

□ Dienstmerkmale

- Rundschreiben (1150+)
- Listenwahl (rus+)
- Anschlusskennung (Sicherheit)
- Datum und Uhrzeit (Erhöhung Rechtssicherheit)
- Verbindungsentgeltnachweis (geb Wahlinf+)
- Telexauskunft (1188+)
- Kurzwahl
- Hinweisgabe
- Direktruf
- Einzelverbindungsachweis

□ Dienstübergänge

- ISDN, Datex-J, Telefax, Telebox-400, City-Ruf, Telegramm, Inmarsat



□ Historie

- 1976 von CCITT standardisiert
- 1981 nach einjähriger Probezeit Einführung des Datenpaketdienstes Datex-P im IDN
- Verfügbarkeit digitaler Paketvermittlungstechnik, SL 10 der Firma Northern Telecom
- Datex-P-Netz war lange Zeit **das** öffentliche Netz im WAN-Verkehr

□ Topologie

- vermaschtes Netz von Datenpaketvermittlungsstellen (DVST-P)
- jede Vermittlungsstelle muss aus Sicherheitsgründen mit mindestens zwei anderen verbunden sein
- In Deutschland über 160 Vermittlungsstellen, ca. 100 000 Teilnehmer
- Weltweit 210 Netze in 120 Ländern

□ Vermittlungstechnik

- digitale Paketvermittlungstechnik (Paketgröße 128 Oktetts, optional 256 Oktetts)

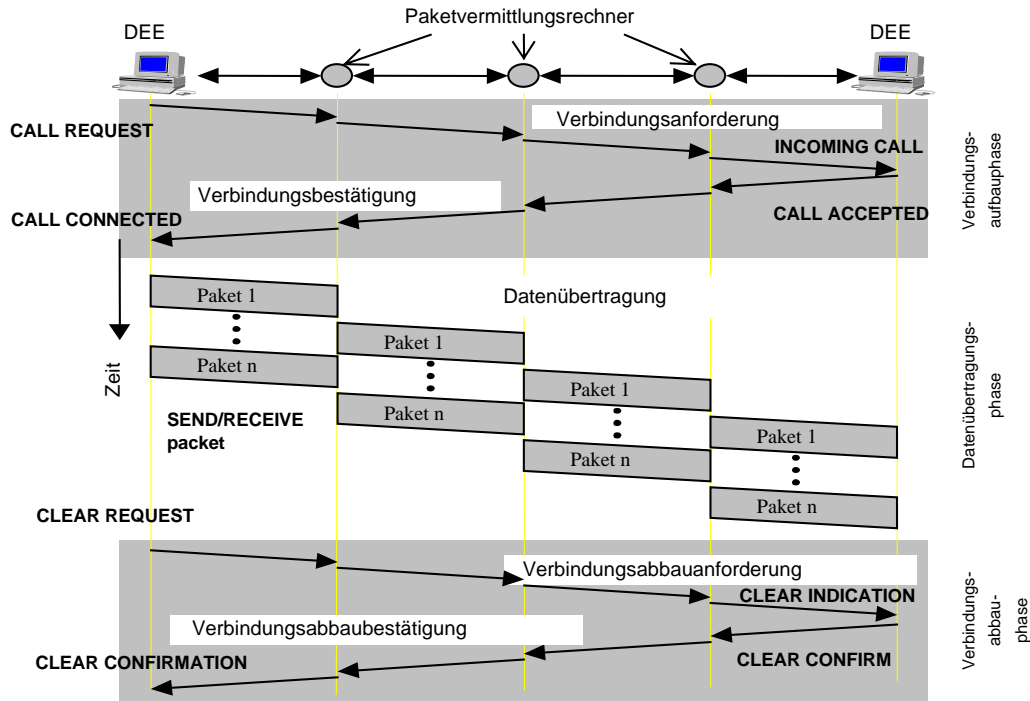


- ❑ **Übertragungsleitungen**
 - digitale Übertragungstechnik (Zeitmultiplex)
- ❑ **Teilnehmeranschluss**
 - Datenanschaltgerät (DAG) notwendig (Anpassung X.21 oder X.21bis an Zweidrahtleitung)
 - Schnittstelle: X.25 gilt zwischen Paket-DEE und DÜE (->DÜE = Vermittlungsstelle), Access Netz
 - synchrone oder asynchrone nicht paketierende DEE, Anpassung mittels PAD
 - Standard 9,6 kbit/s, ursprünglich bis maximal 64 kbit/s , seit 1992 auch bis 2 Mbit/s
 - Fehlerwahrscheinlichkeit $<10^{-9}$
 - Verbindungsaufbauzeit ca. 0.5s
 - verschiedenartige Geräte können kommunizieren, Datenwandlung im Netz möglich
 - internationale Adressierung nach X.121
- ❑ **Bedeutung**
 - wegen ISDN, Frame Relay und ATM Wachstum gebremst

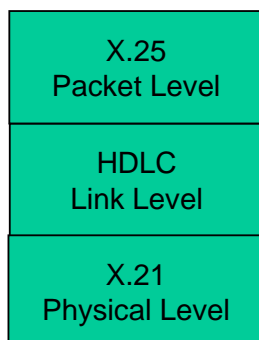


- ❑ **Vermittelte virtuelle Verbindung (switched virtual circuit, SVC)**
 - ❑ Logische Verbindung zwischen zwei Endgeräten
 - ❑ 3 Phasen (Verbindungsaufbau, Datenübertragung, Verbindungsabbau)
 - ❑ Verbindungsaufbauzeit < 400 ms
 - ❑ Bidirektionale oder unidirektionale Kommunikation
 - ❑ Paketreihenfolge garantiert
 - ❑ Flusssteuerung möglich
 - ❑ Vorteil: Nur bei Bedarf Übertragungskapazität belegt
- ❑ **Ständige virtuelle Verbindung (permanent virtual circuit, PVC)**
 - ❑ dauerhafte logische Punkt-zu-Punkt Verbindung
 - ❑ im Voraus zwischen Kunde und Anbieter vereinbart
- ❑ **Parallelbetrieb mehrerer virtueller Verbindungen**





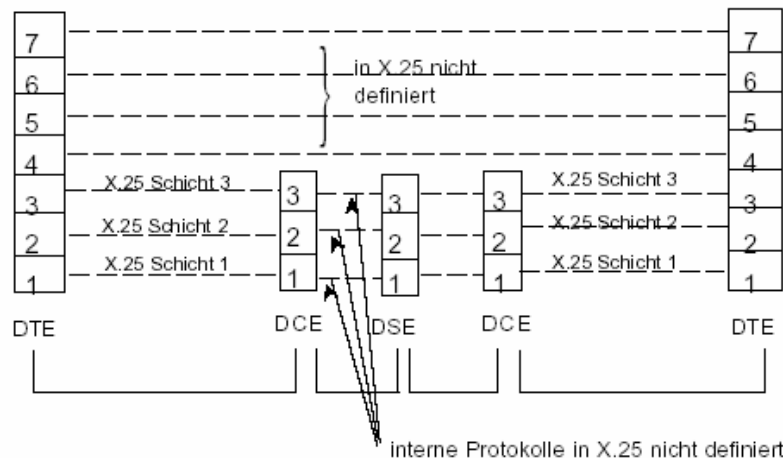
- X.25 ist eines der ersten Protokolle, das die Architektur des OSI-Modell aufweist.
- umfasst die unteren 3 Schichten des OSI-Modell
- ist ein transportorientiertes Protokoll
- definiert Interface zwischen Datenendeinrichtung (DEE) und Paketnetz (DÜE)
- das Netzzinnere (Protokolle) bleibt für den Nutzer transparent.



- Vermittlungsfunktion** (OSI-Schicht 3)
- Übermittlung von Datenübertragungsblöcken** (OSI-Schicht 2)
- Physikalischer Anschluss (Bitübertragung)** (OSI-Schicht 1)



Protokoll - Architektur



X.25 - Protokoll - Hierarchie

- Schicht 3: SVC, PVC (Switched/Permanent Virtual Call)
- Schicht 2: LAP B (Link Access Procedure, Version B; \approx HDLC)
- Schicht 1: X.21

DTE: Data Terminal Equipment (DEE)
DCE: Data Circuit Equipment (DÜE)
DSE: Data Switching Exchange (Router)

nach Irmscher



- **Physikalischer Anschluss (Bitübertragung)**
 - elektrische, mechanische, funktionale und Protokolleigenschaften der Schnittstelle zwischen DEE und DÜE
- **Übermittlung von Datenübertragungsblöcken X.25 Link Level (OSI-Schicht 2)**
 - Gesicherte Kommunikation zwischen DEE und DÜE über ungesicherte Schicht 1 Verbindung (**gestörter** Kanal)
 - Beide Kommunikationspartner müssen in der Lage sein, eine Verbindung zu initialisieren und auszulösen
 - Flusssteuerung zur Beeinflussung der Paketrate des Senders
 - Fehlererkennung und Behebung
 - Transparente Datenübertragung
 - verschiedene Protokolle, meist HDLC (High-Level Data Link Control) /LAP-B (Link Access Procedure Variante Balanced)



- ❑ **Vermittlungsfunktion** X.25 Packet Level (OSI-Schicht 3)
- ❑ Verbindungen zwischen Paaren von DEEs (Host-Host)
 - ❑ zwei Formen:
 - **Switched Virtual Circuit (SVC)**,
 - **Permanent Virtual Circuit (PVC)**
- ❑ Gesicherte Schicht 2-Datenverbindungen zwischen DEE und DÜE werden durch die Schicht 3 zu Endsystemverbindungen zwischen den DEEs
- ❑ Flusskontrolle der zu übertragenden Daten
- ❑ Multiplexen mehrerer Schicht 3 – Verbindungen
- ❑ Reihenfolge der Paketdaten gewährleisten
- ❑ Erkennung von Fehlern in den Endsystemverbindungen und Behebung
- ❑ Gesteuerter Abbau von Endsystemverbindungen, definiertes Rücksetzen der Schicht 3



- **Datenübertragungsdienst: Basisdienst des Datex-P**

Dienste	Datex-P-Dienste						
	Basisdienst	Zusätzliche Dienste					
		P 10	P 20		P 32	P 42	
Dienstbezeichnung	Datex-P 10H	Datex-P 20H	Datex-P 20L	Datex-P 20F	Datex-P 32H	Datex-P 42H	Datex-P 42F
Übertragungsgeschwindigkeiten in bit/s	2400	110	300	110	2400	1200	1200
	4800	200		200	4800	2400	
	9600	300		300	9600	4800	
	48000	1200/75		1200/75		9600	
		1200		1200			

Paketorientierte DEE

Zeichenorientierte DEE

IBM-3270 Terminals

IBM-2780 bzw. IBM-3780 Terminals

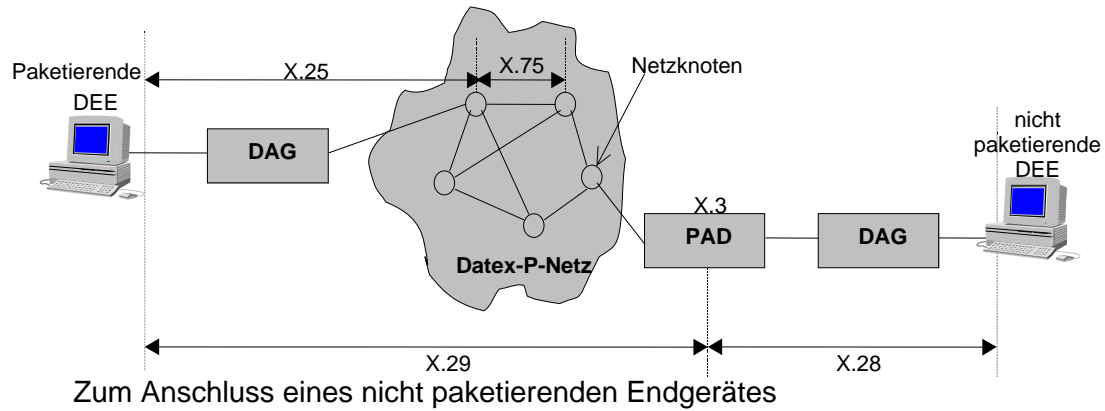
H=Hauptanschluss an Datex-P-Netz
L=Anschluss über das Datex-L-Netz
F=Anschluss über das Fernsprechnetz



X.25: Anschluss von nicht paketierenden Endgeräten

PAD Packet Assembly Disassembly

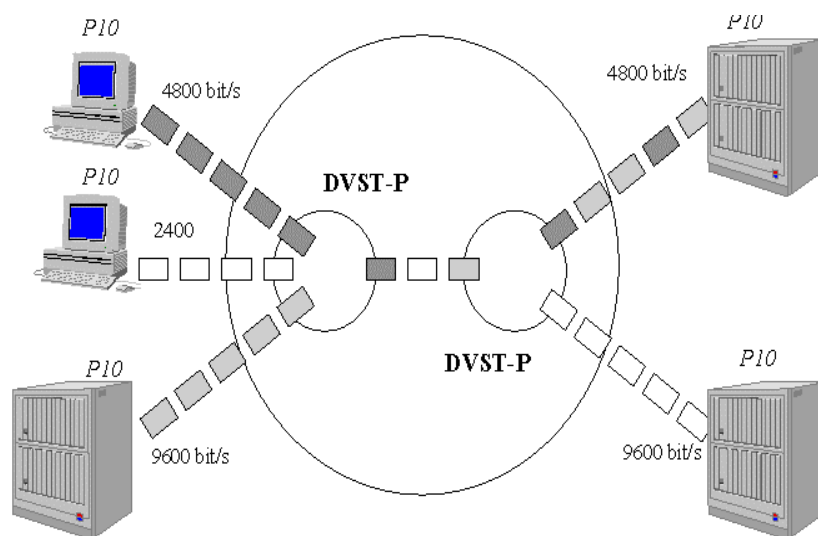
X.25 : Zugangsprotokoll für paketierende Endgeräte



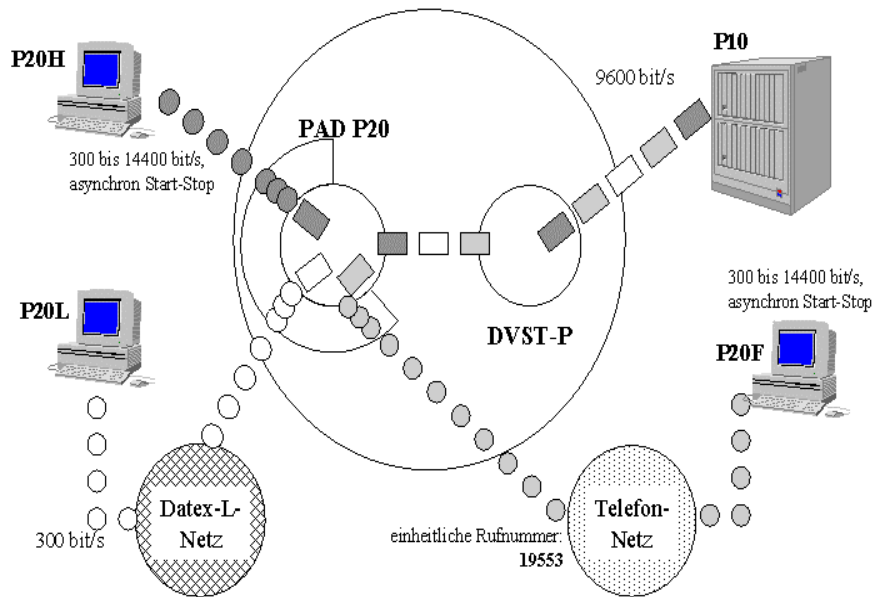
- Triple X:
- X.28 Protokoll zwischen nicht paketierenden Endgerät und PAD
 - X.29 Protokoll zwischen PAD und paketierenden Endgerät
 - X.3 Funktionalität des PAD



X.25: Anschluss von paketierenden Gerätetypen



Kommunikation zwischen unterschiedlichen paketierenden und nicht paketierenden Gerätetypen PAD, Netzübergänge

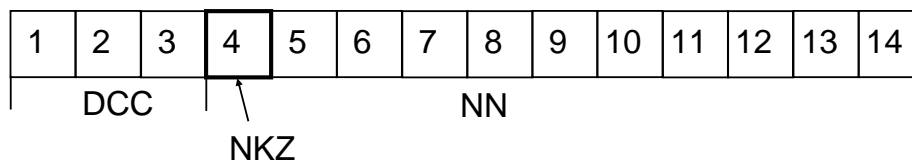


nach Winkler



X.25: X.121 Adressierungsschema

- Weltweite Vergabe nach ITU-T Empfehlung X.121
- Analog zum öffentlichen Fernsprechnetz
 - Internationale Vorwahl (DCC, Data Country Code)
 - Nationale Rufnummer (NN, National Number)
 - Netzkennziffer (NKZ, 1 Ziffer)
 - Rufnummer des Anschlusses



X.25: Netzzugang

- ❑ Bezeichnung der Deutschen Telekom: X.25-Hauptanschluss
- ❑ Realisiert eine Paketmultiplex-Schnittstelle in Schicht 3
- ❑ Pakete werden zeitlich verschachtelt im Zeitmultiplex übertragen
- ❑ Gleichzeitiger Betrieb mehrerer virtueller Verbindungen (bis 4096) mit unterschiedlichen Teilnehmern über eine physikalische Teilnehmeranschlussleitung
- ❑ Die Unterscheidung der virtuellen Verbindungen muss in Schicht 3 durch logische Kanalnummern erfolgen

nach Zitterbart



X.25: Logische Kanalnummern

- ❑ Werden für die Nutzung des Paket-Multiplexverfahrens benötigt
- ❑ Kanalnummern dienen zur Identifizierung aller Dateneinheiten einer virtuellen X.25-Verbindung auf einem logischen Kanal (Netzzugangsverbindung)
- ❑ Werden angewendet auf beide Übertragungsrichtungen einer Teilstrecke
- ❑ Logische Kanalnummern werden stets nur für jeweils eine Teilstrecke vergeben.
- ❑ Für den Teilnehmer sind nur die auf den Teilnehmeranschlussleitungen verwendeten logischen Kanalnummern sichtbar

In beiden Teilnehmeranschlussbereichen einer virtuellen Verbindung sind die logischen Kanalnummern voneinander völlig unabhängig.

nach Zitterbart



X.25: Lokaler Charakter logischer Kanäle

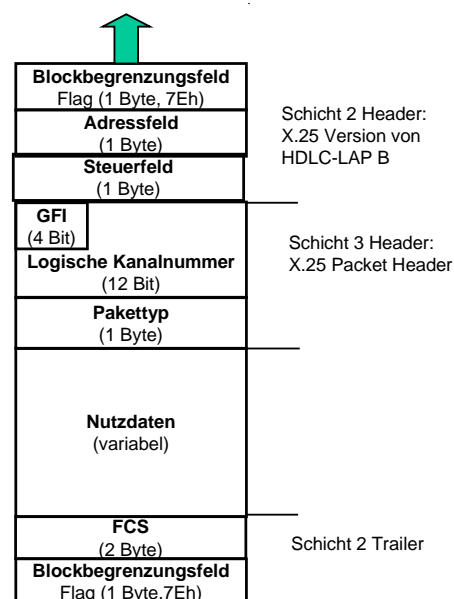
- ❑ Bei einer virtuellen Verbindung im Gegensatz zu Datagrammdiensten keine Mitführung der Zieladresse in jeder Dateneinheit notwendig.
- ❑ Es werden nur die aktuell vorhandenen virtuellen Verbindungen, die über eine Teilstrecke führen, relativ zueinander nummeriert.
- ❑ Es gibt keinen Zusammenhang zwischen „absoluten“ Netzadressen und den logischen Kanalnummern.
- ❑ Bei jedem neuen Aufbau einer gewählten temporären virtuellen Verbindung (auch zum gleichen Teilnehmer) wird eine neue logische Kanalnummer in Abhängigkeit vom aktuellen Belegungszustand der logischen Kanalnummern vergeben.

nach Zitterbart



X.25: Frame Format & Kapselung der Dateneinheiten

- Blockbegrenzung: Synchronisation (Wiederaufsetzen des Empfängers)
- Adreßfeld: Ziel-/Herkunftsadresse des Pakets
- Steuerfeld: Unterscheidung Daten-/Steuerpakete; Sequenznummern für Paketreihenfolge
- GFI: Kennung des Paketformats (General Format Identifier)
- Logische Kanalnummer: Unterscheidung verschiedener Verbindungen an einem Zugangspunkt
- Pakettypen: Auf-/Abbau der Verbindung, Daten, Interrupts, Flußsteuerung



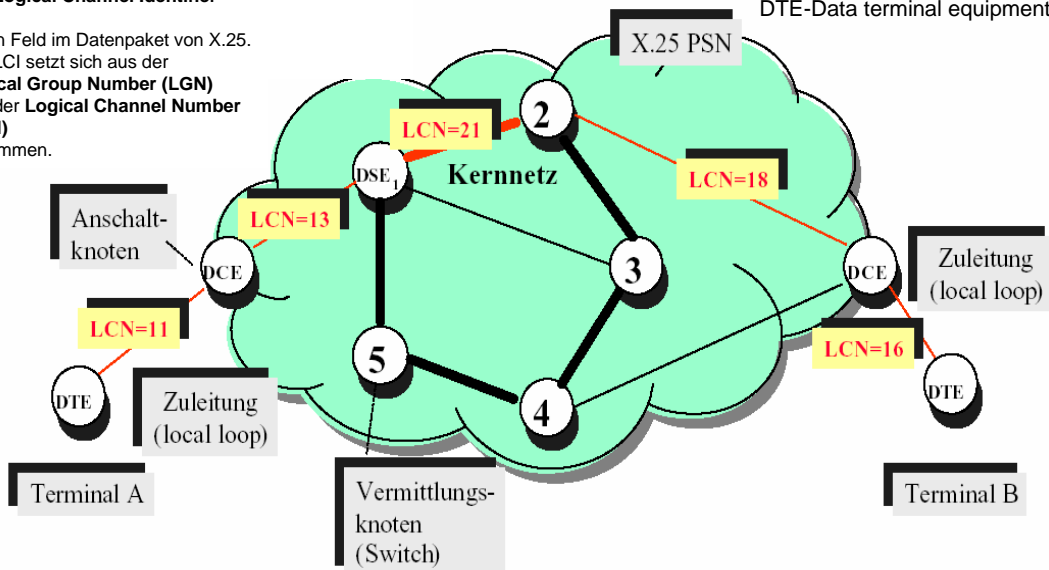
nach Effelsberg



Es sind theoretisch $2^{12} = 4096$ logische Kanäle (LCI) pro X.25 Anschluss festlegbar

Der **Logical Channel Identifier (LCI)** ist ein Feld im Datenpaket von X.25. Der LCI setzt sich aus der **Logical Group Number (LGN)** und der **Logical Channel Number (LCN)** zusammen.

DSE-Data Switching Exchange
DCE-Data circuit equipment (DÜE)
DTE-Data terminal equipment (DEE)



nach Pralle



- ❑ Durch Zwischenspeicherung der Datenpakete können Endgeräte mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten miteinander kommunizieren
- ❑ Kommunikation zwischen Endgeräten, die über verschiedene Schnittstellen ans Netz angeschlossen
- ❑ Über einen Anschluss sind gleichzeitig mehrere virtuelle Verbindungen möglich
- ❑ Bessere Ausnutzung der physikalischen Leitung
- ❑ Volumenabhängige Tarifierung möglich

