

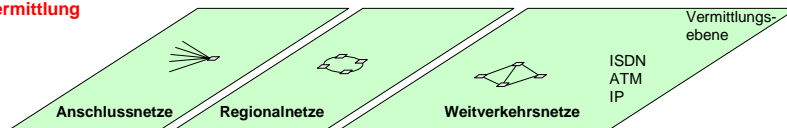
## 2.3 OSI-Referenzmodell: Schicht 3 - Vermittlungssysteme

### PROVISORISCH, UPDATE AM 13.7.2002

#### Inhalt

- ISDN (Basis-/Multiplexanschluss, Verbindungsaufbau, Datenkommunikation über B-Kanal/D-Kanal)
- X.25 (Netzstruktur, logische Verbindung)
- ATM (Netzstruktur, logische Verbindung)
- Signalisierung (Analogleitung, D-Kanal, SS7)
- Netzintelligenz

#### Vermittlung



text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text  
text text text

#### Leitungsvermittlung

GSM Global System for Mobile Communication  
ISDN Integrated Services Digital Networks

#### Paketvermittlung

GPRS General Packet Radio Service  
UMTS Universal Mobile Telecommunication System  
X.25 X.25 Packet Switching  
FR Frame Relay  
ATM Asynchronous Transfer Mode  
IP Internet Protocol

Bild: Netztechnologien: Vermittlung

## ISDN (Integrated Services Digital Network)

ISDN integriert verschiedenartige Dienste wie Sprach-, Daten- und Bildkommunikation in einem Netz. Der Benutzer benötigt dafür nur einen Netzzugang (UNI: User Network Interface).

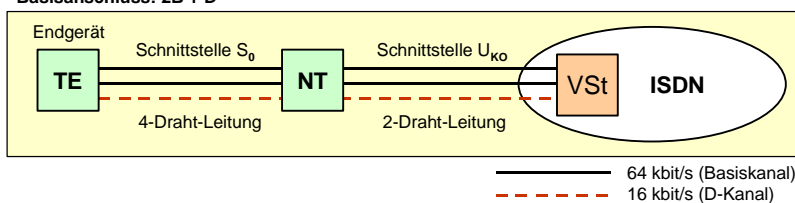
### Netzaufbau

ISDN kann unterschiedliche Netze als Basis nutzen. Dabei werden Nutzdaten und Signalisierungsdaten getrennt übertragen (Außer-Band-Signalisierung, Out-of-Band Signalling). Nutzdaten können übertragen werden durch:

- leitungvermittelte Übertragung im B-Kanal,
- paketvermittelte Übertragung im B-Kanal,
- paketvermittelte Übertragung im D-Kanal.

Dem Anwender stellt ISDN B-Kanäle (Bearer Channel) für Nutzdaten und D-Kanäle (Data Channel) für die Signalisierung zur Verfügung. Je nach Anschlussstyp **Basisanschluss** oder **Primär-Anschluss** sind unterschiedliche Datenraten verfügbar.

#### Basisanschluss: 2B + D



#### Primäranschluss: 30B + D (2 Mbit/s)

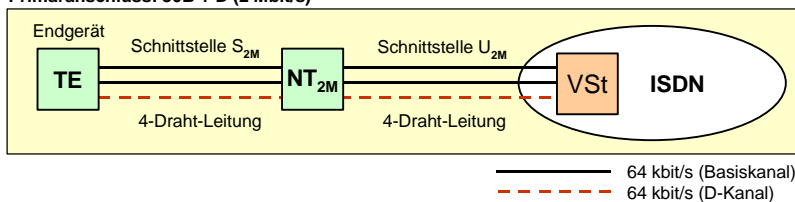


Bild: ISDN Basis- und Primäranschluss

### ISDN-Basisanschluss

Der Basisanschluss stellt zwei Nutzkanäle mit je 64 kbit/s in beide Richtungen zur Verfügung. Für eine Verbindung an einem ISDN-Basisanschluss ist je Übertragungsrichtung ein B-Kanal notwendig, da aber an einem Basisanschluss in jeder Übertragungsrichtung zwei B-Kanäle bereitgestellt werden, können je Basisanschluss zwei gleichzeitige und unabhängige Kommunikationen unterhalten werden. Der Teilnehmeranschluss ist meist als Bus ausgeführt, an dem mehrere Einrichtungen angeschaltet werden können.

Der Anschluss erfolgt über die international genormte  $S_0$ -Schnittstelle. Die Nutzkanäle sind nicht bestimmten Endeinrichtungen oder Diensten zugeordnet, sondern werden erst nach Bedarf einer bestimmten Endeinrichtung zugeteilt. Die Signalisierungsinformationen werden in einem getrennten 16 bit/s-Kanal, dem D-Kanal, übertragen. Der Zugriff auf den D-Kanal erfolgt von allen Endeinrichtungen aus in Konkurrenz zueinander, gleichzeitige Übertragungs-Anforderungen werden nacheinander behandelt.

### $S_0$ -Bus

Die  $S_0$ -Schnittstelle befindet sich im Bereich der Installation beim Teilnehmer zwischen NT (Network Termination) und TE (Terminal Equipment). Die  $S_0$ -Schnittstelle ist eine vierdrähtige Schnittstelle, die sowohl als Bus, mit maximal 8 angeschlossenen TE, als auch als Punkt-zu-Punkt-Verbindung eingesetzt werden kann. Das Vierdraht-Verfahren ermöglicht die Verwendung eines einfachen Übertragungsverfahrens.

### Primäranschluss und Schnittstelle $S_{2M}$

Wenn eine Datenverarbeitungsanlage oder ein LAN am ISDN angeschlossen werden soll, ist der ISDN-Basisanschluss mit zwei Kanälen nicht ausreichend, um den Kommunikationsanforderungen nachzukommen. Dasselbe gilt für die Betreiber von Telekommunikationsanlagen, die als private ISDN-Knoten zu sehen sind. Eine große Daten- oder Telekommunikationsanlage kann entweder über mehrere Basisanschlüsse oder über einen ISDN-Primärratenanschluss, Zugang zum ISDN haben. Die teilnehmerseitige Schnittstelle wird dabei als  $S_{2M}$ -Schnittstelle bezeichnet. Bei einem Primärratenanschluss gibt es ausschließlich Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Die Schnittstelle besteht aus 30 B-Kanälen mit je 64 kbit/s als Nutzkanälen und einem D-Kanal mit ebenfalls 64 kbit/s als Signalisierungskanal. Die Schnittstelle  $S_{2M}$  wird mit PCM-30-basierenden Multiplexsystemen mit einer Bitrate von ca. 2 Mbit/s realisiert.

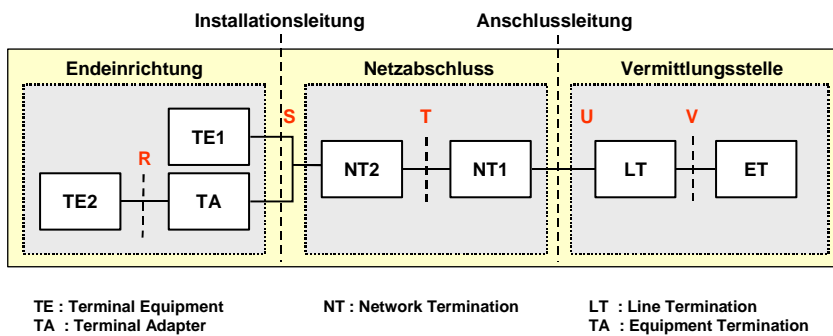


Bild: ISDN-Basisanordnung

Der ISDN-Anschluss wurde von ITU-T in Funktionsgruppen aufgeteilt, um verschiedene notwendige Funktionen voneinander abzugrenzen.

Die Referenzpunkte werden mit R bis V bezeichnet, sie müssen aber nicht mit den physikalischen Schnittstellen zusammenfallen. Um Referenzpunkte am Basisanschluss zu kennzeichnen, werden sie mit einem Index 0 versehen.

### Funktionseinheiten

ET	Exchange Termination	Eine Vermittlungsknoten (Exchange Termination) bearbeitet alle schnittstellenbezogenen Aufgaben der Schichten 1, 2 und 3.
LT	Line Transmission Termination	Der LT ist eine Leitungsübertragungseinrichtung zwischen der Teilnehmeranschlussleitung und dem ET-Übergabeverfahren. Die Funktion besteht damit aus einer Umsetzung der Übertragungsverfahren zwischen einem relativ niedriggradigen Teilnehmeranschluss und einem hochrati- gen Multiplexanschluss auf der Vermittlungsseite.
TE1	Terminal Equipment 1	Der Endgerätetyp 1 ist ein ISDN-Endgerät, z.B. ISDN-Telefon, ISDN-Multifunktions-Endgerät, ISDN-Faxgerät und ISDN-Interface-karten für PCs.
TE2	Terminal Equipment 2	Der Endgerätetyp 2 ist ein Endgerät, das die ISDN-Interface Empfehlungen nicht erfüllt. Damit sind alle Endgeräte gemeint, die z.B. Schnittstellen nach den V- und X-Empfehlungen besitzen.
TA	Terminal Adapter	Ein Terminal Adapter paßt ein TE 2 an die NT 2 Gegebenheiten an. Damit können die analogen oder digitalen nicht-ISDN-Endgeräte auch am ISDN betrieben werden
NT1	Network Termination 1	Der Netzabschluss 1 bedient die Teilnehmeranschlussleitung zum LT und generiert ein leitungs- neutrales Übergabeverfahren für den NT 2.
NT2	Network Termination 2	Der Netzabschluss 2 bedient den Endgerätezugang und das leitungsneutrale Übergabeverfahren zum NT 1. Der Endgerätezugang kann ein Einzelterminal oder eine Telefonanlage sein. Typische Vertreter für einen NT 2 sind ein LAN oder eine Telefonanlage.

### Aufgaben der Funktionseinheiten

	Schichten	Aufgaben
ET		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiplex-, Demultiplexfunktionen</li> <li>- Verbindungsüberwachungsfunktionen</li> <li>- Fehlerüberwachung und Alarmierung</li> <li>- Kontroll- und Testfunktionen</li> <li>- LAP-D Protokolle (Schicht 2)</li> <li>- Signalisierungsfunktionen (Schicht 3)</li> </ul>
LT		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzen der Übertragungsverfahren zwischen Teilnehmer- und Vermittlungsseite</li> <li>- Ableiten und regenerieren von Takten</li> <li>- Fehlerüberwachung und Alarmerzeugung</li> <li>- Fernstromversorgung des Teilnehmerbereichs</li> </ul>
NT1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzen von Übertragungsverfahren</li> <li>- Überwachungsfunktionen der Leitung,</li> <li>- Überwachung/Schalten von Testschleifen</li> <li>- Ableiten und regenerieren von Takten</li> </ul>
NT2	1, 2 und 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzen von Übertragungsverfahren</li> <li>- Protokollbearbeitung Schicht 2 und 3</li> <li>- Vermittlungsfunktionen Schicht 3</li> <li>- Multiplexfunktionen</li> <li>- Wartungsfunktionen</li> </ul>

## ISDN-Schichtenmodell

Bei der Betrachtung des ISDN-Schichtenmodells sind Endgerät, Ortvermittlungsstelle und Fernvermittlungsstelle zu unterscheiden.

- Für die Nutzdaten wird auf der Schicht 1 eine transparente logische Verbindung aufgebaut. Die Empfehlungen 1.430 (für S<sub>0</sub>-Schnittstelle) und 1.431 (für S<sub>2M</sub>-Schnittstelle) gelten für B- und D-Kanäle im Endgerät und in der Ortvermittlung.
- Für die Signalisierung existieren für den Netzanschluss drei Schichten. Schicht 2 verwendet LAPD (Link Access Procedure für D Channel, Empfehlungen Q.920 und Q.921). Auf Schicht 3 wird DSSI (Digital Signalling System No. 1, Empfehlungen Q.930 und Q.931) eingesetzt. DSS 1 wird europaweit genutzt und deshalb kurz als **Euro-ISDN** bezeichnet.

Für die unteren drei Schichten des OSI-Referenzmodells ist die Signalisierung im D-Kanal festgelegt, das Protokoll basiert auf ITU-T-Empfehlungen.

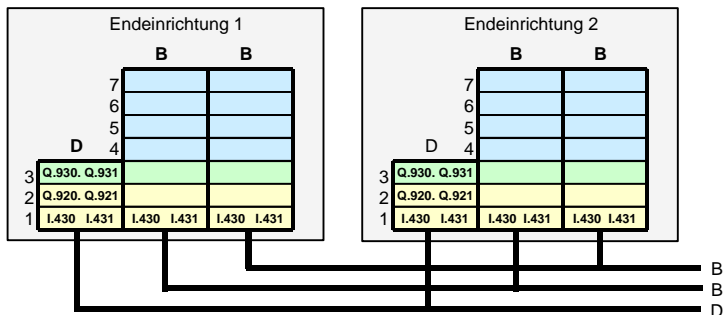
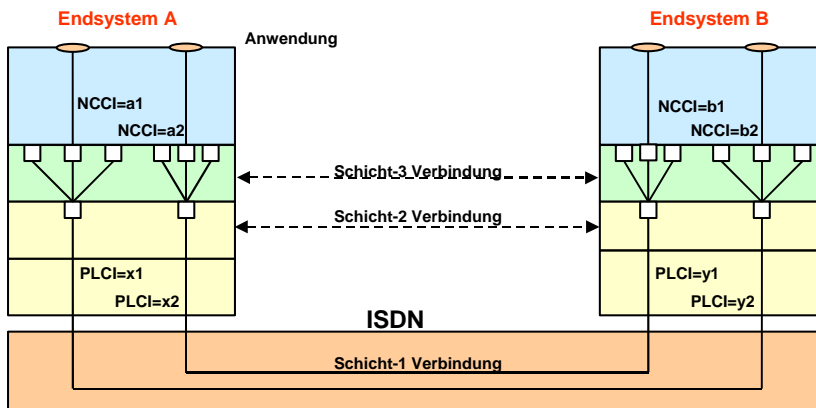


Bild: ISDN Schichtenmodell

Für die Kommunikation zwischen den Schichten werden Dienstelemente (Primitiven) festgelegt. Jeder Schicht ist im Referenzmodell ein Dienst zugeordnet, den diese Schicht für die nächsthöhere Schicht durch die Instanzen erbringt. Eine Instanz ist eine Abstraktion von Prozessen und Software-Programmen. Eine Schicht-3-Instanz ist in der Regel ein Software-Modul, das in einem Prozessor abläuft. Schicht-2-Instanzen werden teils in Hardware, und teils in Software realisiert, Schicht-1-Instanzen werden überwiegend in Hardware realisiert.



NCCI: Network Control Connection Identifier  
PLCI: Physical Link Connection Identifier

Bild: ISDN Schichtverbindungen

## Schicht-Verbindungen

Eine physikalische B-Kanalverbindung in ISDN ist eine Schicht-1-Verbindung. Mehrere virtuelle Verbindungen können darüber realisiert werden. Eine physikalische B-Kanalverbindung ist eine ungesicherte Bitübertragung, erst durch den Einsatz einer höheren Schicht-2-Verbindung kann die Bitübertragung gesichert werden. Die Qualität der Übertragung wird mittels des D-Kanal-Protokolls der Schicht 2 kontrolliert. Eine virtuelle Schicht-3-Verbindung basiert üblicherweise auf einer Schicht-2-Verbindung. Die Schicht 2 kann in Sonderfällen leer sein (ungesicherte Datenübertragung), dann setzt die Schicht-3-Verbindung direkt auf einer physikalischen Schicht-1-Verbindung auf.

Schicht-3-Verbindungen werden lokal durch den NCCI (Network Control Connection Identifier) identifiziert. Schicht-1-Verbindungen werden lokal mit einem PLCI (Physical Link Connection Identifier) gekennzeichnet. Auf diese Art wird eine physikalische ISDN-Verbindung durch zwei PLCIs eindeutig markiert: der lokale PLCI auf der Seite des Endsystems A und der lokale PLCI auf der Seite des Endsystems B. Eine Schicht-3-Verbindung wird durch zwei NCCIs eindeutig festgelegt.

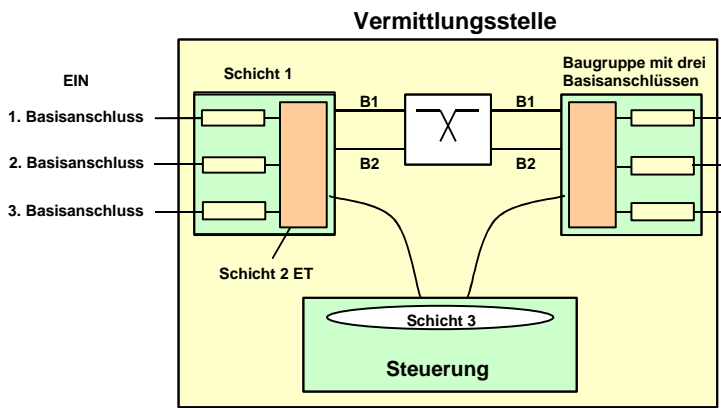


Bild: Implementierung des D-Kanal-Protokolls

### Aufgaben der unteren drei Schichten:

**Schicht 1:** Die Bitübertragungsschicht (physical layer) stellt die synchronisierte Übertragung der binären Signale in den Kanälen zwischen Endeinrichtung und Netz gleichzeitig in beiden Richtungen sicher.

**Schicht 2:** Die Sicherungsschicht (data link layer) sichert den Nachrichtenaustausch der Schicht 3 zwischen den Endstellen und der Teilnehmervermittlungsstelle, zusätzlich ist hier der Transport von paketvermittelten Daten vorgesehen.

**Schicht 3:** Die Vermittlungsschicht (network layer) beschreibt die eigentliche Signalisierung zwischen Endeinrichtungen und Teilnehmervermittlungsstelle

### Beispiele für die D-Kanal Signalisierung auf Schicht 3:

- SETUP: Teilnehmer hat abgehoben
- INFO: Wahlinformationen
- SETUP: Teilnehmerruf
- DISC: Teilnehmer hat aufgehängt

### Vermittlungsarten

Es gibt drei Vermittlungsarten, die entsprechend den Übermittlungsdiensten unterschieden werden:

- leitungsvermittelte Verbindungen (B-Kanal)
- paketvermittelte Verbindungen (B-Kanal)
- paketvermittelte Verbindungen (D-Kanal)

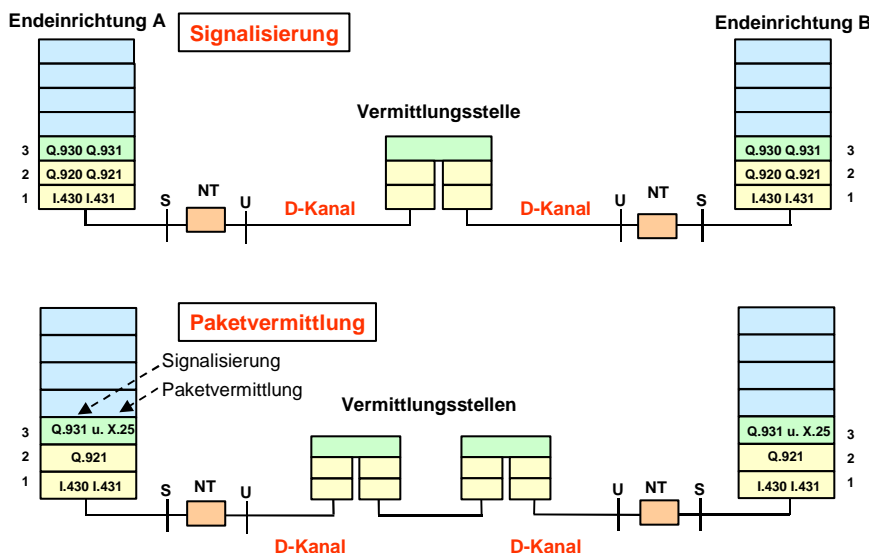


Bild: ISDN Verwendung des D-Kanals

### Signalisierung im D-Kanal

Alle Signalisierungsinformationen der Schicht 3 zum Verbindungsauf- und abbau erfolgt durch das D-Kanal Protokoll.

### Paketvermittlung im D-Kanal

Bei dieser Übermittlungsart werden zum Beispiel X.25-Schicht-3 Pakete im D-Kanal transportiert. Die Übermittlung dieser Pakete ist ein Dienst der Schicht 2 des D-Kanals, der zusätzlich zur eigentlichen Aufgabe, der Übermittlung der Signalisierungsinformationen der Schicht 3, erbracht wird.

### Leitungsvermittelte Verbindungen

Alle Telefonverbindungen und die gemieteten Datenverbindungen verwenden leitungsvermittelte Verbindungen. Dabei werden die Nutzkanäle transparent Ende-zu-Ende vermittelt. Aufgrund der Signalisierung im D-Kanal werden dazu die Koppeleinrichtungen in den Vermittlungsstellen durchgeschaltet. Für den B-Kanal werden vom ISDN nur Schicht-1-Funktionen bereitgestellt, wobei die Nutzinformationsübermittlung und die Signalisierung über unterschiedliche Kanäle erfolgt. Die Schichten 1 und 2 werden für den D-Kanal separat für jeden Leitungsabschnitt durch die Vermittlungsstelle bearbeitet.

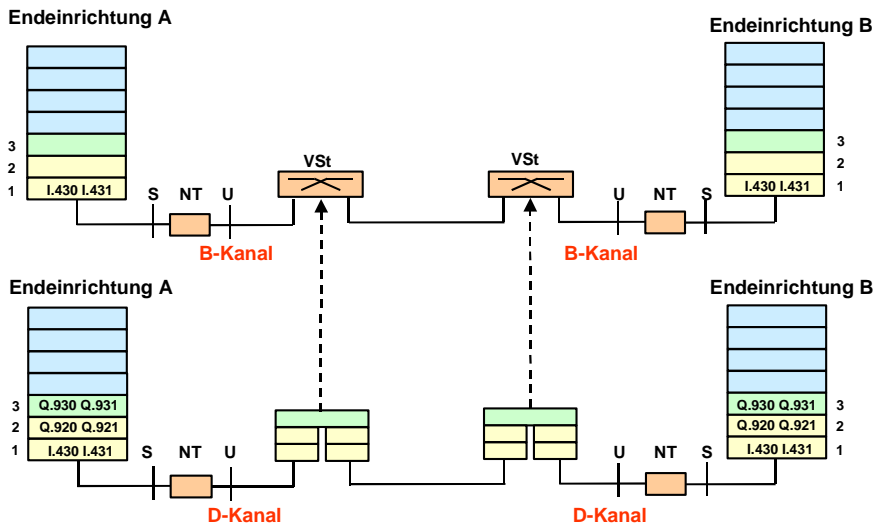


Bild: ISDN Leitungsvermittelte Verbindung

Die Schicht 1 ist für die Bitübertragung zwischen den Endeinrichtungen und der Vermittlungsstelle eines Basisanschlusses zuständig. Die Schicht 2 sichert die Übertragung der Signalisierung für einen Vermittlungsabschnitt zwischen einem Endgerät und der Vermittlungsstelle. Bei den leitungsvermittelten Verbindungen über den B-Kanal erfolgt die Benutzer-Netz-Signalisierung für alle leitungsvermittelten Verbindungen eines Anschlusses über den D-Kanal. Beim D-Kanal interpretiert das Netz die Schichten 1 bis 3, beim B-Kanal nur die Schicht 1.

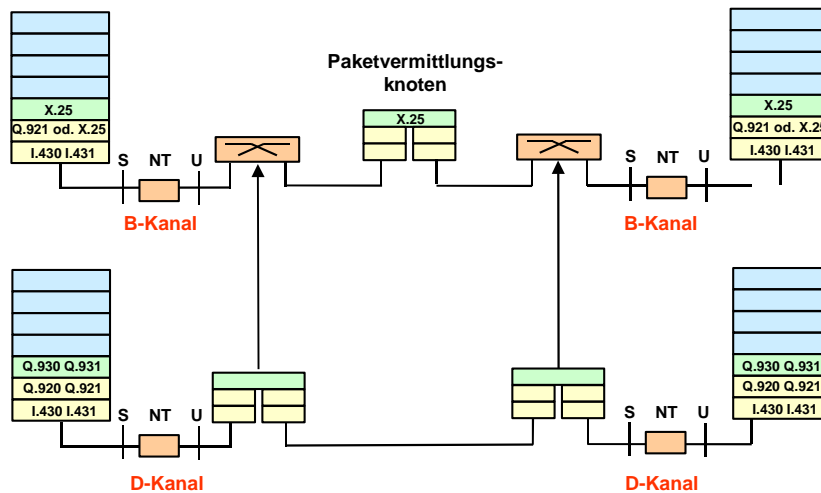


Bild: ISDN im B-Kanal paketvermittelte Verbindung

### Paketvermittelte Verbindung im B-Kanal

Wir betrachten den leitungsvermittelte Zugang zu einem Paketvermittlungsnetz. Endgeräte nach X.25, die im Nutzkanal eine Verbindung zu anderen X.25 Endgeräten im ISDN aufbauen möchten, benötigen eine Schicht-3-Instanz, da bei X.25 die Nutzinformationen mit den Signalisierungsinformationen als Pakete zusammenhängen. Die leitungsvermittelten Abschnitte bedienen sich dabei der D-Kanal Signalisierung, während die paketvermittelten Abschnitte die X.25-Signalisierung und Nutzdatenübermittlung im gleichen Kanal verwenden. Die Nutzdaten werden bei dieser Übermittlung durch die X.25-Schicht 2 gesichert übertragen.

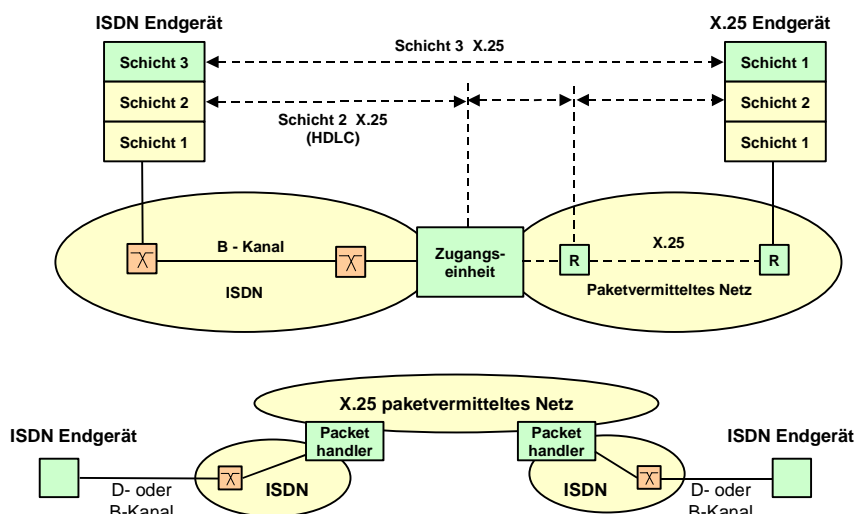
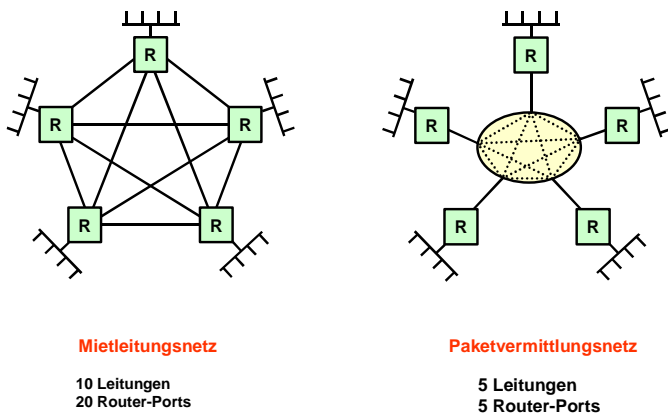


Bild: ISDN Paketvermittlung im B-Kanal

Die Datenkommunikation zwischen einem ISDN- und einem X.25 Endgerät erfolgt über eine Zugangseinheit (Packet Handler) zum X.25 Paketvermittlungsnetz. Der ISDN-Teil ist eine eine Einwahlverbindung, die eine vermittelte physikalische Verbindung für die transparente Übermittlung von Paketen bereitstellt.

Die Datenkommunikation zwischen zwei ISDN-Endgeräten über ein X.25 Paketvermittlungsnetz benötigt zwei Packet Handler. Die Paketvermittlung im ISDN-Abschnitt kann über den B- oder D-Kanal stattfinden.

## X.25 Paketvermittlung



Die Bilder zeigen einen Vergleich bezüglich der Anzahl Leitungen und Ports für ein Mietleitungsnetz und ein Paketvermittlungsnetz.

Bild: Mietleitungen oder Paketvermittlung

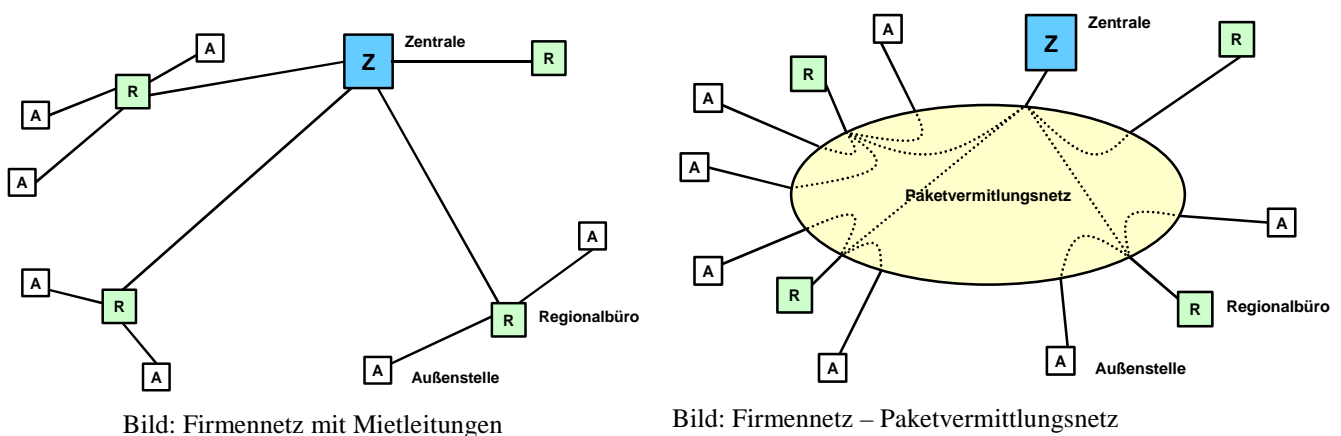


Bild: Firmennetz mit Mietleitungen

Bild: Firmennetz – Paketvermittlungsnetz

### Paketvermittelnde Datennetze (X.25)

Mit X.25 wird kurz ein öffentliches, paketvermittelndes Netz bezeichnet. Es beschreibt die Schnittstelle zwischen einem Endgerät und dem Netz. Datenraten von 300 bit/s bis 64 kbit/s sind standardisiert, und seit 1992 auch bis 2 Mbit/s. Es für heutige Vorstellungen ein langsames Netz. X.25 wurde für die Verwendung von schlechten analogen Übertragungsstrecken mit einer hohen Bitfehlerrate ausgelegt. Kassensysteme und Bankautomaten basieren vorwiegend auf X.25. Diese Schnittstelle erlaubt eine flächendeckende Datenkommunikation und ist weltweit verfügbar. In Anbetracht besserer Übertragungsleitungen wird es jedoch zunehmend durch Frame Relay konkurrenziert.

### Netzaufbau

Die Endgeräte-Seite werden als DTE (Data Terminal Equipment) bezeichnet. Die Vermittlungsknoten-Seite heißt im ITU-T-Standard DCE (Data Circuit Equipment). Netze unterschiedlicher Netzbetreiber werden über eine X.75-Schnittstelle gekoppelt. Die im Innern eines Netzes verwendeten Schnittstellen können davon verschieden sein. Diese Schnittstelle hat weniger Primitiven, ist sonst wie X.25.

### Der X.25-Protokollstapel

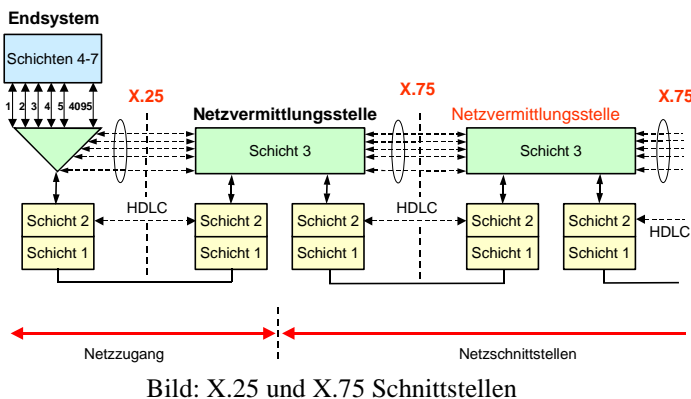
X.25-Netze stellen permanente (PVC: Permanent Virtual Circuit) oder vermittelte (SVC: Switched VC) virtuelle Verbindungen mit den Phasen Verbindungsaufbau, Datenübertragung und Verbindungsabbau zur Verfügung.

- Schicht 1 nutzt X.21 und X.21bis.
- Schicht 2 verwendet **LAPB**, das von HDLC abgeleitet ist.
- Schicht 3 führt das X.25 Protokoll aus; es wird auch als PLP (Packet Layer Protocol) bezeichnet.



Die Felder des PLP-Pakets bedeuten:

- **GFI (General Format Identifier):** zur Identifikation des Pakets als Daten- oder Kontrollpaket, zur Flusskontrolle und zur Empfangsbestätigung.
- **LCI (Logical Channel Identifier):** zur Identifikation des logischen Kanals auf der DTE/DCE-Schnittstelle. Die Netzschicht stellt der übergeordneten Transportschicht maximal 4096 logische Kanäle zur Verfügung, die die Mehrfachausnutzung der physikalischen Anschlussleitung erlaubt. Die LCI-Werte haben nur lokale Bedeutung. Jede virtuelle Verbindung besteht aus einer Folge, von Teilstrecken mit jeweils eigenem LCI-Wert. Diese werden vom Netz während des Verbindungsaufbaus für jede Teilstrecke getrennt bestimmt. Das Routing der übertragenen Pakete wird dann auf Basis der LCI-Werte durchgeführt.
- **PTI (Packet TyPe Identification):** zur Identifikation des Pakettyps. Neben Datenpaketen gibt es 16 verschiedene Typen für Kontrollpakete.
- **Nutzdaten:** enthält die Daten der höheren Protokollschichten. Bei Datenpaketen sind dies Nutzdaten, bei Kontrollpaketen sind es Informationen zur Kontrolle der Verbindung (z. B. X.121-Adressen).



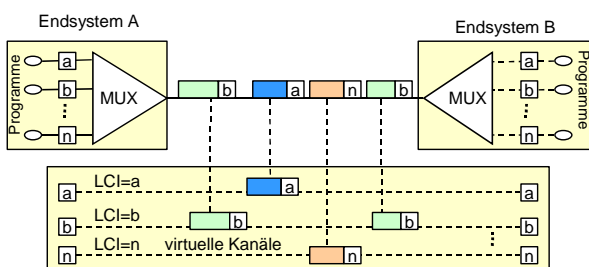
Unter dem Schlagwort X.25 sind die Konzepte für die Datenübermittlung in Form von Paketen und für den Aufbau von Netzen mit der Paketvermittlung zu verstehen.

Hauptsächlich existieren zwei X.25-Varianten:

- X.25 DTE-DCE
- X.25 DTE-DTE

X.25 DTE-DCE regelt den Datenverkehr zwischen einer Datenendeinrichtung DTE (Data Terminal Equipment) und einer DCE (Data Communication Equipment) eines Netzknotens.

Diese Variante von X.25 wird in Paketvermittlungsnetzen eingesetzt, so daß diese Netze im weiteren auch kurz X.25-Netze genannt werden. X.25 DTE-DTE regelt den Datenverkehr zwischen den zwei Datenendeinrichtungen, die entweder direkt über eine feste physikalische Leitung oder über ein Netz mit Leitungsvermittlung (d.h. über eine geschaltete physikalische Leitung) verbunden sind. Diese Variante von X.25 beschreibt die Datenübermittlung in Form von Paketen über eine physikalische Punkt-zu-Punkt-Verbindung, d.h. DTE-DTE-Verbindung. Sie wird für die Übermittlung von paketierten Daten über das ISDN angewandt



Hier wird das Prinzip der parallelen Kommunikation nach X.25 über eine physikalische Leitung illustriert. Wie hier ersichtlich ist, wird eine Verbindung von zwei Multiplexern in den beiden kommunizierenden Rechnern logisch nachgebildet. Zwischen diesen Rechnern wird eine Reihe von Paketen über eine Leitung übertragen. Jedes Paket enthält Angaben hinsichtlich der Ports im Multiplexer. Als ein Port ist hierbei ein Sende-/Empfangs-Puffer im Speicher zu interpretieren.

Derartige Angaben werden als logischer (virtueller) Kanal bezeichnet. Damit läßt sich eine serielle Übertragung einer Reihe von Paketen als eine parallele Übertragung über mehrere logische Kanäle mit den Nummern a, b, ..., n auslegen.

Für die Zuordnung eines Pakets zu einer virtuellen Verbindung erhält jedes Daten-Paket eine logische Kanalnummer LCI (Logical Channel Identifier), die auch als Port-Nummer im Multiplexer bezeichnet werden kann. Die Überwachung des Paketflusses wird für jeden logischen Kanal separat durchgeführt.





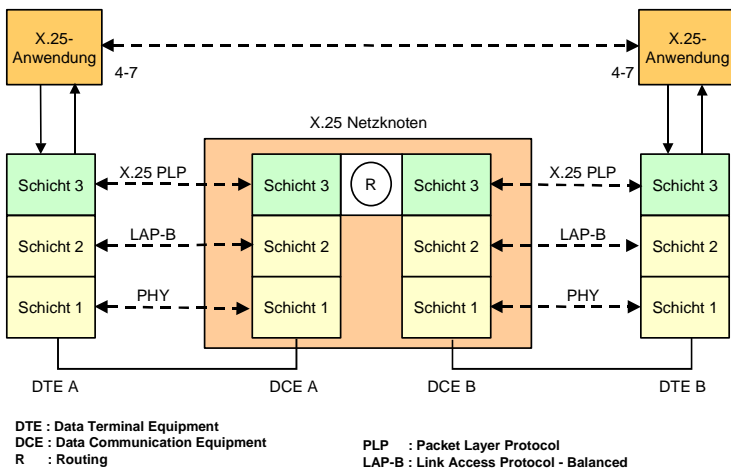


Bild: X.25 Protokoll-Schichten

Die Funktionen der einzelnen Schichten in DTE und DCE sind:

**Schicht 1 (Bitübertragungsschicht)** beschreibt die physikalische Schnittstelle. Es sind hier folgende Schnittstellen möglich: X.21-, X.21bis- und auch V-Schnittstellen. Welche Schnittstelle in konkretem Fall eingesetzt wird, ist von den Fähigkeiten der TE abhängig.

**Schicht 2 (Sicherheitsschicht)** beschreibt das Kontrollverfahren zur Übertragung von Datenblöcken an der Schnittstelle DTE/DCE. Es wird eine Variante der HDLC-Prozedur (High Level Data Link Control) verwendet, die als LAP-B (Link Access Procedure Balanced) bezeichnet wird.

### Schicht 3 (Vermittlungsschicht)

legt die Struktur der Kontrollinformation und der Daten innerhalb der Pakete fest. Das Protokoll der Vermittlungsschicht wird als PLP (Packet Layer Protocol) bezeichnet und ist für den Verbindungsauf- und -Abbau, sowie die Übertragung der Datenpakete während einer Verbindung verantwortlich. Es können gleichzeitig mehrere sogenannte virtuelle Verbindungen über eine physikalische Leitung abgewickelt werden.

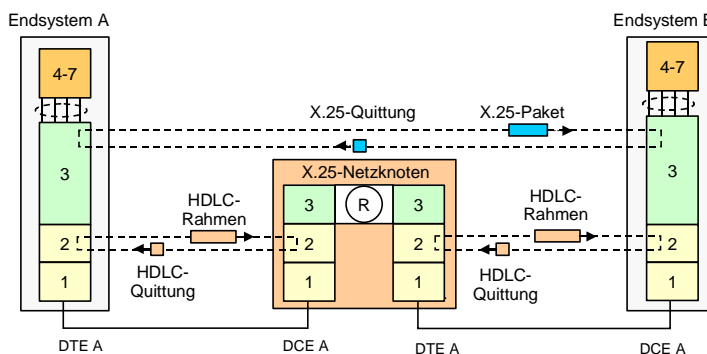


Bild: X.25 Flusskontrolle

text text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text text

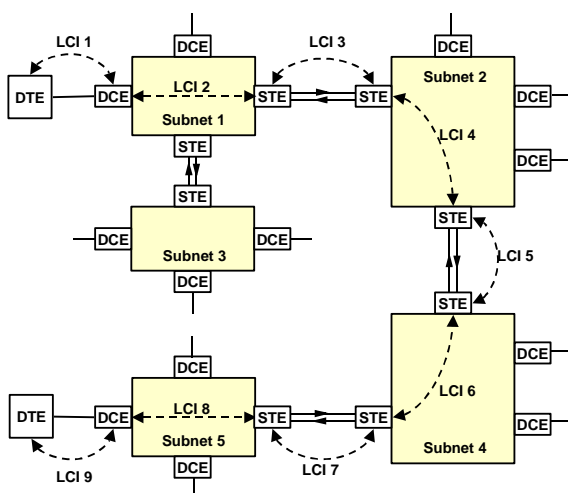


Bild: X.25 Virtuelle Ende-zu-Ende-Verbindung

### Virtuelle Ende-zu-Ende Verbindungen

Zwischen zwei Datenendeinrichtungen können

- feste (permanente) virtuelle Verbindungen und
- virtuelle Wählverbindungen

realisiert werden. Eine virtuelle Wählverbindung existiert nach Bedarf und nur von dem Zeitpunkt einer Verbindungsherstellung bis zu dem Zeitpunkt des Verbindungsabbaus. Für diese Zeit sind die beiden Endstellen virtuell miteinander verbunden. Die Wählverbindung ist durch die drei Phasen Aufbau einer Verbindung, Datentransfer und den Abbau einer Verbindung gekennzeichnet. Eine feste virtuelle Verbindung ist durch eine permanente Zuordnung der logischen Kanäle gekennzeichnet. Es werden keine Auf- und Abbauphasen benötigt. Die feste virtuelle Verbindung ist permanent in der Datentransferphase.

Für die Zuordnung eines Paketes zu einer virtuellen Verbindung erhält jedes Paket im Header eine logische Kanalnummer LCI (Logical Channel Identifier), die sich aus einer Gruppennummer (LGN) und einer Nummer (LCN) innerhalb der Gruppe zusammensetzt. Auf diese Art und Weise ist über eine physikalische Leitung die parallele Kommunikation Programm-zu-Programm möglich. Der logische Kanal ist immer existent. Entweder ist er einer virtuellen Verbindung zugeordnet

net oder er ist frei. Nach der ITU-T-Empfehlung können rein theoretisch 4096 unabhängige Kanäle an einem Anschluß gebildet werden. Dies resultiert aus der Tatsache, daß 16 Kanalgruppennummern und 256 logische Kanalnummern in jeder Gruppe vergeben werden können. Die Aufgabe einer X.25-Paketvermittlung ist, virtuelle Ende-zu-Ende-Verbindungen durch die Kopplung der logischen Kanäle in Netzknoten zu realisieren. Dazu müssen die Logical Channel Identifier mit Hilfe von Vermittlungstabellen umgesetzt werden, so daß eine korrekte Verknüpfung der logischen Kanäle in Netzknoten erfolgen kann.

## Pakettypen

Um den verbindungsorientierten X.25-Netzdienst zur Verfügung zu stellen, verwendet das Protokoll X.25-PLP folgende Gruppen von Protokolldateneinheiten, PDUs (Protocol Data Unit), die üblicherweise als X.25-Pakete bezeichnet werden. Es ist hierbei zu bemerken, daß dasselbe Paket an der Sendeseite (an der Empfangsseite DCE=>DTE) unterschiedlich genannt wird.

Pakettyp		Protokollfunktion
DTE => DCE	DCE => DTE	
Call Request (CR) Call Accepted (CA)	Incoming Call (IC) Call Confirmation (CC)	Verbindungsaufbau
Clear Request (CLR) Clear Confirmation (CLC)	Clear Indication (CLI) Clear Confirmation (CLC)	Verbindungsabbau
Data (DA) Interrupt Request (INTR)	Data (DA) Interrupt Confirmation (INTC)	Datentransfer
Receiver Ready (RR) Receiver Not Ready (RNR) Reject (RJ) Reset Request (RSR) Reset Confirmation (RSC)	Receiver Ready (RR) Receiver Not Ready (RNR) Reject (RJ) Reset Indication (RSI) Reset Confirmation (RSC)	Flußkontrolle
Restart Request (RTR) Restart Confirmation (RTC)	Restart Indicator (RTI) Restart Confirmation (RTC)	Restart
Diagnostic (DIA)	Diagnostic (DIA)	Netzdiagnose
Registration Request (RER)	Registration Confirmation (REC)	Registrierung

Es sind zwei Klassen von X.25-Netzdiensten zu unterscheiden:

CONS	<b>Verbindungsorientierter Netzdienst (Connection-Mode Network Service).</b> Bei diesem Dienst wird eine virtuelle Ende-zu-Ende-X.25-Verbindung (im weiteren kurz X.25-Verbindung genannt) zwischen zwei NSAPs (Network Service Access Point) in den kommunizierenden DTEs aufgebaut. Damit werden zwei NSAPs in den beteiligten DTEs für die Dauer des Datentransfers logisch verbunden. Ein NSAP stellt eine weltweit eindeutige X.25-Netzadresse dar. Innerhalb der Datentransferphase werden die Netzadressen in Datenpaketen nicht übertragen. Die Reihenfolge von empfangenen Datenpaketen am Ziel-DTE stimmt mit der Reihenfolge beim Absenden in der Quell-DTE überein.
CLNS	<b>Verbindungsloser Netzdienst (Connectionless-Mode Network Service).</b> Bei diesem Dienst besteht keine X.25-Verbindung zwischen den kommunizierenden DTEs. Bei jedem abgeschickten Datenpaket müssen beide Netzadressen (Quell- und Ziel-Netzadresse) übertragen werden. Die Reihenfolge von empfangenen Datenpaketen am Ziel-DTE kann mit der abgeschickten Reihenfolge in der Quell-DTE nicht übereinstimmen.

In X.25-Netzen wird hauptsächlich der verbindungsorientierte Dienst CONS realisiert. Die verbindungslose Dienst hat keine große Relevanz für die Praxis und wird nicht weiter betrachtet.

Die Zusammenarbeit einer X.25-Anwendung innerhalb der vierten Schicht (Transportschicht) und der dritten Schicht wird mit Hilfe eines Satzes von Primitiven realisiert. Um die X.25-Netzdienste zu erbringen, werden innerhalb der dritten Schicht zwischen den beteiligten Datenendeinrichtungen bestimmte X.25-Pakete ausgetauscht.

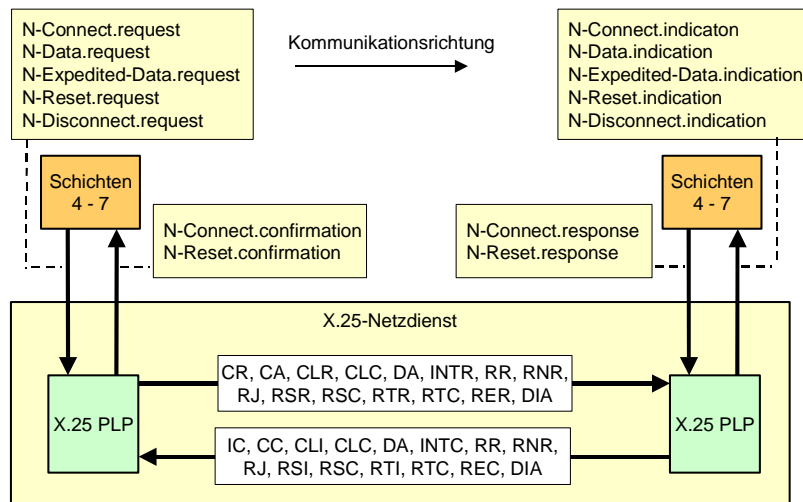


Bild: Zusammenarbeit zwischen X.25-Anwendungen und dem X.25-PLP  
 cnf: confirmation, inc: indication, req: request, rsp: response

Die einzelnen Primitiven haben folgende Bedeutung:

N_CONNECT	wird verwendet, um eine virtuelle X.25-Verbindung aufzubauen
N_DATA	dient der Übergabe von normalen (nicht dringlichen) Daten
N_EXPEDITED DATA	dient der Übergabe von dringlichen Daten
N_RESET	ermöglicht es, eine virtuelle X.25-Verbindung in einen festgelegten Ausgangszustand zu versetzen
N_DISCONNECT	wird verwendet, um eine bestehende virtuelle Netzverbindung abzubauen

Die ersten drei Bytes aller Pakettypen haben die gleiche Struktur.

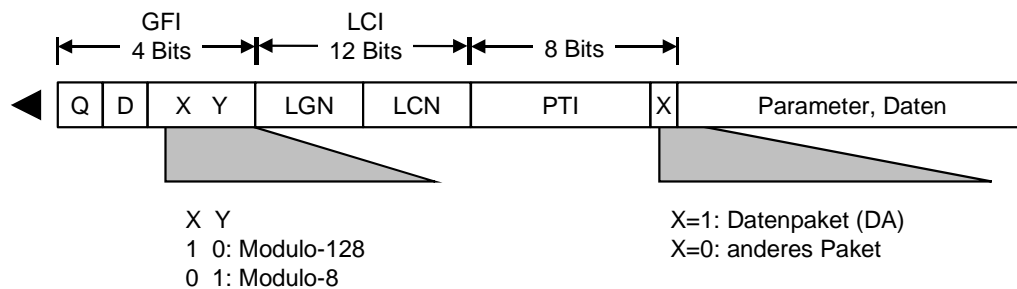


Bild: Allgemeine Struktur der X.25-Pakete

### Die ersten drei Bytes der X.25-Pakete

GFI (General Format Identifier)	Die GFI-Angaben legen das Grundformat für den restlichen Paketeil fest. Die einzelnen Bits haben folgende Funktionen:	
	Q/A-Bit (Qualifier-/Address-Extension-Bit)	Das Q-Bit (Qualifier-Bit) wird nur in Datenpaketen verwendet und dient zur Unterscheidung zwischen Nutzerdaten und Steuerdaten im Rahmen der ITU-T-Empfehlung X.29. In anderen Pakettypen hat dieses Bit keine Bedeutung.  Das A-Bit (Address-Extension-Bit) wird in Paketen für den Verbindungsauf- und -abbau benutzt. Ist A-Bit = 0, so wird das X.121-Adreßformat verwendet. Ist das A-Bit = 1, so werden andere Adreßformate benutzt.
	D-Bit (Delivery-Confirmation-Bit)	Das D-Bit kann in Paketen für den Verbindungsaufbau und in Datenpaketen benutzt werden. In allen anderen Pakettypen ist D-Bit = 0. Die D-Bit-Funktion hängt mit dem M-Bit in Datenpaketen DA zusammen. Ist D-Bit = 1, wird eine Ende--zu-Ende-Quittung des Datenpaketes vor der Partner-Datenendeinrichtung angefordert.
	XY-Bits	Ist XY = 10 (bzw. XY = 01), so werden die Sende- und Empfangsfolgenummern in Daten-, RR-, RNR- und REJ-Paketen nach dem Modulo-128 (bzw. Modulo-8) verwendet. Bei der Numerierung nach dem Modulo-128 handelt es sich um das sogenannte erweiterte Paketformat.
LCI (Logical Channel Identifier)	Der LCI setzt sich aus LGN (Logical Group Number) und LCN (Logical Channel Number) zusammen. Mit den 12 Bits des LCI können bis zu 4096 logische Kanäle definiert werden. Mit der LGN können diese logischen Kanäle in 16 Gruppen zu jeweils 256 Kanälen aufgeteilt werden. Mit der LGN wird die Kanal-Gruppe identifiziert. Mit der LCN werden die einzelnen Kanäle innerhalb einer Gruppe markiert.	
PTI (Packet Type Identifier)	Der PTI definiert den jeweiligen Pakettyp. Die Angaben in diesem Feld dienen der Unterscheidung einzelner Pakete.	

### Weitere Angaben in X.25-Paketen sind:

Calling/Called address length	Hier wird die Länge der DEE-Adresse angegeben
Called/Calling address	Hier wird die Adresse (nach X.121) der gerufenen/rufenden DTE übertragen. Um die Iso-Netzadressen, d.h. NSAP-Adressen auch zu unterstützen, wird eine Adreßerweiterung im Feld Facility (Leistungsmerkmale) benutzt.
Facility length	Hier wird die Länge des Facility-Feldes angegeben
Facility (Leistungsmerkmale)	X.25 erlaubt eine Vielzahl von zusätzlichen Funktionen, die optional sind und als Leistungsmerkmale bezeichnet werden. In diesem Feld können die Leistungsmerkmale vereinbart werden.

### Für die Numerierung und Quittungen werden folgende Nummern verwendet:

P(S)-Sendefolgenummer (Send Sequence Number)	Mit dieser Nummer werden die zu sendenden Datenpakete (DA) fortlaufend an der Sende-seite nummeriert
P(R)-Empfangsfolgenummer (Receive Sequence Number)	Diese Nummer gibt der Empfangsseite an, daß alle Datenpakete mit den Nummern bis zu P(R)-1 einschließlich korrekt im Ziel-Endsystem aufgenommen wurden und daß das nächste Datenpaket mit der Nummer P(R) erwartet wird.

## Kommunikation nach X.25-PLP

Im weiteren wollen wir die wichtigsten Abläufe bei der Steuerung der Kommunikation nach dem X.25-PLP in kompakter Form darstellen.

Hierbei sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden, nach denen eine virtuelle X.25-Verbindung für eine X.25-Anwendung zur Verfügung gestellt wird:

Fall 1: Einbettung des Primitives N\_CONNECT.req in das Datenpaket DA

Fall 2: Umsetzung des Primitives N\_CONNECT.req in das Paket CR

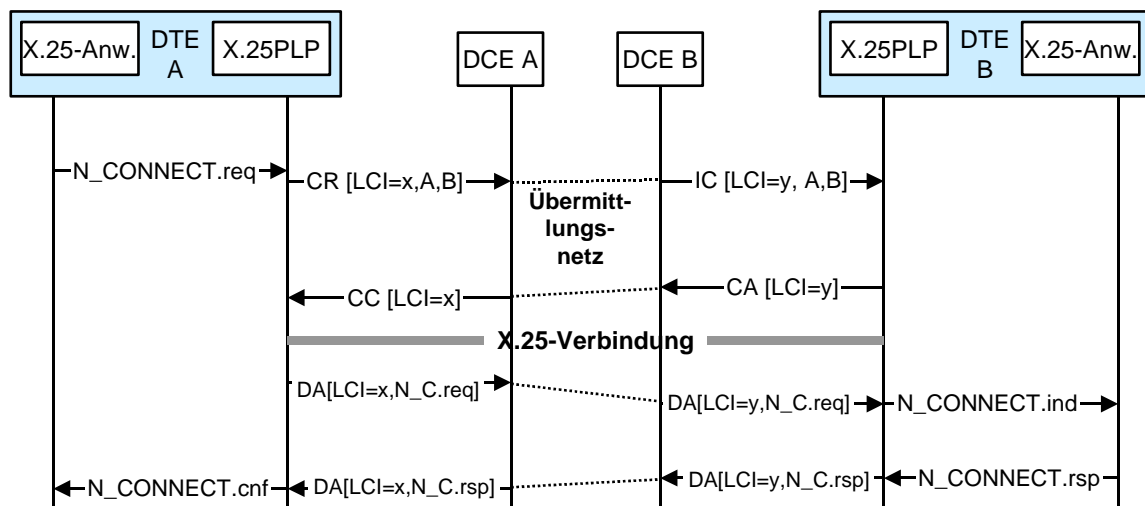


Bild: Aufbau einer virtuellen X.25-Verbindung  
mit der Einbettung von N-CONNECT-req (N\_C.req) in ein DA-Paket

Zunächst betrachten wir den Fall 1. Mit dem Primitiv N\_CONNECT.request wird von der X.25-Anwendung der Aufbau einer virtuellen Verbindung initiiert. Daraufhin sendet die Quell-DTE das Paket Call Request (CR) an die Ziel-DTE. Das Paket CR enthält u.a. die zugeordnete Nummer des logischen Kanals (LCI = x) und die NSAP-Adressen von Quell- und Ziel-DTEs (d.h. A und B). Das empfangene CR-Paket in der Ziel-DTE hat die Bedeutung eines Verbindungsaufbau-Wunsches und wird als Incoming Call (IC) bezeichnet. Im letzten Netzknoten wird ein logischer Kanal für die gewünschte Verbindung reserviert und seine Nummer LCI = y im IC-Paket an die Ziel-DTE übergeben.

Wird der Wunsch nach einer X.25-Verbindung in der Ziel-DTE akzeptiert, so wird dies mit dem Paket Call Accepted (CA) bestätigt. An dieser Stelle ist zu bemerken, daß im Paket CA, das von der Ziel-DTE ins Netz geschickt wird, keine DTE-Adreßangaben außer dem LCI enthalten sind. Dies ist der größte Vorteil der verbindungsorientierten Kommunikation nach X.25, daß die oft langen Adreßangaben nur im ersten Paket CR übertragen werden müssen. Das empfangene CA-Paket in der Quell-DTE stellt eine Bestätigung, Call Confirmation (CC), dar und enthält die lokal beim CR zugeordnete LCI = x. Dieses Beispiel soll verdeutlichen, daß die LCIs nur lokale Bedeutung haben. Kommt an die Quell-DTE das Paket CC an, steht eine virtuelle X.25-Verbindung für die X.25-Anwendungen zur Verfügung.

Im nächsten Schritt wird das Primitiv `N_CONNECT.request` (`N_C.req`) in ein Datenpaket DA eingebettet und als Nutzdaten an die Ziel-DTE übertragen. Hier wird das `N_C.req` an die X.25-Anwendung als `N_CONNECT.indication` übergeben. Akzeptiert die X.25-Anwendung die gewünschte Verbindung, so wird das Primitiv `N_CONNECT.response` (`N_C.rsp`) in einem Paket DA als Nutzdaten an die Quell-DTE übertragen. Hier wird das `N_C.rsp` aus dem Paket DA herausgenommen und an die X.25-Anwendung als Primitiv `N_CONNECT.confirmation` übergeben. Damit wird die Verfügbarkeit einer virtuellen X.25-Verbindung und die Bereitschaft der Partner-Anwendung in der Ziel-DTE, Daten zu empfangen, signalisiert.

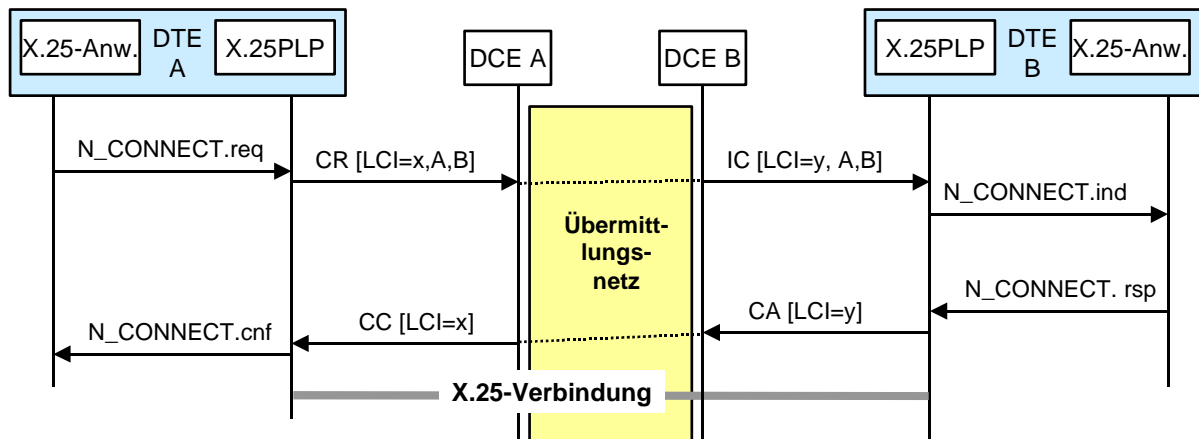


Bild: Aufbau einer virtuellen X.25-Verbindung  
mit der Umsetzung von `N_CONNECT.req` in ein `CR`-Paket

Im Fall 2 wird der Verlauf beim Verbindungsaufbau beschleunigt, indem das Primitiv `N_CONNECT.request` in der Quell-DTE in das Call Request (`CR`) umgesetzt wird. Das im Zielnetzknotten empfangene Paket `CR` wird als Incoming Call (`IC`) an die Ziel-DTE geschickt. Hier wird das Paket `IC` in das Primitiv `N_CONNECT.indication` umgesetzt und an die X.25-Anwendung übergeben. Die Empfangsbereitschaft der X.25-Anwendung in Form von `N_CONNECT.response` wird in das Call Accepted (`CA`) umgesetzt und an die Quell-DTE übertragen. Hier wird der Empfang des Paketes `CC` der X.25-Anwendung mittels des Primitives `N_CONNECT.confirmation` mitgeteilt.

Für den Abbau einer virtuellen X.25-Verbindung ist zu bemerken, daß der Abbau der X.25-Anwendung nur angezeigt und nicht bestätigt wird.

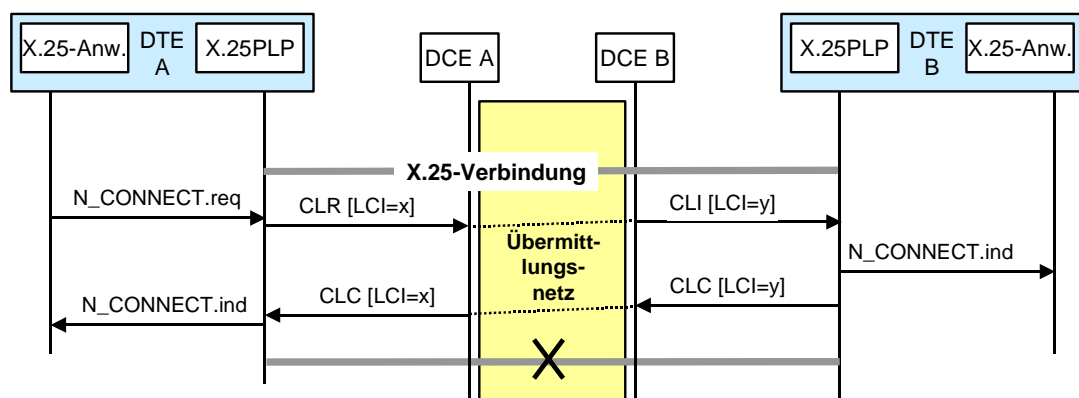


Bild: Abbau einer virtuellen X.25-Verbindung





## Protokoll X.25 DTE-DTE

Die Übermittlung von Daten in Form von Paketen zwischen einer Datenendeinrichtung und dem Kommunikationsmodul DCE in einem X.25-Netzknoten erfolgt nach dem Protokoll X.25 DTE-DCE. Das Protokoll X.25 DTE-DTE kann für die Übermittlung von paketierten Daten zwischen zwei kommunizierenden Datenendeinrichtungen eingesetzt werden über:

- ein Leitungsvermittlungsnetz bzw.
- eine physikalische Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Das X.25-Konzept ist als eine Systemlösung für die parallele Kommunikation Programm-zu-Programm zu interpretieren. Logisch gesehen ist das Protokoll X.25 DTE-DTE als eine Kopplung von zwei statistischen Multiplexern zu interpretieren. Die Ports von diesen Multiplexern repräsentieren die Netzadressen NSAP und eine logische Verbindung zwischen zwei Ports stellt eine X.25-Verbindung nach dem Protokoll X.25 DTE-DTE dar.

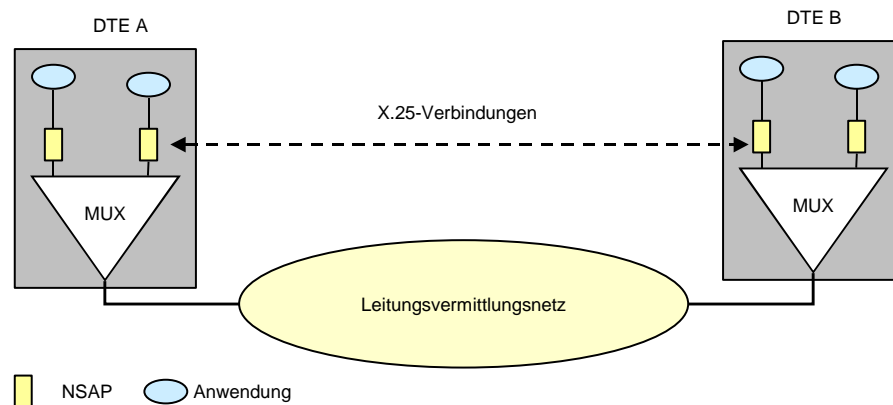
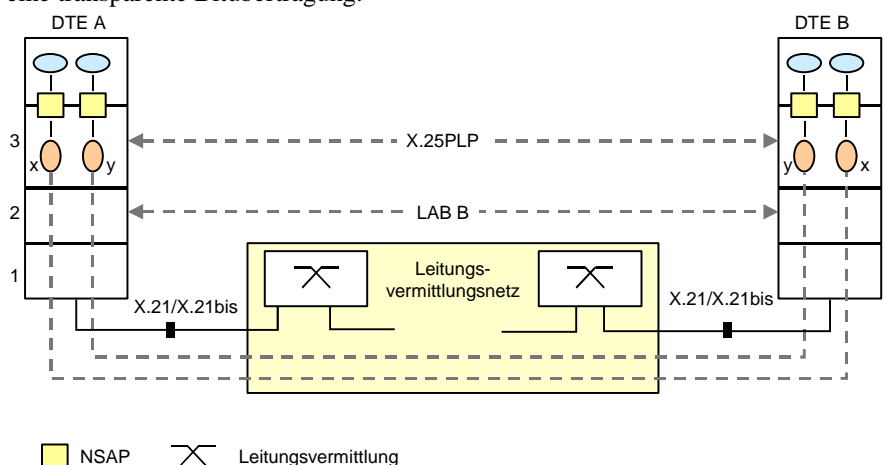


Bild: Bedeutung des Protokolls X.25 DTE-DTE

Das Protokoll X.25 DTE-DTE erlaubt die Realisierung mehrerer logische Kanäle über eine physikalische Leitung. Ein logischer Kanal wird mit einer Nummer LCI (Logical Channel Identifier) gekennzeichnet und stellt eine Kommunikationsbeziehung zwischen zwei Puffern in den kommunizierenden Datenendeinrichtungen dar. Die Hauptfunktion des Protokolls X.25 besteht in der Bereitstellung von X.25-Verbindungen zwischen den kommunizierenden DTEs. Eine solche Verbindung stellt eine Beziehung zwischen zwei NSAPs in beteiligten DTEs dar. Diese Verbindungen können auf unbegrenzte Zeit (permanente Verbindung) nach Bedarf aufgebaut werden (Wählverbindungen). Die praktische Bedeutung des Protokolls X.25 DTE-DTE über eine physikalische Punkt-zu-Punkt-Verbindung besteht darin, daß über diese Verbindung eine parallele Kommunikation stattfinden kann, so daß diese Verbindung besser ausgelastet wird.

Das Prinzip der Datenkommunikation nach dem Protokoll X.25 DTE-DTE über ein Leitungsvermittlungsnetz veranschaulicht das folgende Bild. Ein Datennetz mit Leitungsvermittlung (z. B. ISDN) hat die Aufgabe, die Bitströme zwischen den Datenendeinrichtungen zu transportieren. In den Netzknoten werden nur die physikalischen Kanäle miteinander verbunden (Leitungsvermittlung). Das Leitungsvermittlungsnetz stellt eine physikalische Ende-zu-Ende-Verbindung dar und erlaubt damit eine transparente Bitübertragung.



# ATM (Asynchronous Transfer Mode)

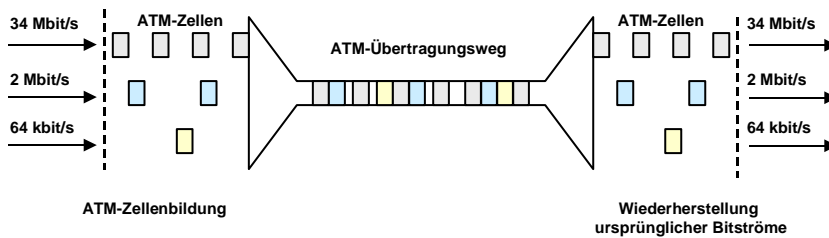
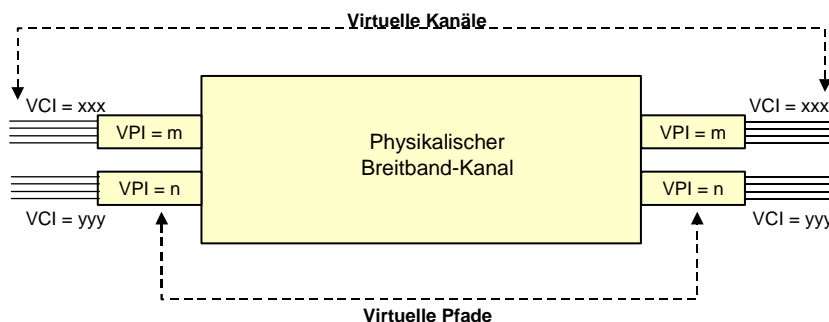


Bild: Asynchroner Transfer Modus

Der Asynchrone Transfer Modus (ATM) ist ein Übermittlungsverfahren, das auf einer verbindungsorientierten Paketvermittlung basiert. Die Nutzdaten werden in Form von Paketen mit festgelegter Länge übertragen. Diese Pakete werden als Zellen bezeichnet.

Jede Zelle ist 53 Byte lang und besteht aus einem Kopffeld (5 Byte) und einem Informationsfeld (48 Byte). In der Literatur verwendet man auch den Begriff Oktett für Byte. Es werden sowohl die Nutzdaten, als auch die Signalisierungsdaten und Daten zum Betrieb, zur Administration und zur Wartung des Netzes in Zellenform übermittelt.

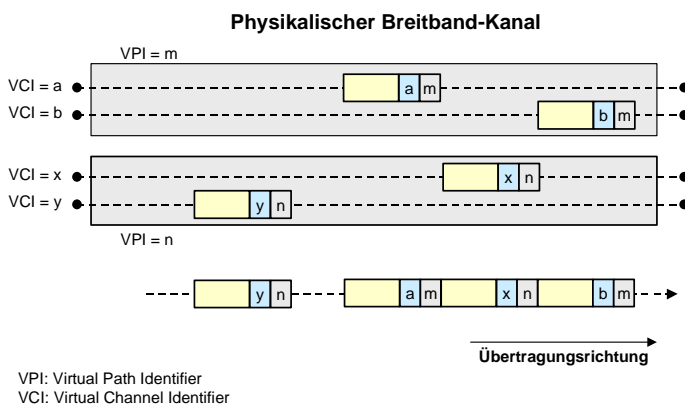
Der Transport der ATM Zellen zwischen den Dateneneinrichtungen erfolgt über Virtuelle Verbindungen. Diese Virtuellen Verbindungen werden durch das Konzept der Virtuellen Pfade und Virtuellen Kanäle definiert. Zur Unterscheidung der Virtuellen Pfade und Virtuellen Kanäle dienen Einträge im Zellenkopf. Die ATM Vermittlungsstellen werten diese Informationen zur Lenkung des Zellenflusses aus. Durch die Verwendung der Virtuellen Verbindungen bleibt die Zellenreihenfolge erhalten, da alle Zellen einer Virtuellen Verbindung denselben Virtuellen Pfaden und Virtuellen Kanälen zugeordnet werden und dadurch auf demselben Weg durch das Netz gelenkt werden.



Nach dem Verbindungsaufbau und der Anforderung von Betriebsmittel und Übermittlungseigenschaften folgt die Bereitstellung der Übertragungskapazitäten durch das Netz zur Datenübertragung. Nach dem Abbau der Verbindung werden die verwendeten Übertragungskapazitäten freigegeben.

VPI: Virtual Path Identifier  
VCI: Virtual Channel Identifier

Bild: Konzept der virtuellen Pfade und Kanäle



VPI: Virtual Path Identifier  
VCI: Virtual Channel Identifier

Bild: Realisierung der virtuellen Pfade und Kanäle

Den jeweiligen Virtuellen Verbindungen werden keine festgelegten Zellenraten zugeordnet. Die dynamische Zuordnung der Zellenrate erfolgt entsprechend dem momentanen Bedarf und der verfügbaren Übertragungskapazität des Netzes. Die von einer Verbindung nicht benötigte Übertragungskapazität steht anderen Verbindungen zur Verfügung. Um einen kontinuierlichen Datenstrom zu gewährleisten, werden Leerzellen übertragen.

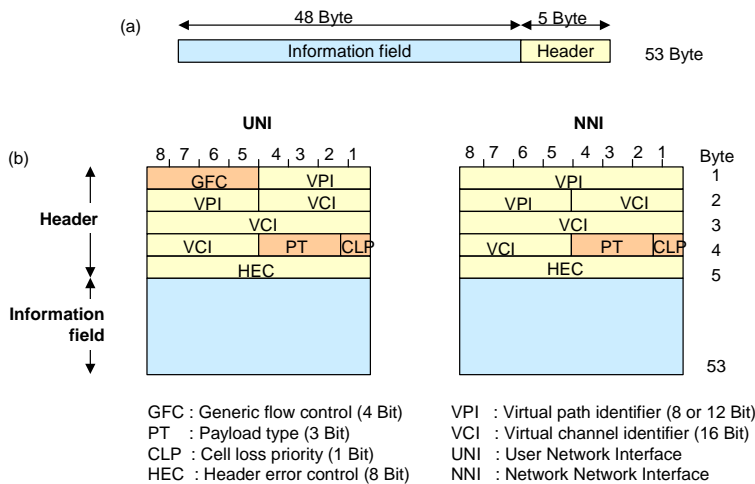


Bild: ATM Zellenstruktur

Eine ATM Zelle ist ein Paket mit einer fixen Länge von 53 Byte. Die Zelle wird in ein Kopffeld (5 Byte) und ein Informationsfeld (48 Byte) gegliedert.

Die Datenlänge von 53 Byte ist das Ergebnis eines Kompromisses zwischen möglichst großer Nutzdatenlänge und einer möglichst geringen Ende-zu-Ende Übertragungsverzögerung (end-to-end transmission delay). Die Forderung einer geringen Übertragungsverzögerung ergibt sich aus den Anforderungen von Echtzeitverkehr (Telefonie, Videotelefonie).

Die Gliederung des Kopffeldes einer ATM Zelle für eine Teilnehmer-Netz-Schnittstelle (User-Network-Interface, UNI) und eine Netz-Netz-Schnittstelle (Network-Network-Interface, NNI)

Das VPI (Virtual Path Identifier) Feld wird zur Kennzeichnung der Virtuellen Pfade verwendet. Zellen, die dem gleichen Pfad zugeordnet sind, können durch spezielle Vermittlungsknoten sehr schnell vermittelt werden, da nur das VPI Adressierungsfeld verarbeitet wird.

Das VCI (Virtual Channel Identifier) Feld dient zur Kennzeichnung der Virtuellen Kanäle. Zellen, die zur selben Virtuellen Verbindung gehören, werden durch die gleichen Werte sowohl im VPI Feld als auch im VCI Feld gekennzeichnet.

Das PTI (Payload Type Identifier) Feld wird zur Unterscheidung verschiedener Zellentypen, wie z. B. Zellen mit Nutzdaten, Leerzellen, Signalisierungszellen oder Ressource-Managementzellen zur Verkehrskontrolle verwendet.

Das CLP (Cell Loss Priority) Bit setzt die Priorität der Zellen fest.

Das HEC (Header Error Control) Feld ermöglicht unter Verwendung eines festgelegten Generatorpolynoms die Identifizierung von Zellen mit fehlerhaftem Zellenkopffeld, wobei ein einzelner Bitfehler korrigiert werden kann. Zusätzlich wird das HEC Feld zur Synchronisierung der Zellen verwendet.

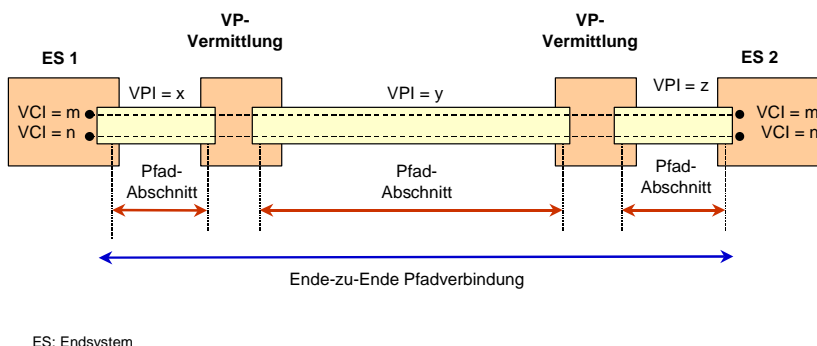


Bild: ATM virtuelle Pfade

Die Virtuellen Verbindungen zwischen den Netzelementen werden im Kopffeld durch die Werte im VPI Feld und im VCI Feld eindeutig festgelegt.

Die Ursprungsadresse und die Zieladresse werden in der Verbindungsaufbauphase zur Festlegung einer Virtuellen Verbindung verwendet. Für jede Übertragungsrichtung muss eine eigene Virtuelle Verbindung festgelegt werden. Dadurch ist eine individuelle Ressourcenzuteilung möglich, die z. B. bei asymmetrischem Datenverkehr wichtig ist.

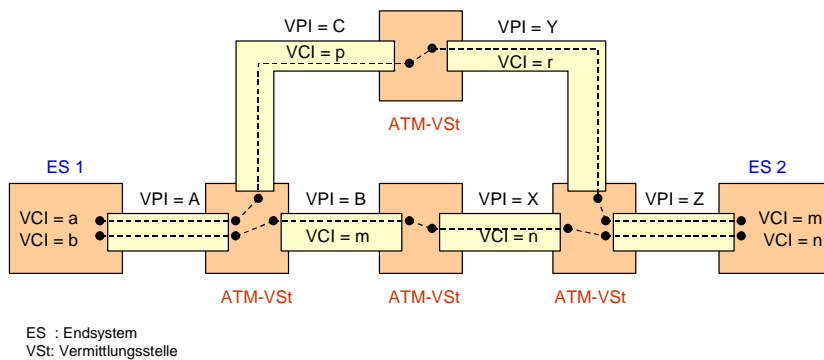


Bild: ATM virtuelle Kanäle und Pfade

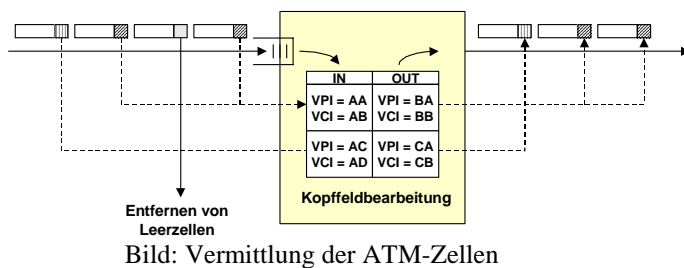


Bild: Vermittlung der ATM-Zellen

Für jeden Übertragungsabschnitt wird sowohl ein Virtueller Pfad als auch ein Virtueller Kanal durch VPI und VCI Werte festgelegt. Diese Werte werden in den Netzelementen in tabellarischer Form gespeichert und erst bei Verbindungsauflösung wieder gelöscht. Unter Verwendung dieser Tabellen erfolgt die Verkehrslenkung der Zellen.

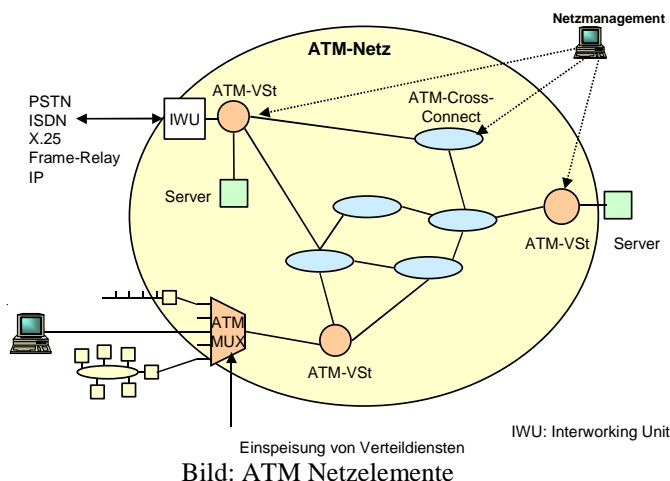


Bild: ATM Netzelemente

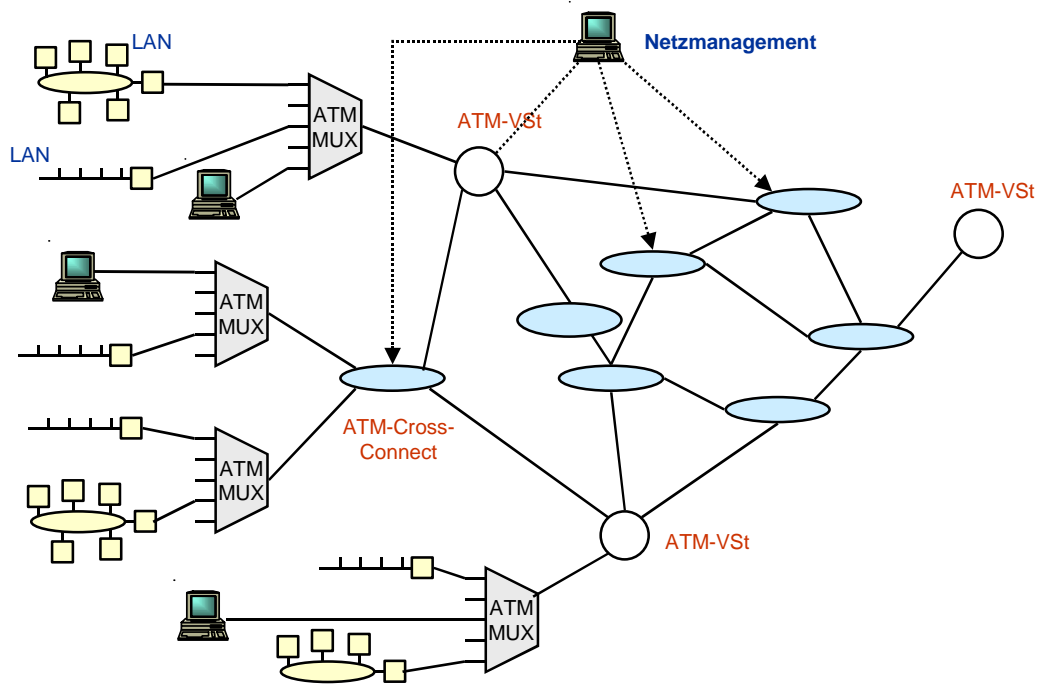
Im Bild sind die B-ISDN Netzelemente dargestellt:

- ATM Multiplexer
- ATM Cross-Connects
- ATM Vermittlungsstellen
- Netz der Synchronen Digitalen Hierarchie (SDH)
- Kontrolleinheit der Verkehrsmanagementnetzes (Traffic Management Network, TMN)

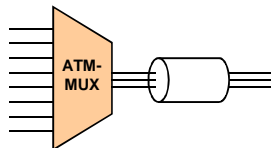
ATM Backbone netze werden durch die ATM Cross-Connects und die ATM Vermittlungsstellen, sowie das Leitungsnetz gebildet.

Die physikalische Übertragung auf dem Leitungsnetz beruht auf dem Verfahren der Synchronen Digitalen Hierarchie (SDH). Im Gegensatz zu ATM Cross-Connects können SDH Cross-Connects die Köpfe der ATM Zellen nicht interpretieren, sondern nur die speziellen Transporteinheiten der SDH verarbeiten.

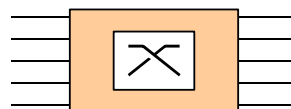
Im ATM Anschlußnetz werden die Endeinrichtungen und die privaten Netze (Local Area Network, LAN) über ATM Multiplexer mit der nächstliegenden ATM Vermittlungsstelle verbunden.



ATM-Multiplexer

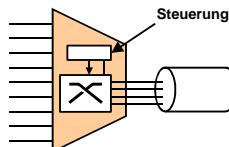


ATM-Cross-Connect



text text text text text text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text text text text text text  
text text text text

ATM-Konzentrator



ATM-Vermittlungsstelle

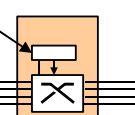


Bild: Netzelemente

Signallisierung (Zeichengabe, signaling oder signalling) ist der Austausch aller Informationen, die zum Aufbau, zur Überwachung und zum Abbau von Verbindungen in einem Telekommunikationsnetz erforderlich sind.

Diese Aufgabe wird kurz als Call Control oder Connection Control (CC) bezeichnet. Die Signallisierung kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten realisiert werden:

- **In-Band-Signallisierung** (in band signaling, auch CAS: Channel Associated Signaling): Die Signallisierungsinformation wird im gleichen logischen Kanal übertragen wie das Nutzsignal. In-Band-Signallisierung ist das ältere Verfahren.
- **Außer-Band-Signallisierung** (Out of Band Signaling, CCS: Common Channel Signaling, Zentralkanalzeichengabe): Die Signallisierungsinformation wird in einem anderen logischen Kanal (andere Frequenz, anderer Zeitschlitz/Zeitlage) übertragen als das Nutzsignal. Der Signallisierungskanal steht einer Vielzahl von Nutzkanälen zur Verfügung. Außer-Band-Signallisierung ist das modernere Verfahren, das den Vorteil einer höheren Flexibilität aufweist.

Signaling bezeichnet im Englischen auch die Leitungscodierung bzw. die Übertragung des Leitungssignals, also etwas anderes als Signallisierung im Sinn von Zeichengabe.

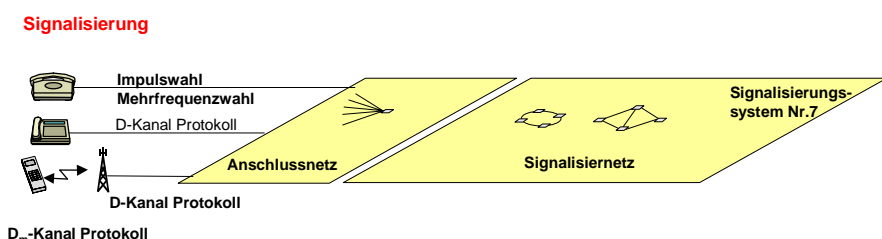
Die Signalisierung im Zugangsnetz (**Teilnehmersignalisierung**) und im Verbindungsnetz (**Netzsignalisierung**) sind klar zu unterscheiden. Für die **Ende-zu-Ende-Signalisierung** werden beide Funktionen benötigt (Bild 3.5).

## Signalisierungsverfahren

Einige verbreitete Signalisierungsverfahren sind

- **DTMF** (Dual Tone Multiple Frequency) bzw. MFV (Mehrfrequenz-Wahlverfahren) dienen zur Signalisierung an der Teilnehmerschnittstelle in Telefonnetzen. Dabei werden Ziffern (Hexadezimalziffern) als Summe zweier Sinusschwingungen bestimmter Frequenz dargestellt. DTMF ist eine In-Band-Signalisierung.

**DSSI** (Digital Signalling System No. 1) wird bei ISDN für die Signalisierung im D-Kanal verwendet und kurz auch als **Eu-ro-ISDN** bezeichnet.



text text text text text text text text  
text text text text text text text text  
text text text text text text text text  
text text text text text text text text

### Teilnehmer Signalisierung

- Analoge Teilnehmer: Impulswahl, Mehrfrequenzwahl
- ISDN Teilnehmer: D-Kanal Protokoll
- GSM Teilnehmer: D<sub>m</sub>-Kanal Protokoll

### Netzsignalisierung

- SS7 Signalling System Number 7
- SIP Session Initiation Protocol

Bild: Netztechnologien – Signalisierung

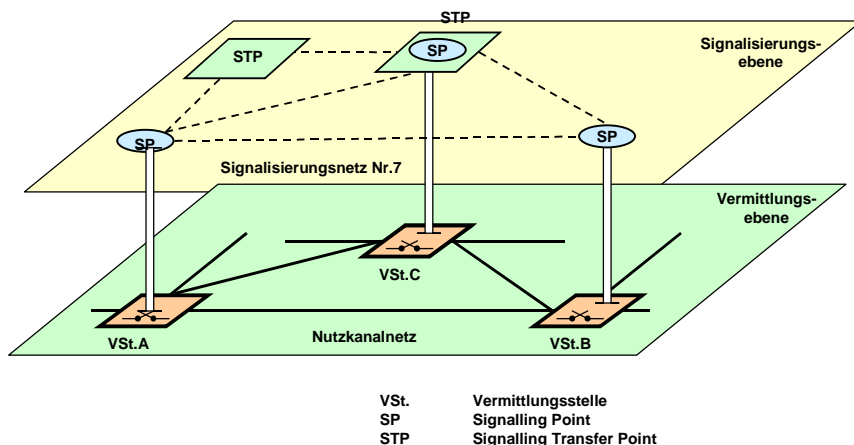


Bild: Signalisierungssystem Nr. 7

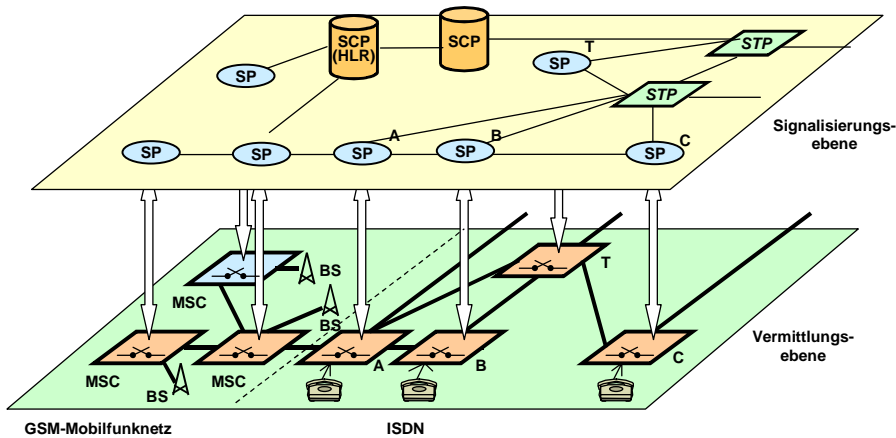
### Signalisierungssystem Nr. 7 (SS7)

Es bezeichnet ein modulares digitales Signalisierungssystem, das auf der Trennung der Übertragung von Nutzinformationen und Kontrollinformationen (Zeichengabe) aufbaut. Das so entstehende Netz nur für Signalisierungsinformationen ist prinzipiell ein Overlay-Netz. SS7 wird in allen neueren Telekommunikationssystemen eingesetzt (ISDN, GSM).

Ziel bei der Entwicklung von SS7 war ein universeller Einsatz in analogen Netzen, im ISDN, in Mobilfunknetzen sowie die Unterstützung des IN (Intelligenten Netzes) und von Netzmanagementaufgaben (TMN - Telecommunication Management Network). Ein solches Signalisierungsnetz wird betrachtet als eine Menge von Signalisierungspunkten (Signalling Points, SP) (Bild 8), die über Signalisierungsverbindungen (Signalling Links, SL) in Verbindung stehen. SPs sind dabei die digitalen Vermittlungsstellen in dem entsprechenden Netz. Sie sind durch eine eindeutige Identifizierungsnummer im SS7-Netz eines Betreibers gekennzeichnet. Über diese Nummer kann der SP eindeutig referenziert werden.

Teilweise müssen Strecken von einem SP zu einem zweiten SP über einen dritten geführt werden. Dieser wird dann als Signalling Transfer Point (STP) bezeichnet und ist normalerweise im Fernnetz zu finden. SPs, an denen Verbindungen im SS7-Netz nur enden oder beginnen, werden mit Signalling Points (SP) bezeichnet.

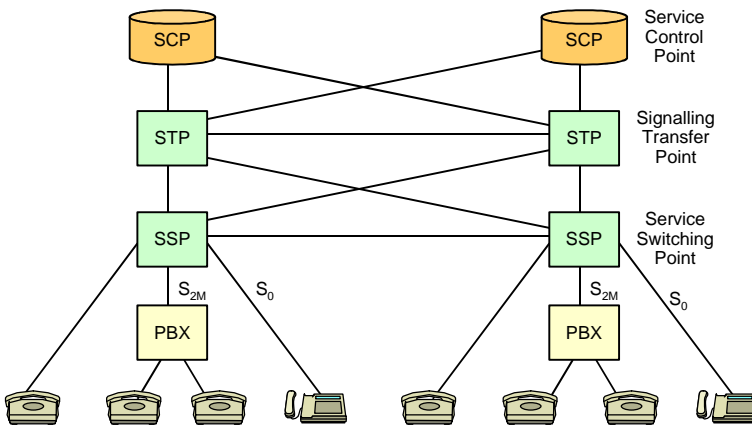




GSM - Global System of Mobile Communication  
 MSC - Mobile Switching Center  
 BS - Base Station  
 ISDN - Integrated Services Digital Network

SP - Signalling Point  
 SCP - Signalling Control Point  
 STP - Signalling Transfer Point

Bild: Netzstruktur von GSM-Netzen



SP - Signalling Point  
 SCP - Signalling Control Point  
 STP - Signalling Transfer Point

Bild: Signaling System 7 (SS7)

- **SSP**
  - Interface des Benutzers zum Transportnetz
  - Erzeugen und Übersetzen von SS7-Signalisierungsnachrichten
  - Wegewahl
  - Durchführen von Datenbankabfragen
- **STP**
  - Routing von Signalisierungsnachrichten, aber kein Erzeugen
  - Übersetzen von länderspezifischen Signalisierungsnachrichten
  - Statistiken für Operations and Management (OAM) und Billing
- **SCP**
  - Interface zur Datenbank
    - Business Services
    - Call Management Services
    - Line Information
    - Home/Visitor Location Register

Bild: SS7-Komponenten

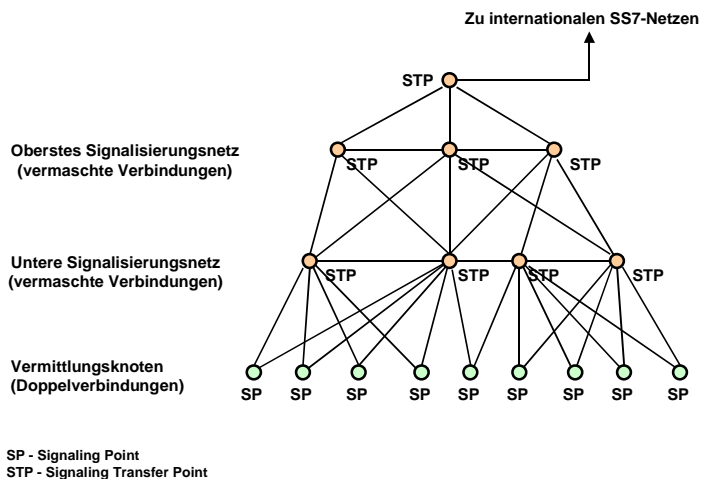
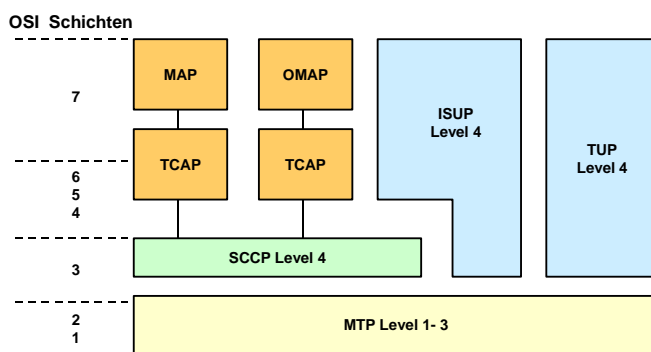


Bild: SS7 Netzstruktur

text text text text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text text text text  
text text text text text text



OMAP - Operation, Maintenance and Administration Part  
MAP - Mobile Application Part  
TCAP - Transaction Capabilities Application Part  
SCCP - Signaling Connection Control Part  
ISUP - ISDN User Part  
TUP - Telephone User Part  
MTP - Message Transfer Part  
OSI - Open Systems Interconnection

Bild: Protokollarchitektur im SS7

In der Fernvermittlung wird (wie auch z. B. in GSM) das Signalisierungssystem SS7 (Signalling System No. 7, auch SS#7) verwendet. SS7 ist als Overlay-Netz aufgebaut, d. h., es ist physisch, nicht nur logisch, getrennt von den Nutzkanälen. Für ISDN sind die in Bild 7. 10 rechts dargestellten Schichten relevant:

- **MTP-1, MTP-2, MTP-3** (Message Transfer Part): Diese Schichten sind für die Übertragung von SS7-Nachrichten zuständig und entsprechen in ihrer Funktion weitgehend den allgemeinen OSI-Schichten 1-3.
- **SCCP** (Signal Connection Control Part): entspricht dem oberen Teil der OSI-Schicht 3 und erlaubt den Austausch von Daten ohne Nutzkanalbezug und eine Ende-zu-Ende-Signalisierung.
- **ISUP** (ISDN User Part): zur Übertragung von Kontroll- und Meldedaten, die zum Auf- und Abbau sowie zur Überwachung von leitungsvermittelten Verbindungen auf B-Kanälen benötigt werden.

Grundlegendes Konzept ist die Teilung von SS7 Funktionen in für alle Anwendungen gleiche Message Transfer Parts (MTP, untere drei Schichten) und anwendungsspezifische User Parts (UP, obere Schicht), wobei der Term 'User' sich auf eine SS7 nutzende Instanz im Netz und nicht auf den Fernsprechteilnehmer bezieht (Instanz - das aktive Element einer Schicht. Kann in Software oder Hardware realisiert werden; engl. entity).

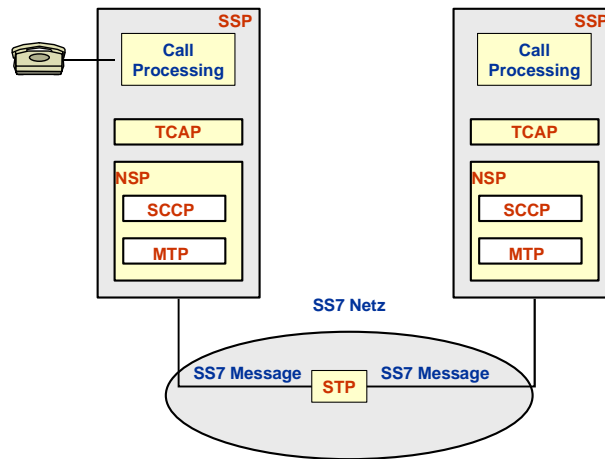
MTP stellt dabei ein allgemeines Transportsystem für die Daten der UPs zur Verfügung. UP-Daten dienen der Kontrolle von Nutzkanälen und den damit verbundenen, grundlegenden Funktionen der Dienstmerkmale. Die drei Schichten von MTP entsprechen weitgehend den drei unteren Schichten des OSI-Referenzmodells (Schicht 3 nur teilweise).

Daten ohne Nutzkanalbezug können im SS7-Netz ausgetauscht werden, indem MTP um den Signalling Connection Control Part (SCCP) ergänzt wird. Mit dem SCCP können Adressen aus anderen Netzen ohne SS7-Signalisierung und entsprechendes Adressformat transportiert werden. SCCP entspricht dem oberen Teil von Schicht 3 im OSI Referenzmodell.

**ISUP (ISDN User Part)** für die Nutzung im ISDN von Diensten und Dienstmerkmalen, die sich aus der Integration von Telefon- und Datendiensten ergeben. Mit ISUP werden Daten für Auf-, Abbau und Überwachung von leitungsvermittelten B-Kanalverbindungen zwischen den Knoten im ISDN übertragen.

**TUP (Telephone UP)** für die Nutzung des Fernsprechdienstes.





SSI: Service Script Interpreter  
 STP: Signal Transfer Point  
 SCP: Service Control Point  
 SSP: Service Switching Point

MTP: Message Transfer Part  
 NSP: Network Service Part  
 SCCP: Signaling Connection Control Part  
 TCAP: Transaction Capabilities Application Part

Bild: Meldungsaustausch

Abkürzung	Bezeichnung	Bedeutung
IAM	Initial Address Message	Anforderung einer Verbindung, enthält die Adressinformationen komplett oder zumindest teilweise
SAM	Subsequent Address Message	Enthält weitere Adressinformationen
ACM	Address Complete Message	Quittung in Rückrichtung über vollständige Adressinformation
CPG	Call in Progress	Ruf wird bearbeitet
ANM	Answer Message	Gerufener Teilnehmer hat sich gemeldet, Nutzverbindung ist aufgebaut
REL	Release	Anforderung eines Dienstwechsels
RLC	Release Complete	Quittierung der Verbindungsauslösung
SUS	Suspend Message	Dienstwechsel nach Timer-Auslauf
FIN	Facility Information	Information über mögliche Dienste und Dienstmerkmale
FACD	Facility Accepted	Positive Quittung über Dienstwechsel

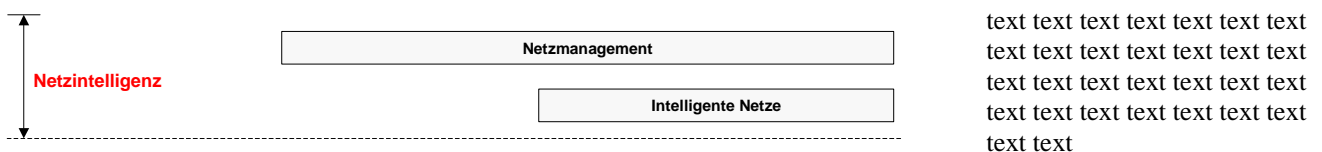
Tabelle: Wichtigste ISUP-Meldungen

Abkürzung	Bedeutung
<b>Dialog Handling Primitive</b>	
TC-BEGIN	Beginn eines Dialogs
TC-CONTINUE	Fortsetzung eines Dialogs
TC-ABORT	Abbrechen eines Dialogs
TC-END	Ende eines Dialogs
<b>Component Handling Primitive</b>	
TC-INVOKE	Anforderung von Nutzinformation
TC-RESULT-NL	Übergabe von (Teil)-Ergebnissen als Antwort auf eine Anfrage, es folgen weitere Informationen (-NL: not last).
TC-RESULT-L	Übergabe von Ergebnissen als Antwort auf eine Anfrage, keine weiteren Informationen (-L: last)

Tabelle: Wichtigste TCAP-Primitiven

Abkürzung	Bezeichnung	Bedeutung
UDT	Unitdata	Nutzdaten der Protokollklassen 0 od. 1
CR	Connection Request	Anforderung einer Ende-zu-Ende-Signalisierungsverbindung der Protokollklasse 2 oder 3
CC	Connection Confirm	Bestätigung der Signalisierungsverbindung
DT1	Data Form 1	Nutzdaten der Protokollklasse 2
DT2	Data Form 2	Nutzdaten der Protokollklasse 3
AK	Data Acknowledgement	Quittierung für Nutzdaten der Klasse 3
RLSD	Released	Auslösung der Signalisierungsverbindung
RLC	Release Complete	Quittierung der Auslösung

Tabelle: Wichtigste SSCP-Meldungen



#### Netzmanagement

- SNMP Simple Network Management Protocol
- TMN Telecommunication Management Network
- TINA Telecommunications Information Networking Architecture

#### Netzintelligenz

IN Intelligent Network

Bild: Netzmanagement und Netzintelligenz

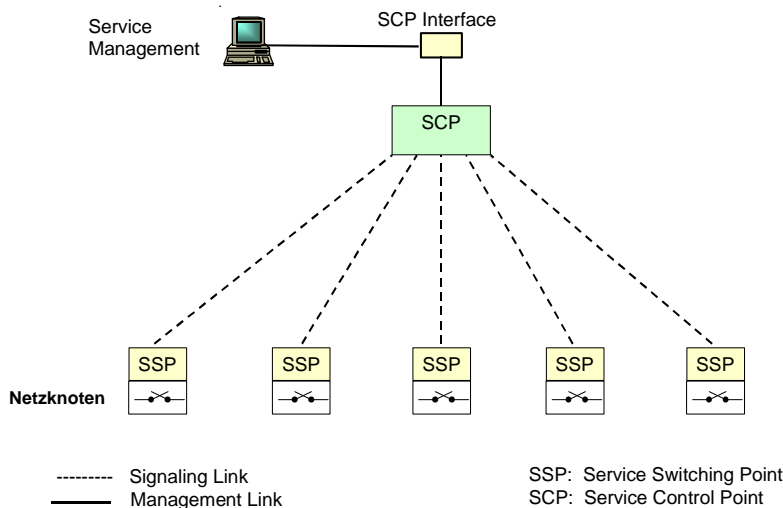
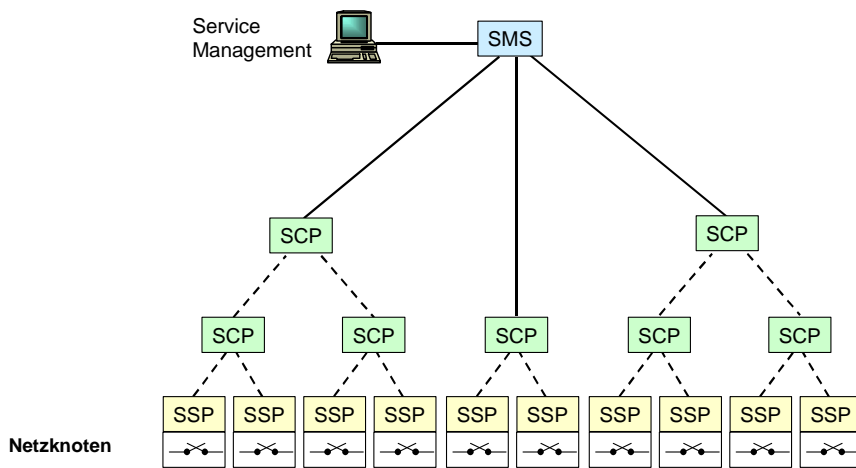


Bild: Intelligentes Netz (IN)



text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text  
text text text text text text text text text  
text text text

----- Signaling Link  
——— Management Link

SMS: Service Management System  
SSP: Service Switching Point  
SCP: Service Control Point

Bild: Hierarchisches intelligentes Netz