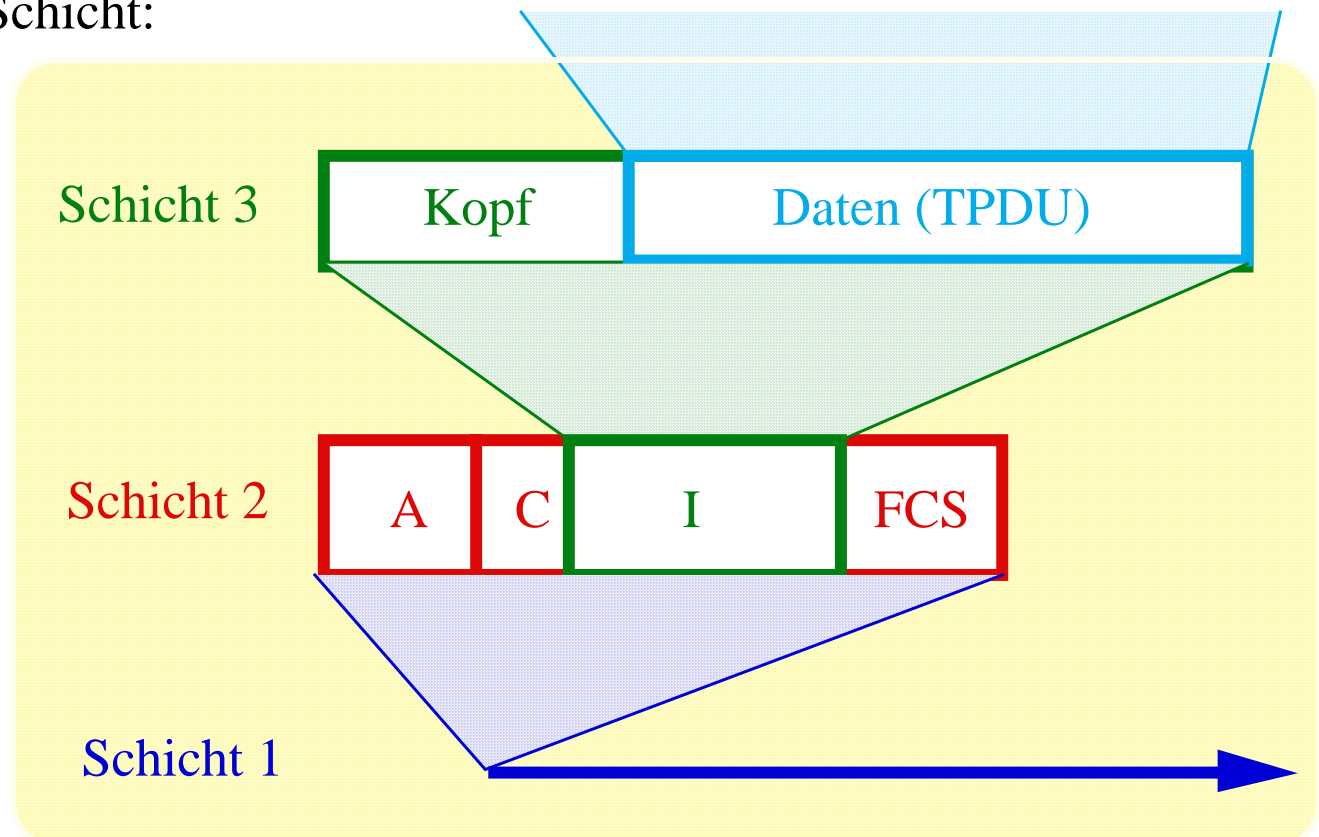


10. Paketvermittlung nach X.25

- ITU = Internationale Telekommunikations Union, Genf (ehem. CCITT).
- Standard-Empfehlung der ITU für Paketvermittlungsnetze (PSPDN).
- Abkürzung PSPDN:
 - = "Packet Switched Public Data Networks",
 - CSPDN = "Circuit Switched Public Data N."
 - FPLMTS = "Future Public Land-based Mobile Telecommunication System" !
- International verfügbar:
 - in Deutschland DATEX-P Dienst, in Frankreich TRANSPAC ...
 - 210 verschiedene PSPDNs, in 120 Ländern,
 - Auch für private Netze anwendbar:
- X.25 Virtuelle Verbindungen (VCs, Virtual Circuits):
 - permanente virtuelle Verbindungen oder gewählte virtuelle Verbindungen.
- X.25 verglichen mit Internet/IP:
 - Verbindungsbezogene X.25 Pakete anstelle von IP-Datagrammen,
 - X.25 oft auch als Zubringer oder Trägersystem (Backbone),
 - Verschiedene Dienstmerkmale (Closed User Group, ...),
 - öffentliches Finanzierungsmodell ...

10.1. Definition in drei Ebenen

- Die Empfehlung X.25 definiert im Prinzip nur Schnittstellen zum Netz.
- X.25 Schichtung:
 - Schicht 4 Non X.25 Protokolle auf Schicht 4 .. 7,
 - Schicht 3 Netzwerkschicht (Packet Level Protocol, X.25 PLP),
 - Schicht 2 Sicherungsschicht (Frame Level Protocol),
 - Schicht 1 Physikalische Schicht:
- Wie die Übertragung und die Weglenkung im Netz implementiert ist, bleibt offen.

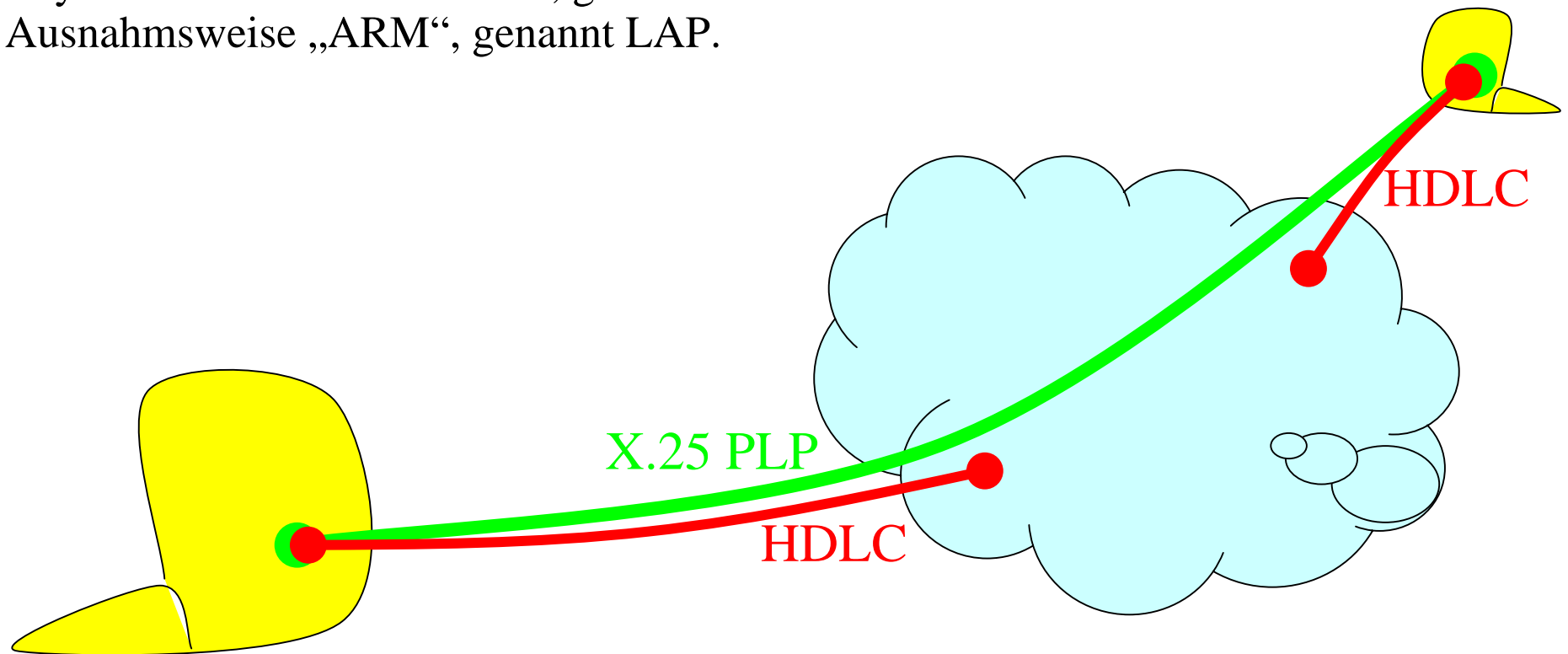


10.2. Physikalische Schicht:

- Meist Standleitung zur Vermittlung des "X.25 Providers".
- Synchroner Modemstrecke nach X.21:
 - normalerweise X.21 Stecker, evtl. modifizierter V.24 Stecker,
 - ähnlich zur physikalischen Schnittstelle von Datex-L,
 - jedoch keine Wähleinrichtung.
- ISDN als Zubringer zum X.25 Netz (X.31):
 - Näheres in der Vorlesung "Rechnernetze II, ISDN",
 - So-Schnittstelle anstelle der Modemstrecke,
 - Zugang über D-Kanal mit 16 KBit/sec,
 - Zugang über B-Kanal mit 64 KBit/s,
 - Wählfunktion für B-Kanal.
- Asynchrone Modemstrecke als Zugang zu einem PAD:
 - Asynchrone Zeichen werden übertragen und dann zu X.25 Paketen zusammengesetzt,
 - PAD = Packet Assembly Disassembly,
 - Details am Schluß des Kapitels.

10.3. Sicherungsschicht:

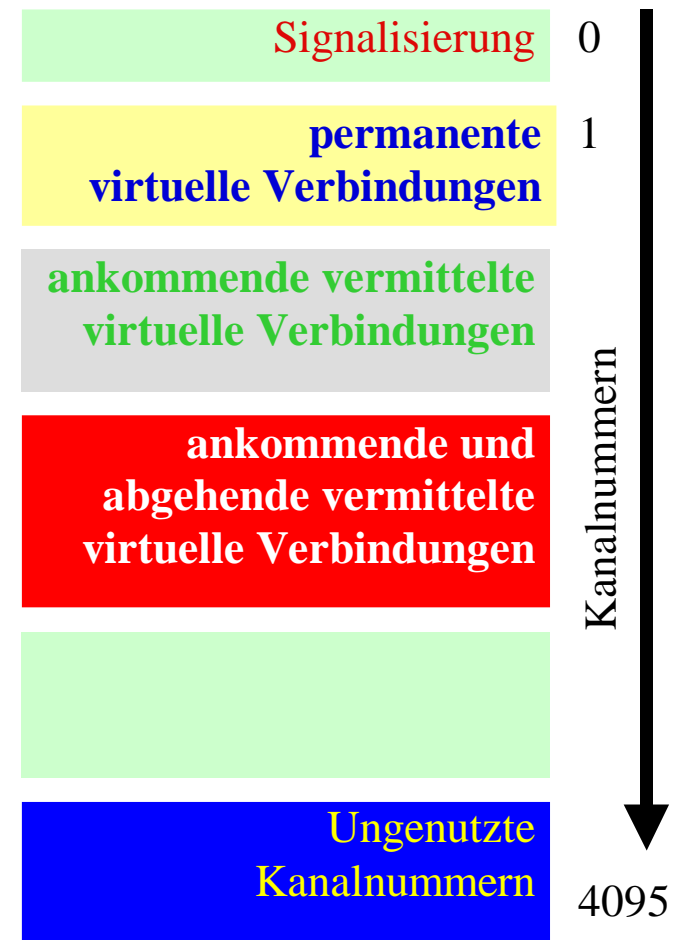
- Punkt-zu-Punkt Zugang ans Netz:
 - Fehlerbehandlung auf der Zubringerleitung,
 - Lokale Flußkontrolle.
- Rahmenbildung mit HDLC Protokoll:
 - Asynchronous balanced Mode, gen. LAPB.
 - Ausnahmsweise „ARM“, genannt LAP.



10.4. Netzwerkschicht

10.4.1 Logische Kanäle

- Verbindungsaufnahme durch das Netz hindurch mit entfernten Teiln. .
- Viele logische Kanäle über einen Draht:
 - Leitungen zum (Host)-Computer einsparen,
 - aufbauen von sogen. virtuellen Verbindungen.
 - maximal 4095 virtuelle Verbindungen.
- Einführung einer neuen, von der HDLC-Adresse unabhängigen Adressierung:
 - Teilnehmernummer beim Verbindungsaufbau,
 - **Kanalnummern** für die virtuellen Verbindungen:
- Kanalnummern sind lokal zur Schnittstelle.

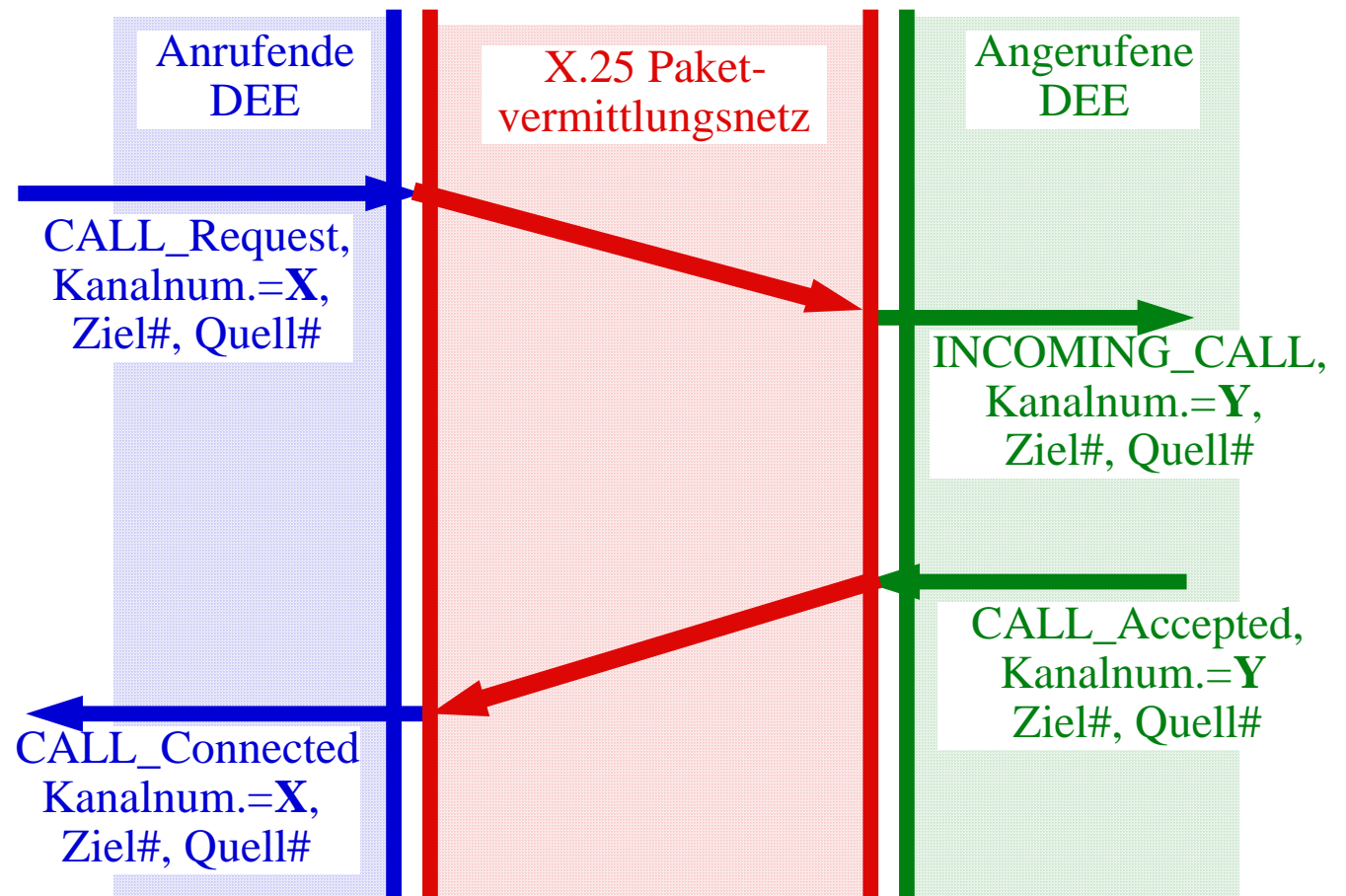


10.4.2 Call-Request Paket

- Adresse:
 - Call-Request Paket enthält die weltweite Adresse des Kommunikationspartners und die logische Kanalnummer, über welche Verbindung laufen soll,
 - Nur zu Beginn ist eine Adresse mit maximal 15 Dezimalstellen erforderlich,
 - Adresse von Sender und Empfänger ist gefordert.
- Adressformat nach X.121 (für weltweite Adresse):
 - Länge der gerufenen und der rufenden Nummer (je 4 Bit),
 - Rufende und gerufene Nummer (bis 14 BCD Ziffern):
 - Land (3 Ziffern), Paketnetz (1 Ziffer),
 - Vorwahl + Teilnehmernummer.
- Kanalnummer:
 - Für den anschließenden Datenverkehr genügt dann eine 12-Bit Kanalnummer,
 - Lokale Kanalnummern der Kommunikationspartner sind üblicherweise verschieden,
 - Man vergleiche Unterkapitel "Virtual Channel Switching".
- national unterschiedliches „Facilities Field“:
 - Geschl. Benutzergruppe, Fenstergröße, Gebührenübernahme, Durchsatzklassen ...
- Unter Umständen bis 32 Byte Benutzerdaten:
 - gewünschter Dienst, Messdaten, Paßwort ...

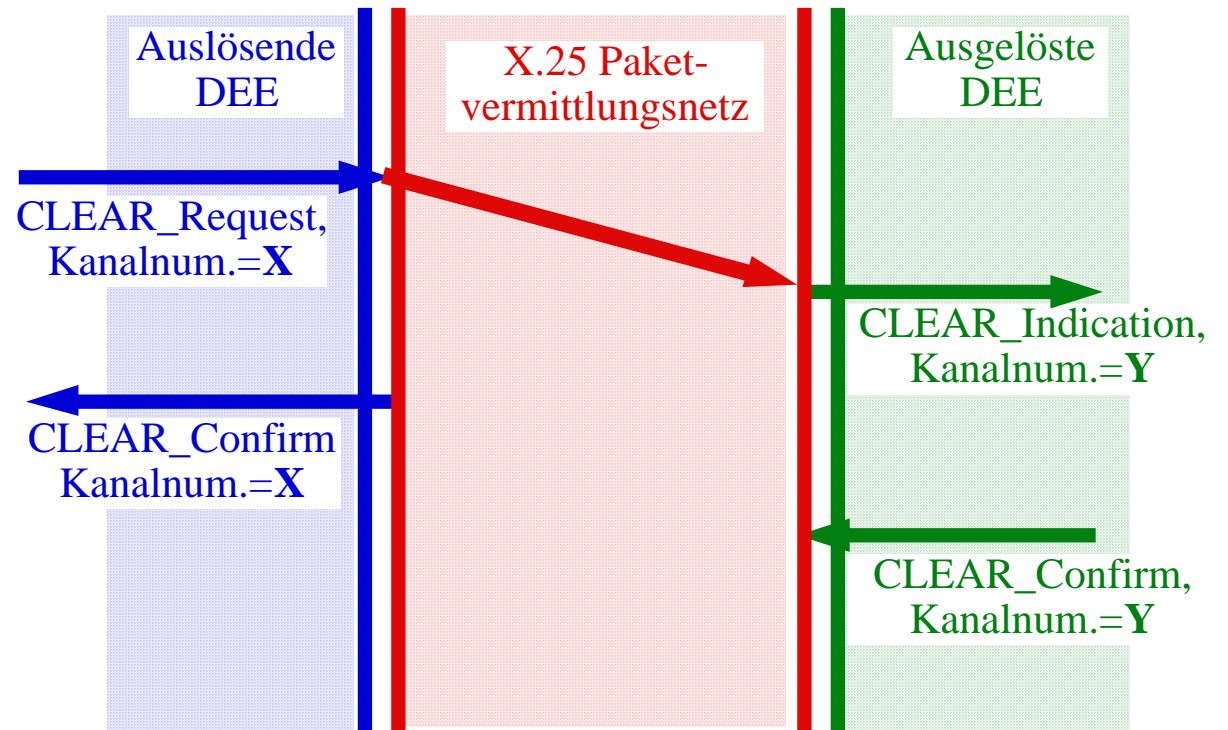
10.4.3 Virtuelle Verbindung aufbauen:

- X.25 Terminologie:
 - call request und nicht wie üblich "setup",
 - incoming call (call indication),
 - call accepted (call response),
 - connected (call confirmation).



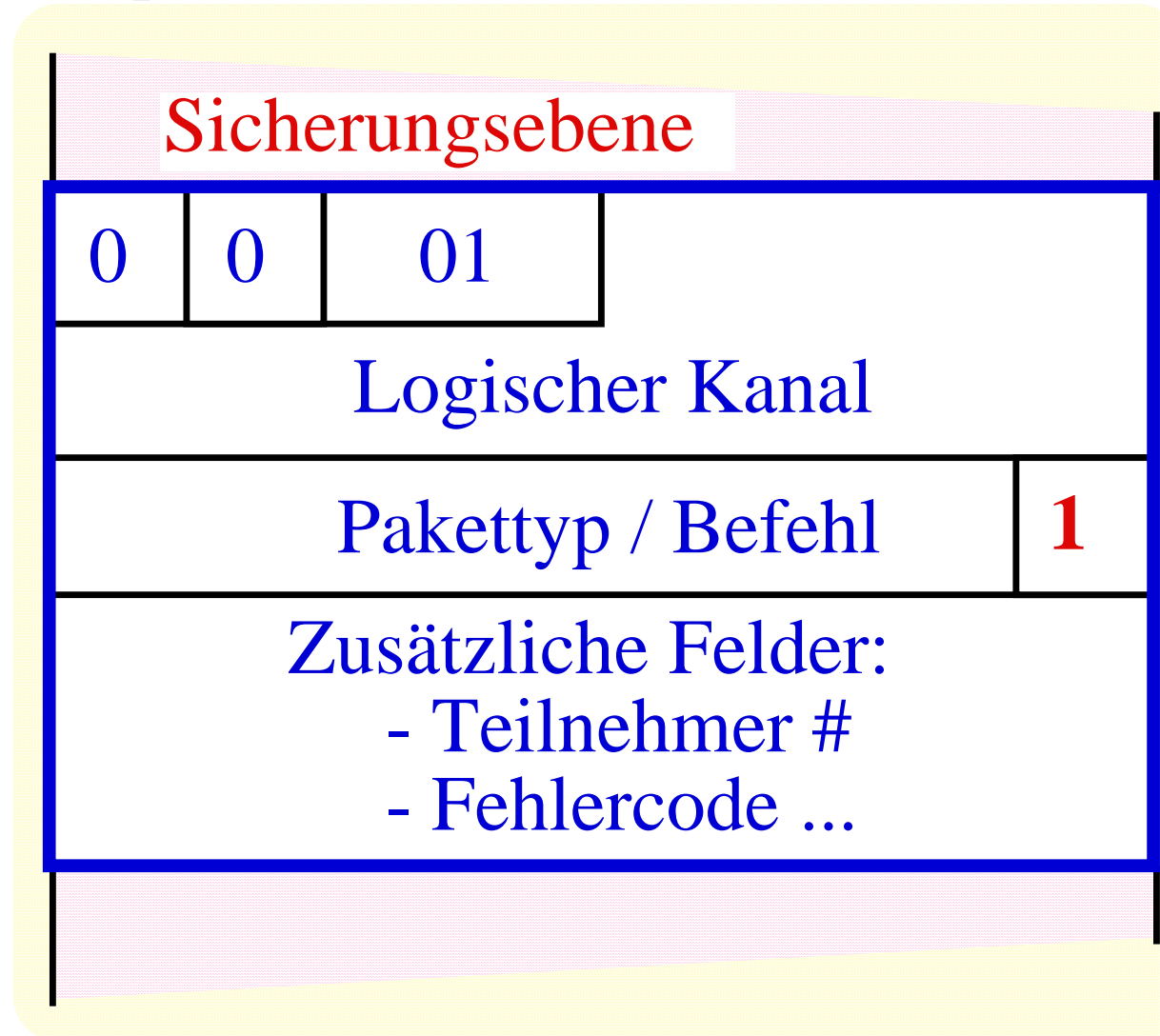
10.4.4 Clear Request Packet

- Zum Abbau (auslösen) der virtuellen Verbindung.
- End-to-End Auslösebestätigung entfällt.
- Enthält nur die logische Kanalnummer.
- Pakettyp '00010011' (siehe Paketformat).
- Grund der Auslösung:
 - Protokollfehler, Überlastung ...
 - Merkmal nicht unterstützt,
 - normale Auslösung,
- Weitere Leistungsmerkmale:
 - Verbindungsweiterleitung,
 - Einzelpaket ...

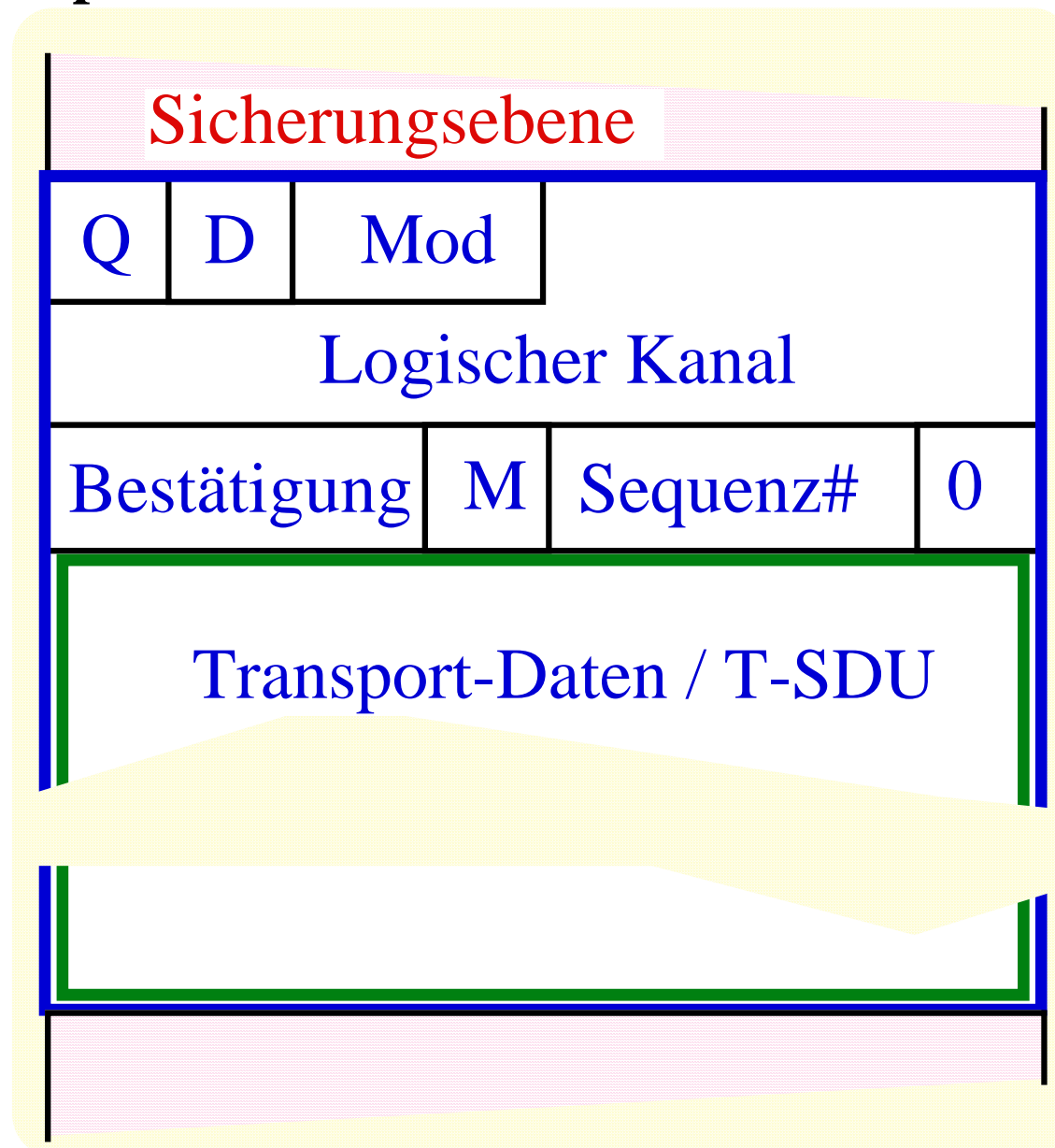


10.5. Paketformat

10.5.1 Steuerpaket:



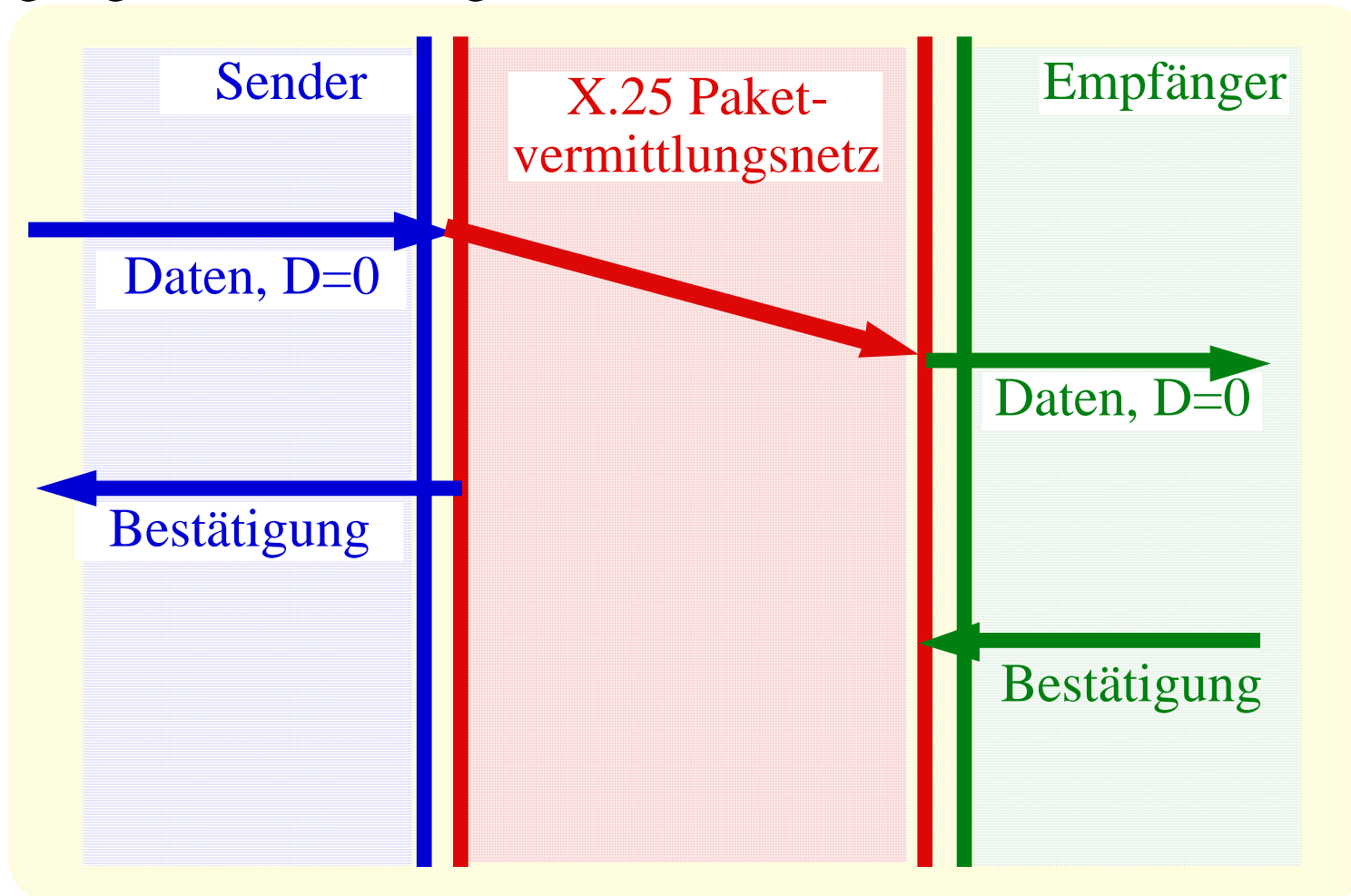
10.5.2 Datenpaket:



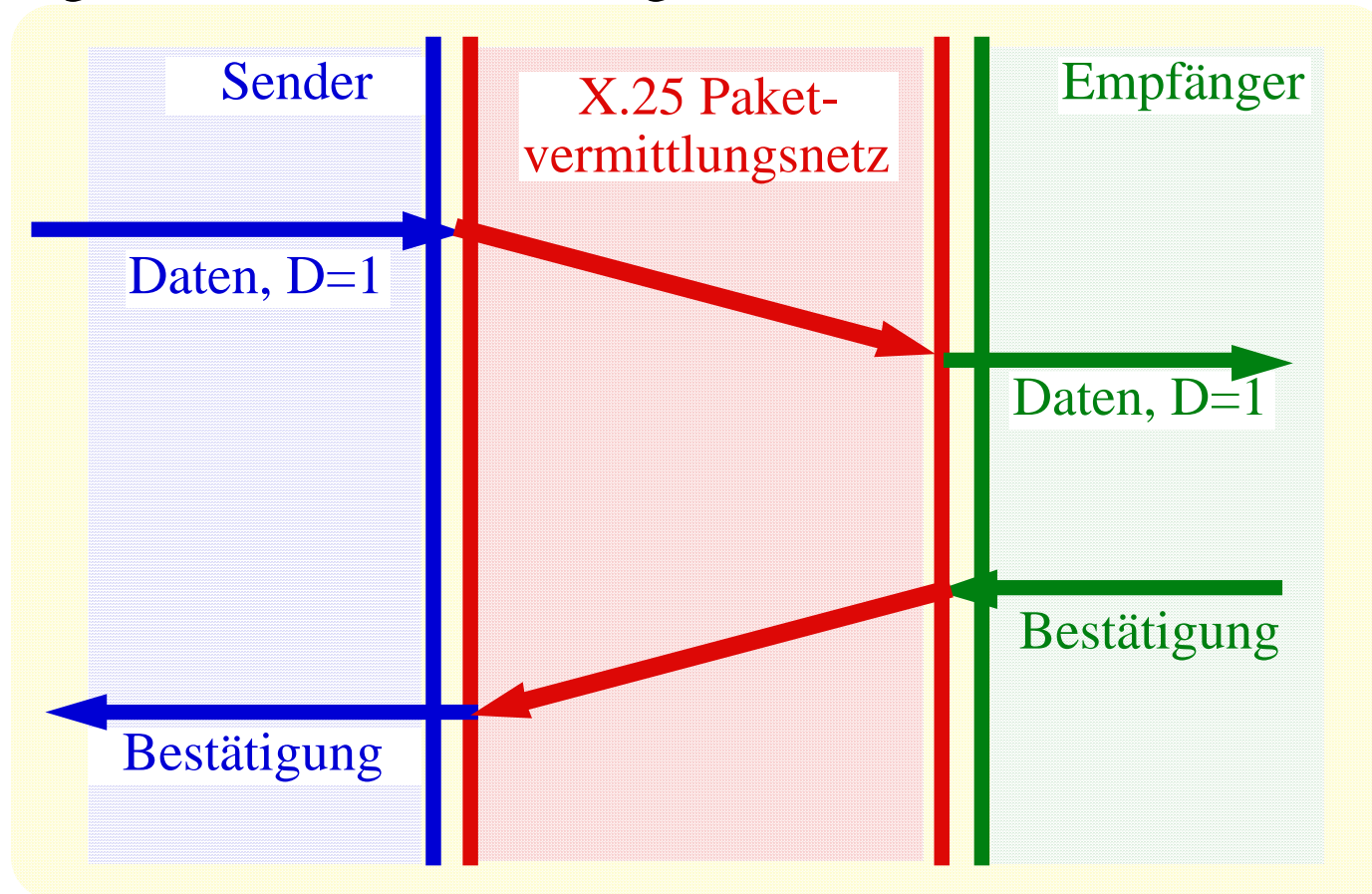
- Die Kennung "Datenpaket" braucht nur 1 Bit.
- Ähnlichkeit des Typfeldes mit dem HDLC-Kontrollfeld, hier aber für logischen Kanal.
- Datenfeld z.B. maximal 256 Bytes.
- Keine Prüfsumme, da schon von HDLC-Schicht abgedeckt.
- Qualifier Bit wird den höheren Protokollschichten zur Verfügung gestellt, z.B. für deren Kontrollmeldungen.
- Modulus Feld zur Bezeichnung der Sequenznummern Modulo 8 (= 01) oder Modulo 128 (= 10). Das Pakettypfeld wird im zweiten Fall verlängert.
- Flußkontrolle mit Sequenznummern, RNR und RR Paketen pro logischen Kanal. Nicht zu verwechseln mit HDLC-RNR.

10.5.3 Semantik der Bestätigung – Delivery Bit

- Bestätigung mit lokaler Signifikanz:



- Bestätigung mit Ende-zu-Ende Signifikanz



- Dies garantiert aber noch nicht, daß das Datenpaket auch auf Disk abgelegt wurde ...

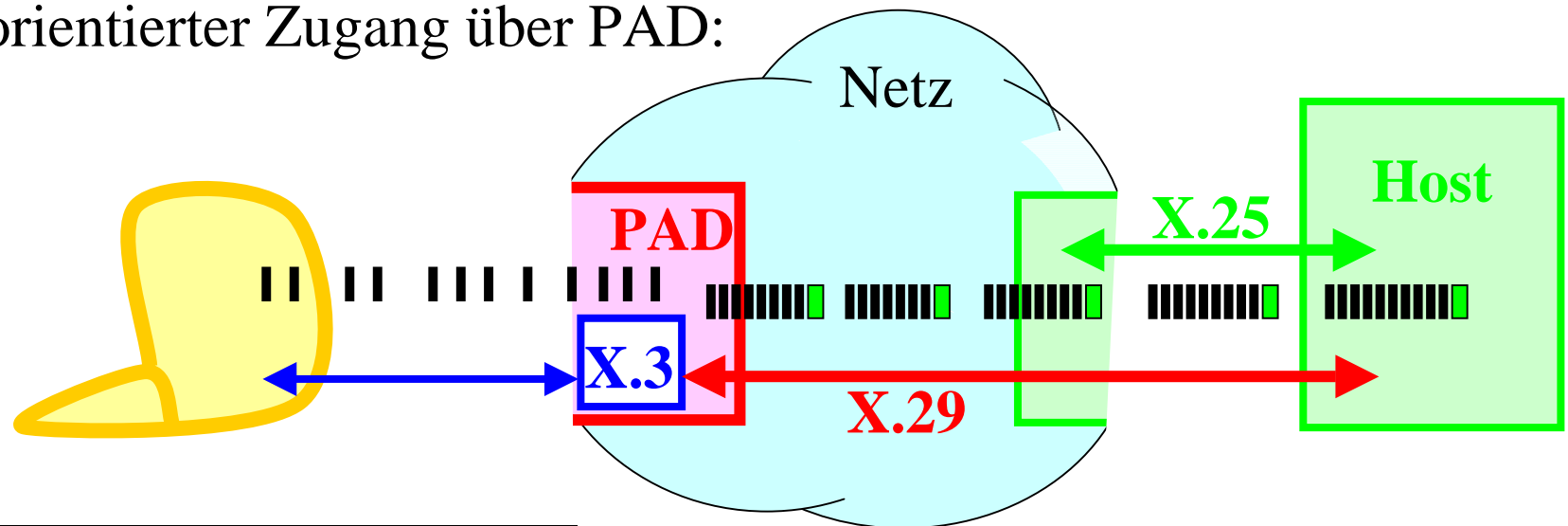
10.6. Weitere Pakettypen

- Reset und Restart :
 - bei Protokollfehlern,
 - bei Verstopfung des Netzes,
 - beim Wiederanlaufen von Netzknoten.
- Restart für den ganzen Anschluß.
- Reset für einzelne logische Kanäle.
- End-to End Flusskontrolle mit RR und RNR.
- Interrupt Paket:
 - Unterbrechung in einem logischen Kanal,
 - z.B. Verwerfen des Ausgabedatenstromes,
 - z.B. Abbrechen der aktuellen Transaktion,
 - geordnetes Wiederaufsetzen des Datenstromes,
 - ...

10.7. Zeichenorientierter X.25 Zugang über "PAD"

10.7.1 Aufgabe des PAD

- PAD = Packet Assembly/Disassembly.
- Grundsätzlich ist Zugang zu X.25 Netz paketorientiert. Herkömmliche Terminale & Modems arbeiten jedoch oft noch zeichenorientiert.
- Zeichenorientierter Zugang über PAD:



10.7.2 PAD-Protokolle:

X.3: Satz von Parametern für die Verbindung. Im PAD untergebracht.

X.29: Protokoll und Befehle vom Host an den PAD (evtl. Q-Bit gesetzt).

X.28: Protokoll und Befehle vom Terminal an den PAD.

10.7.3 PAD-Parameter

- Paketabschlusskriterien:
 - maximale Paketlänge, Paketabschlußzeichen, Idle-Timer.
- Steuerzeichen:
 - Zeichenkombination für PAD-Recall.
 - Füllzeichen beim Zeilenrücklauf,
 - Tabulatornachbildung,
 - Flußkontrollzeichen,
 - Breaksymbol,
- Eintreten in den Befehlsmodus (PAD-recall):
 - Dialog mit PAD und nicht mit Anwendung,
 - Auslösen und Aufbau der Verbindung.
 - Ändern aller PAD-Parameter,
 - Unterbrechungsanforderung ...
- Byteformat:
 - Einstellen der Datenrate,
 - Anzahl Datenbits, Byteparität ...
- Automatische Datenratenerkennung.