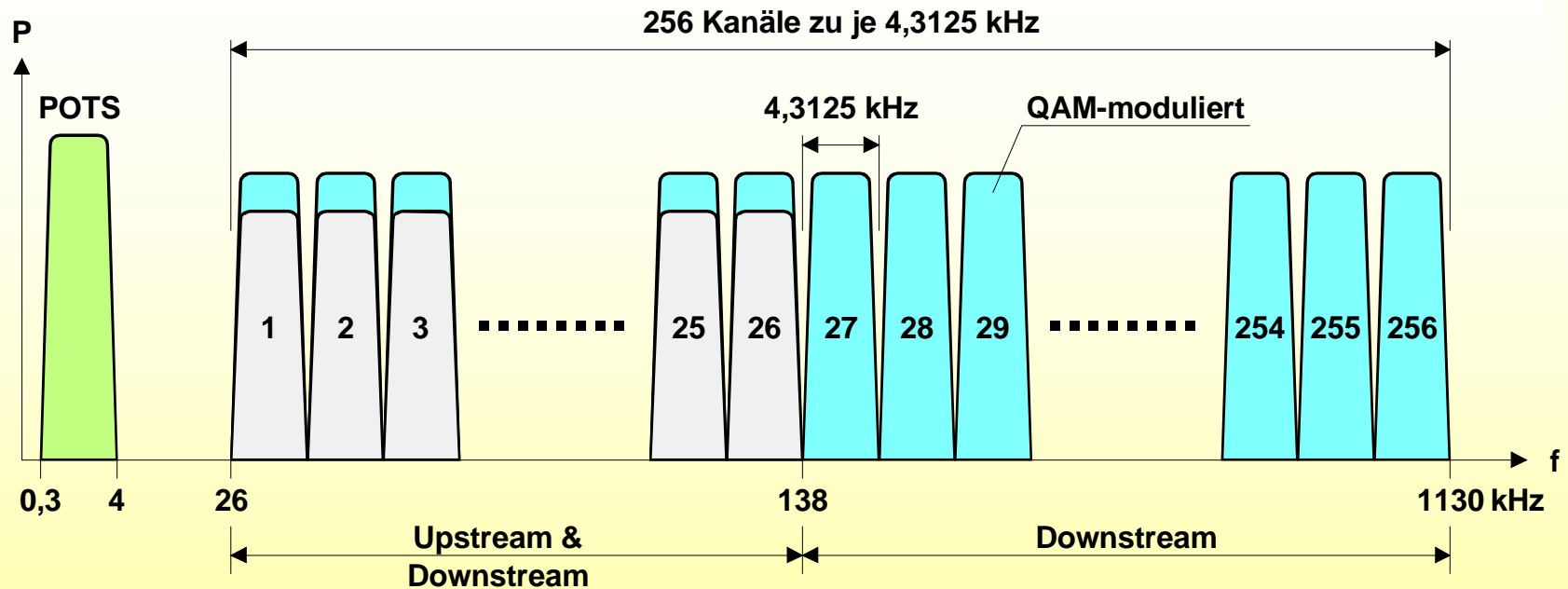
Richtungstrennung

- **Frequency Division Multiplexing FDM**
Upstreamkanäle: 1 –26,
Downstreamkanäle 27 – 256
gesamter Frequenzbereich auf 1 MHz
beschränkt
- **Echo Compensation EC**
Upstream- und Downstreamkanal
überlappen einander – dadurch höhere
Downstream-Kapazität

POTS mit FDM-Betrieb



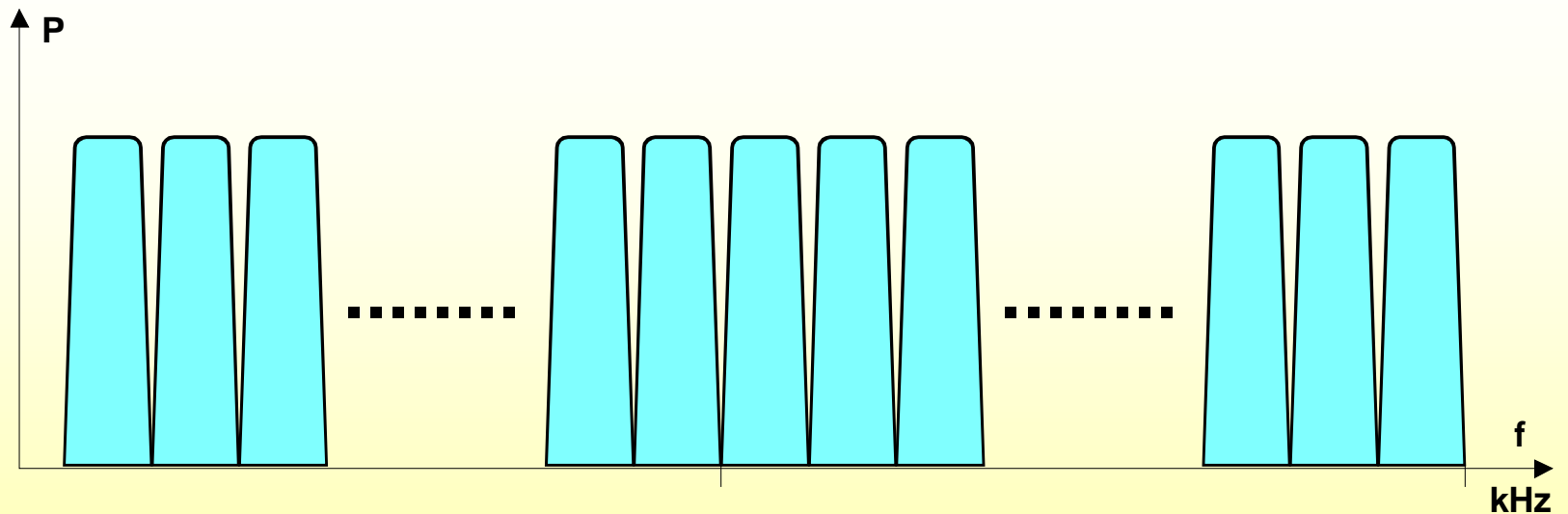
POTS mit Echokompensation



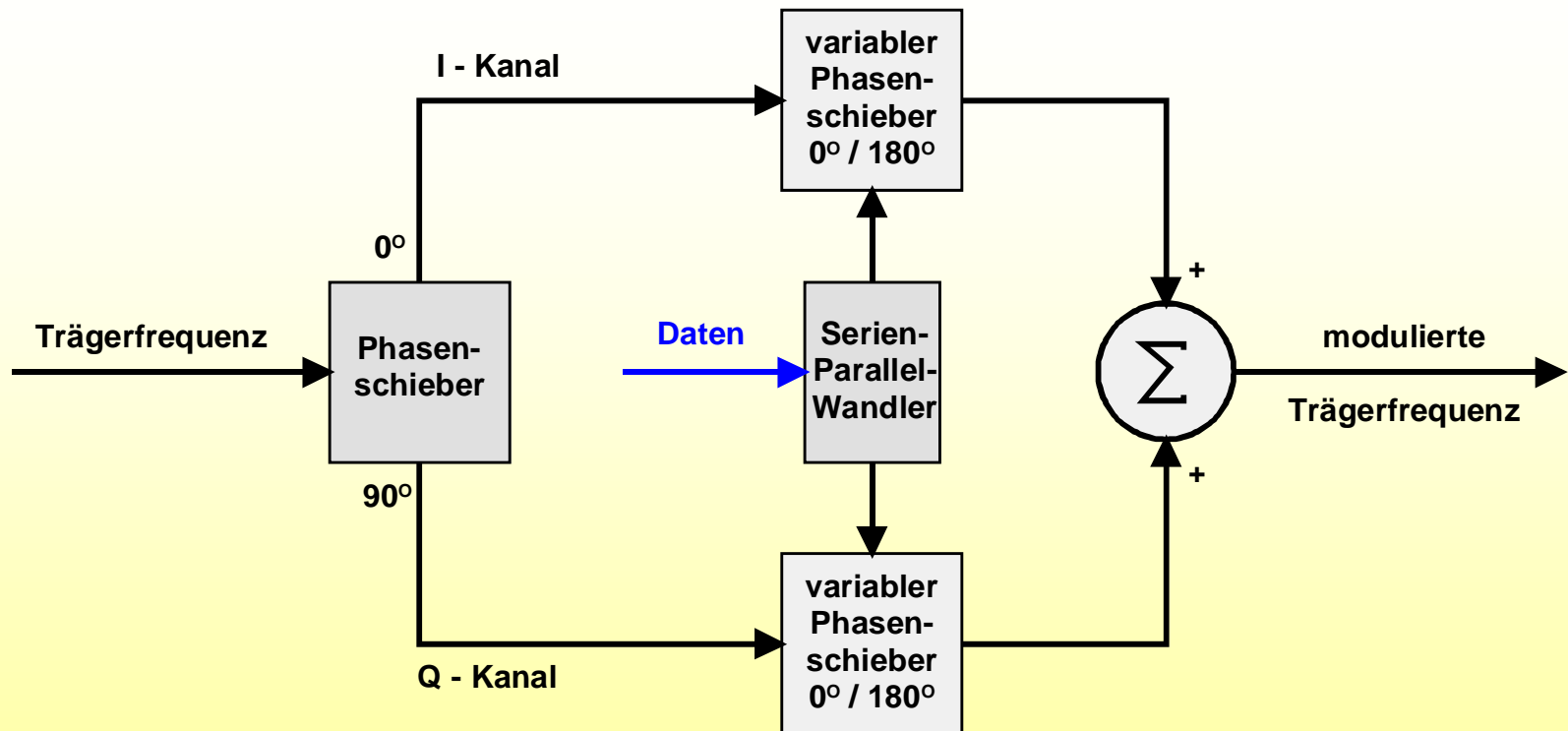
Modulationsverfahren

- **QAM (Quadrature Amplitude Modulation):**
Hier werden die Signale in einen höheren Frequenzbereich versetzt.
- **CAP (Carrierless Amplitude/Phase Modulation):**
Grundlage von CAP ist eine trägerlose Amplituden-/Phasenmodulation.
- **DMT (Discrete Multi-Tone Modulation):**
Die übermittelten Daten verteilen sich auf eine Vielzahl von Trägern, die alle eine Form der Quadrature Amplitude Modulation (QAM) einsetzen. DMT basiert auf der Discrete-Fast-Fourier- Transformation.

Discrete Multi-Tone Modulation



Quadratur-Amplitudenmodulation



Verbindungsaufnahme

- Die vielfältigen Möglichkeiten der Einstellung eines ADSL-Übertragungssystems bedingen während des Verbindungsaufbaus den Austausch eines komplexen Protokolls, in welchem sich Vermittlungsstelle und ADSL-Modem gegenseitig ihre Konfiguration mitteilen. Dieser Protokollablauf ist erforderlich zum
 - Auffinden nicht benützbarer Kanäle (Signal/Rausch-Abstand zu gering) und zum
 - Bestimmen der kanalindividuellen Bitrate (bits/Symbol)

Bit Swapping

Leitungsparameter und Störeinflüsse können sich auch während einer bestehenden Datenübertragung verändern. Aus diesem Grund werden die Signal-Rauschabstände aller Unterträger alle in regelmäßigen Zeitabständen neu ermittelt. Sollten sich Änderungen ergeben, so wird die Anzahl der bits/Symbol in schwächer gewordenen Unterträgern verringert und in besseren entsprechend erhöht.

Parity Check und Cyclic Redundancy Check

Im ersten Schritt kommt neben einer einfachen Paritätskontrolle ein CRC-Verfahren zum Einsatz. Ein Datenwort wird durch ein vorher festgelegtes Polynom geteilt, wodurch sich ein Quotient und ein Rest ergeben. Der Rest wird an das Datenwort angehängt und übertragen. Der Empfänger führt die gleiche Operation durch und vergleicht den von ihm ermittelten Rest mit dem empfangenen. Sollten die Ergebnisse nicht übereinstimmen, wird eine Fehlermeldung erzeugt.

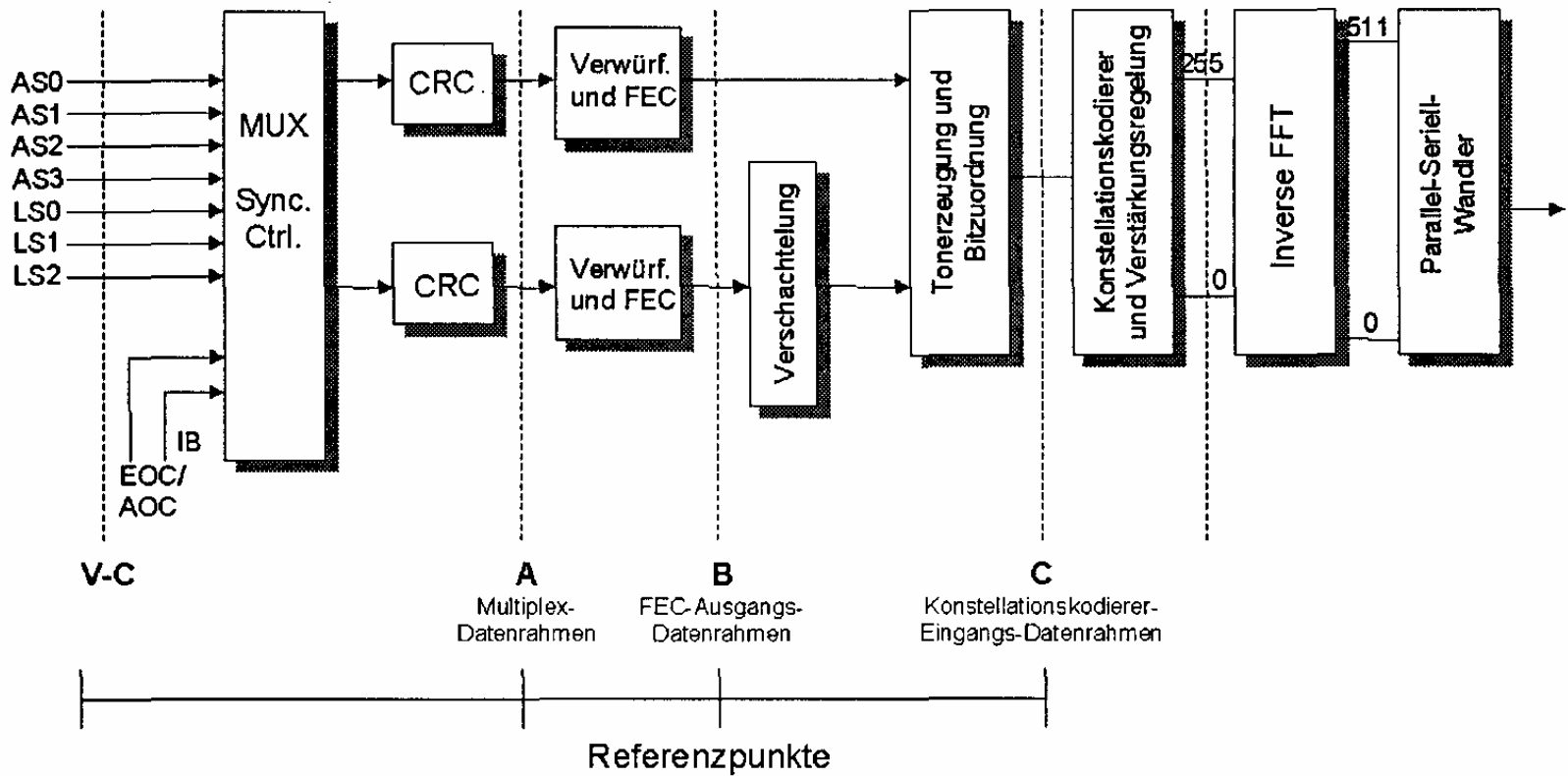
Forward Error Correction

Im nächsten Schritt schließt sich die vorwärtsgerichtete Fehlerkorrektur (Reed-Solomon-Code) an. Durch FEC können nicht nur Impulsstörungen, sondern auch Hintergrundrauschen und Nebensprechen kompensiert werden, wobei durch das Einfügen von Redundanzen ein erhöhter Bandbreitenbedarf entsteht. Da ADSL nicht streng bandbreitenlimitiert ist, stellt dies kein wesentliches Problem dar.

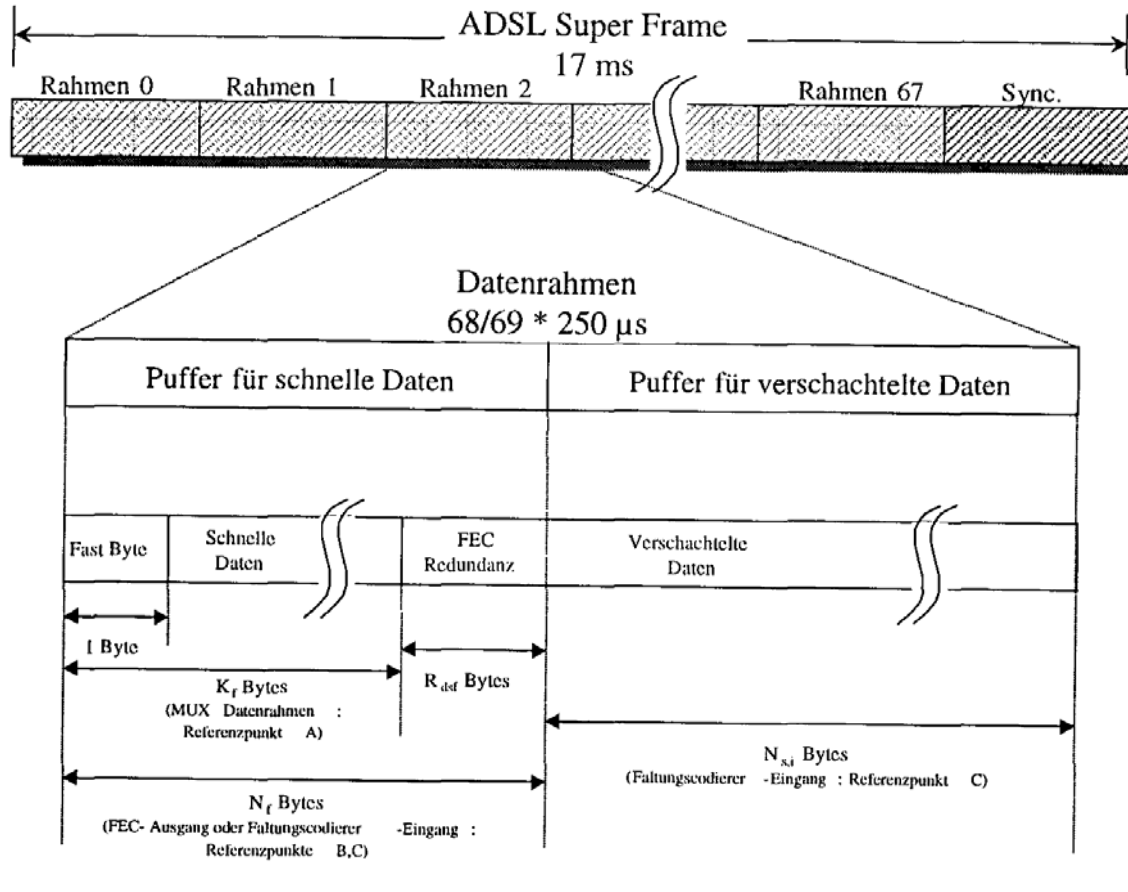
Verschachtelung - Interleaving

- Der Teil der Daten, für den ein zusätzlicher Schutz vor Übertragungsfehlern vorgesehen ist, wird einer sogenannten Verschachtelung unterzogen.
- Dabei werden aufeinander folgende Bits eines Rahmens mit Bits aus zeitlich weiter entfernten Rahmen nach einem bestimmten Algorithmus vertauscht.
- Im Empfänger werden die Bits wieder in die richtige Reihenfolge gebracht.

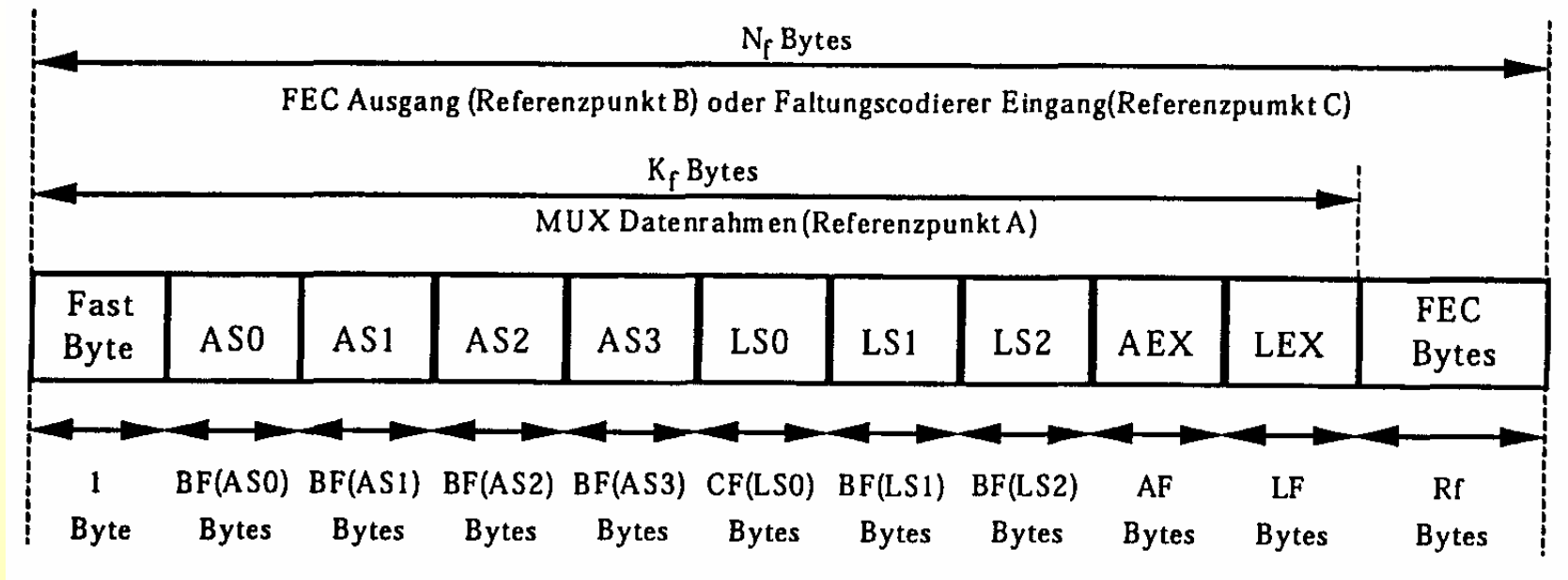
ADSL Referenzsystem



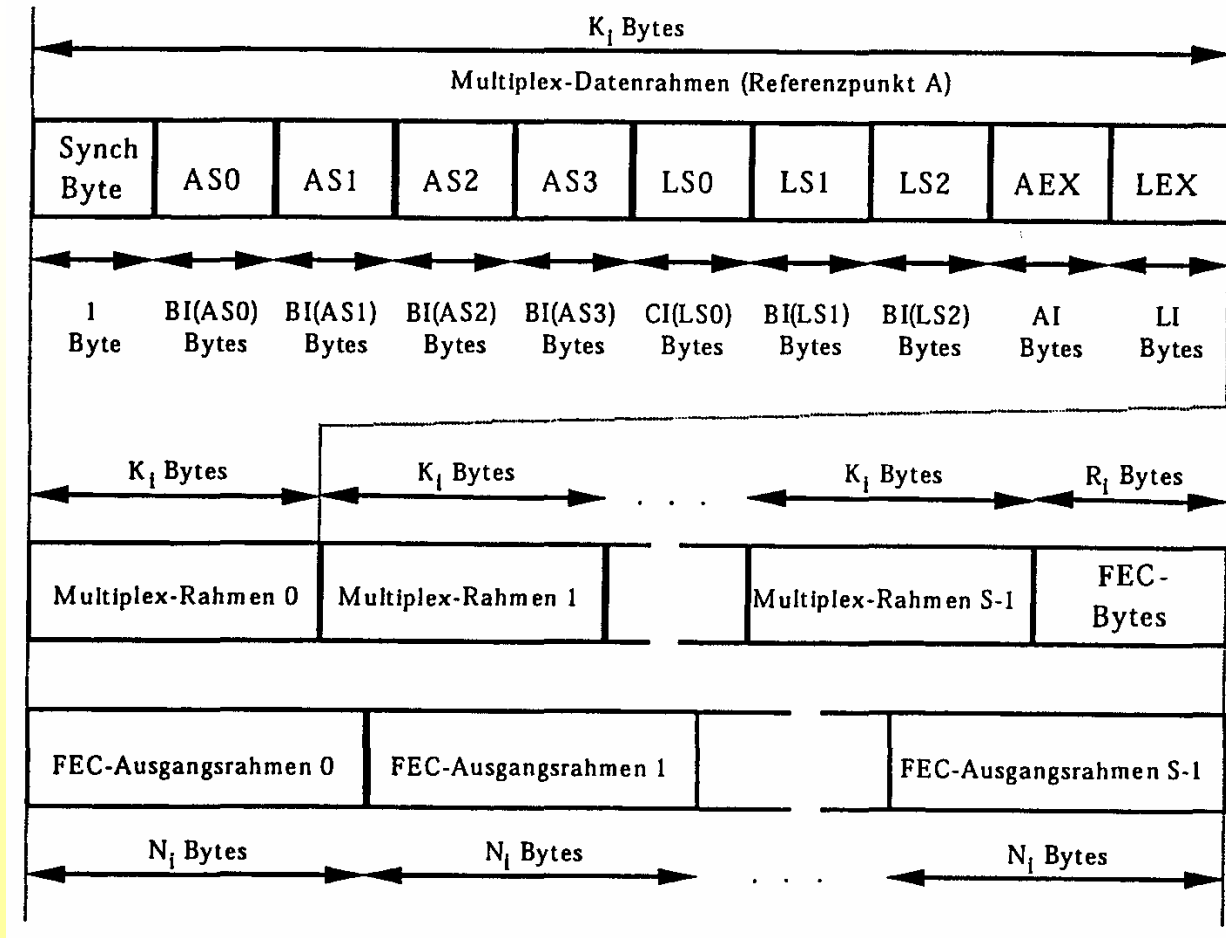
ADSL-Rahmenstruktur



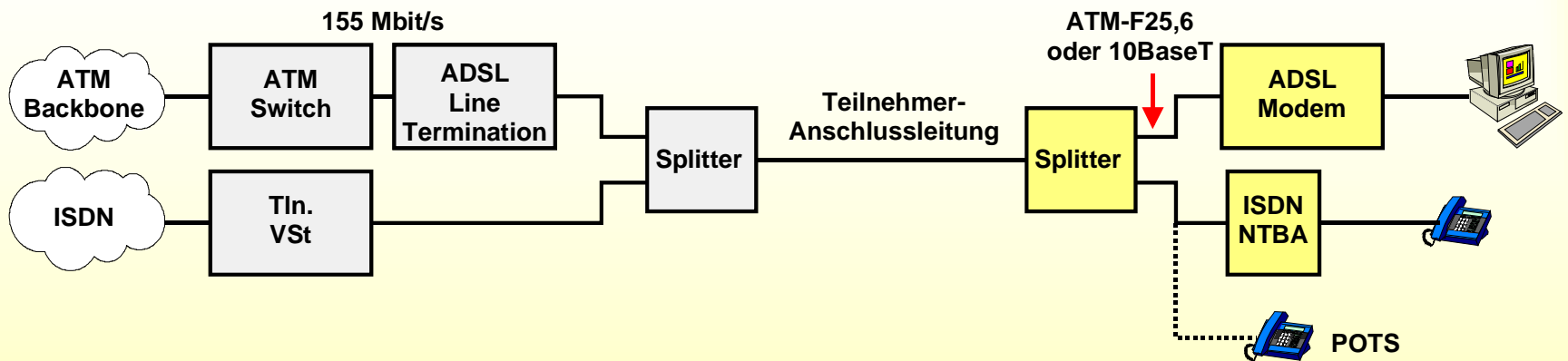
Rahmen für schnelle Daten



Rahmen für verschachtelte Daten



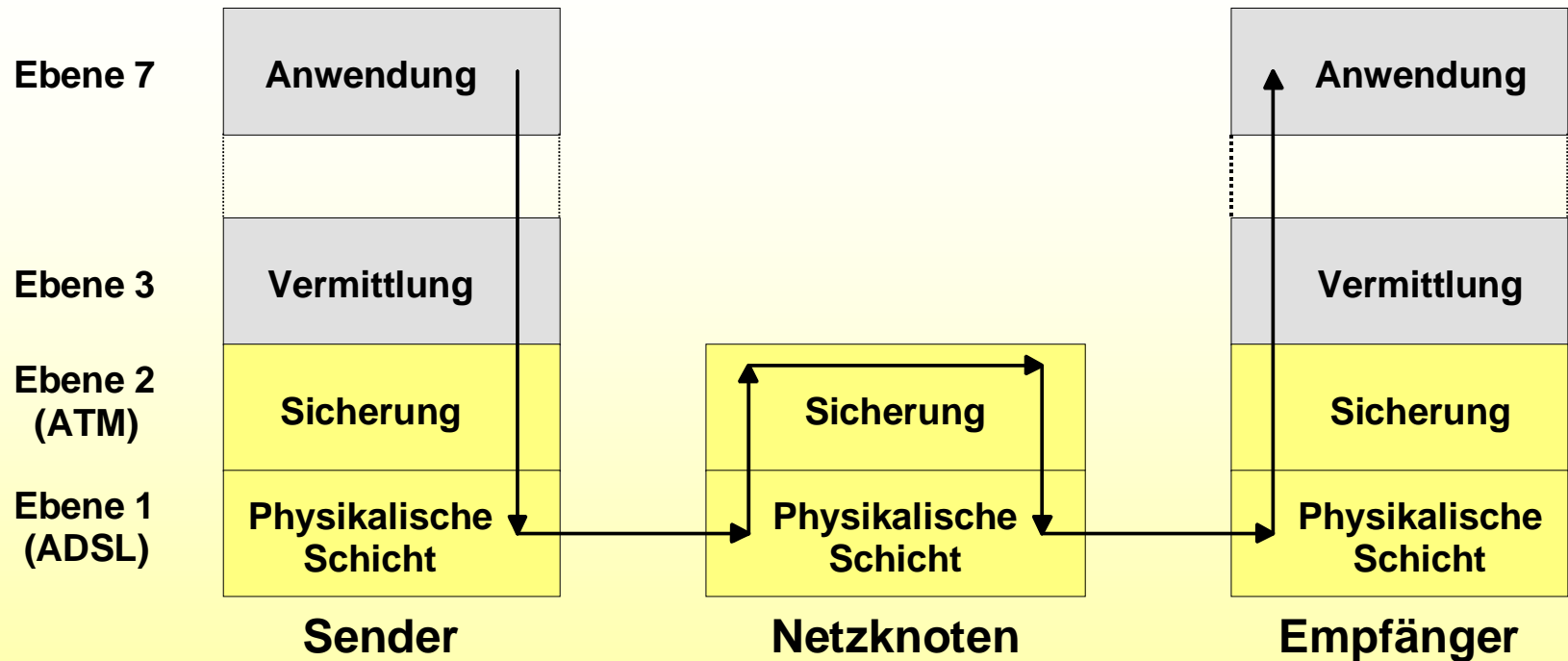
ADSL HW-Struktur



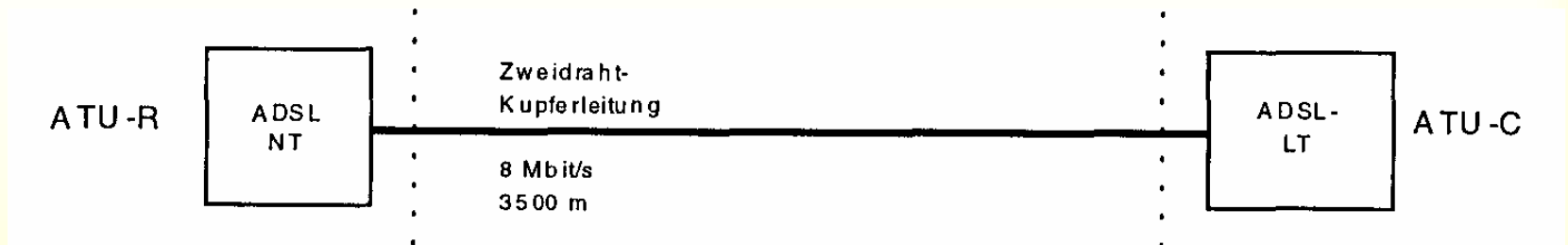
ATM25-Schnittstelle



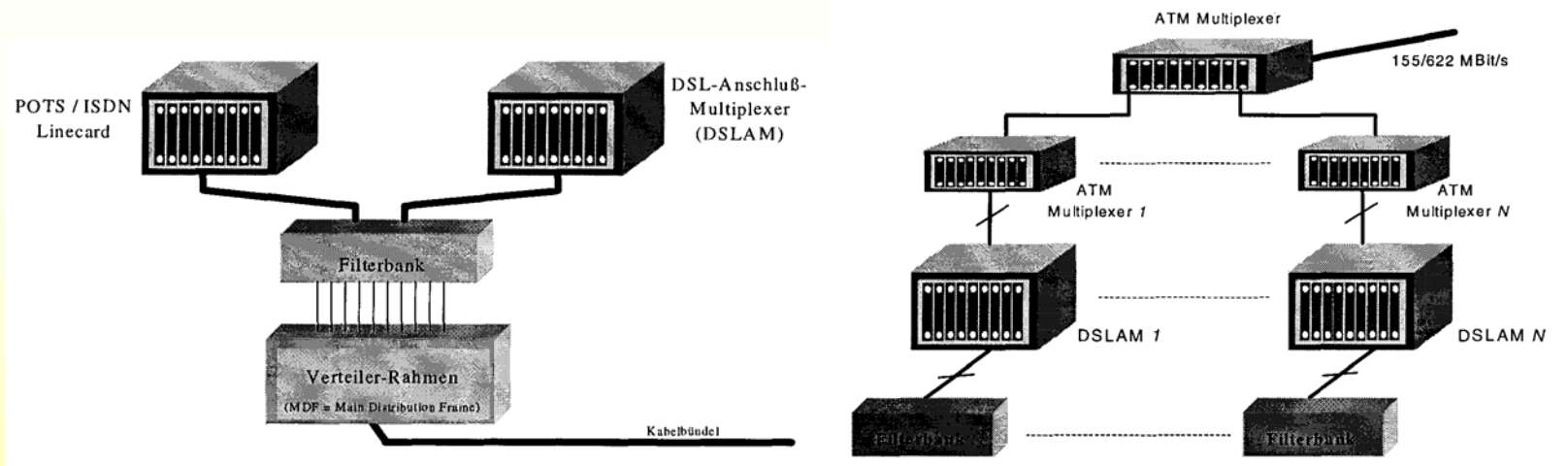
ATM über ADSL



ADSL-Einsatz im Zugangsnetz



ADSL auf der Vermittlungsstellen-Seite



ADSL - NT

