



**IKN**  
Institut für  
Kommunikationsnetze

# Datenkommunikation

Teil 2.2b: Sicherungsschicht – HDLC, LLC, D-Kanal

O.Univ.Prof.Dr. Harmen R. van As

# Übersicht

---

## 2.2b OSI-Referenzmodell: Schicht 2b - Fehlersicherung

- Aufgaben und Funktionen
- HDLC (LAPB)
- Varianten: LLC (LANs), D-Kanal (ISDN), Dm-Kanal (GSM),  
LAPF (Frame Relay), LAPM (Modems)

# HDLC: High-Level Data Link Control

---

## Unterscheidung

Leitstation, Folgestation, Hybridstation

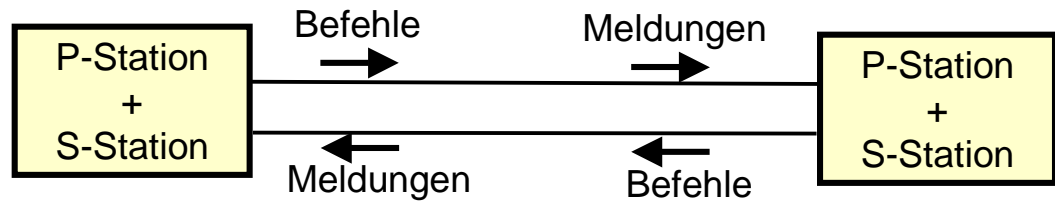
## Zwei verschiedene Konfigurationen des Übertragungsabschnittes

- Unsymmetrisch
- Symmetrisch

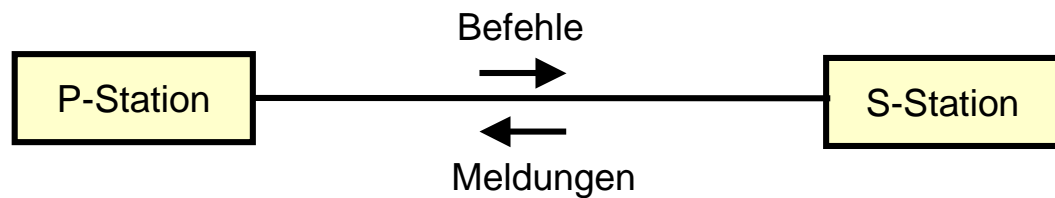
## Drei Modi für Datenübertragung

- Aufforderungsbetrieb (Normal Response Mode, NRM)
- Spontanbetrieb (Asynchronous Response Mode, ARM)
- Gleichberechtigter Spontanbetrieb (Asynchronous Balanced Mode, ABM)

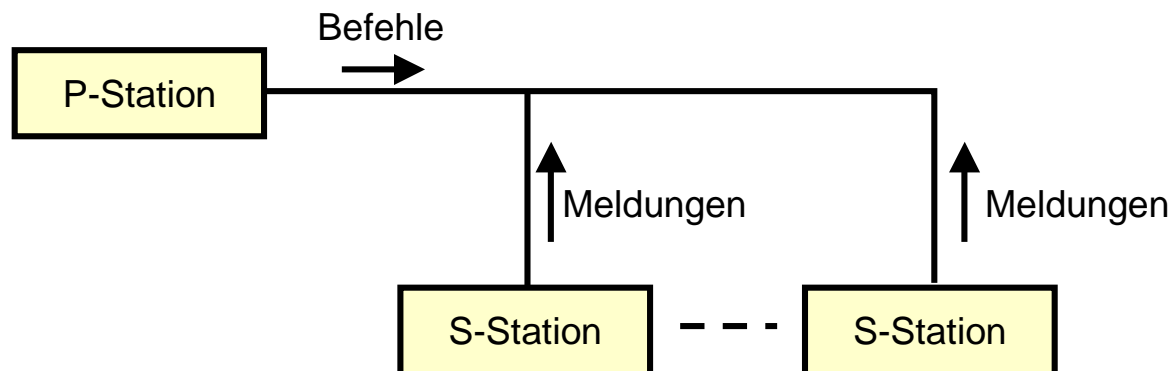
# HDLC-Stationsklassen



**Symmetrisch  
(Balanced)**



**Unsymmetrisch  
Punkt-Punkt Verbindung**



**Unsymmetrisch  
Mehrpunkt-Verbindung**

# HDLC-Kontrolle

---

## **Leitkontrolle**

(in der Leitstation)

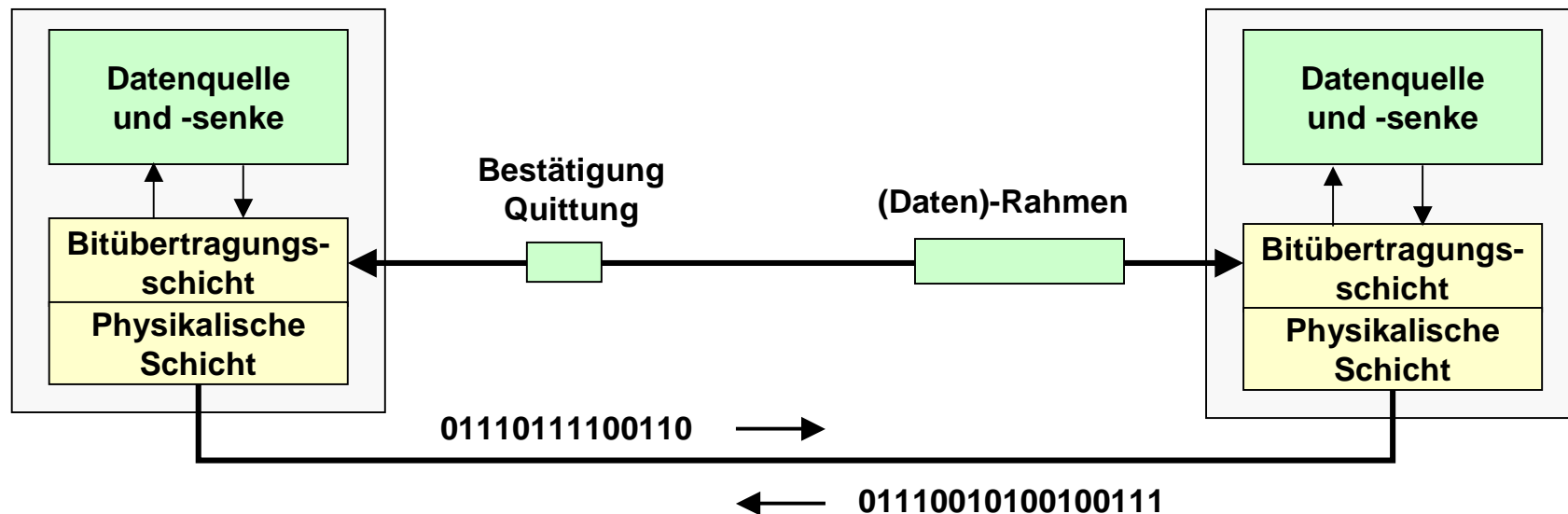
gibt Befehle an die Folgekontrolle

## **Folgekontrolle**

sendet Meldungen an die Leitkontrolle

**Befehle und Meldungen werden im HDLC-Rahmen übertragen**

# HDLC: High-level Data Link Control

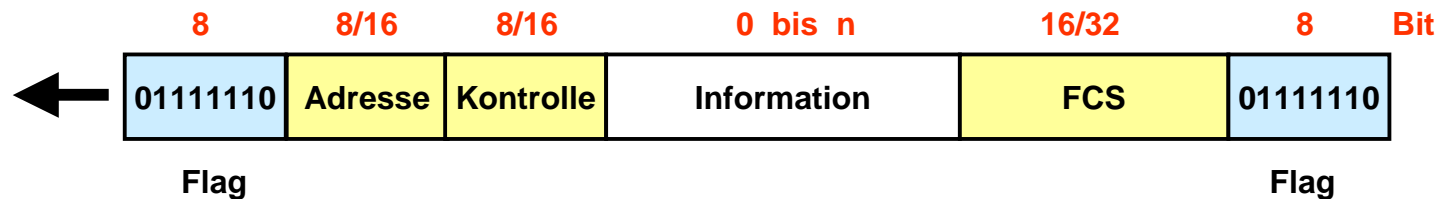


# HDLC: High-level Data Link Control

## Synchrones, bitorientiertes Protokoll

- Punkt-Punkt-Verbindungen
- eingesetzt bei X.25; Frame Relay
- abgewandelt in lokalen Netzen (LLC), ISDN (LAPD), Mobilfunk (LAPD<sub>m</sub>)

## Grundlegendes Rahmenformat

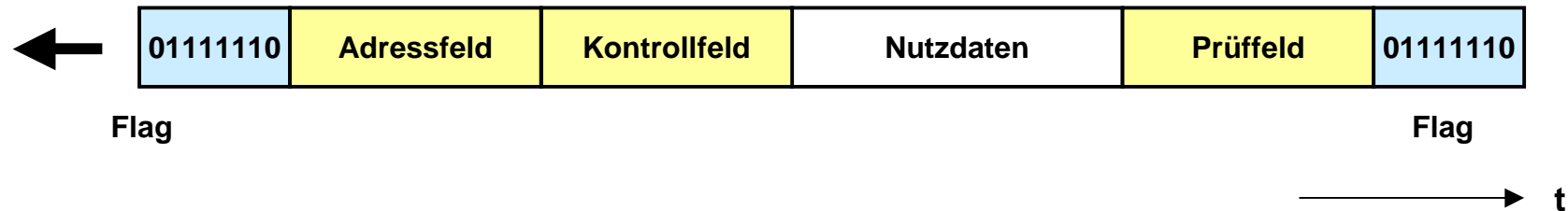


Transparenz durch Bitstopfen (Bit Stuffing)

## Prüfsumme

- Cyclic Redundancy Check
- $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

# Codeparenz: Bitstuffing



Blockbegrenzung (Flag) ist eine ausgezeichnete Bitfolge (01111110)

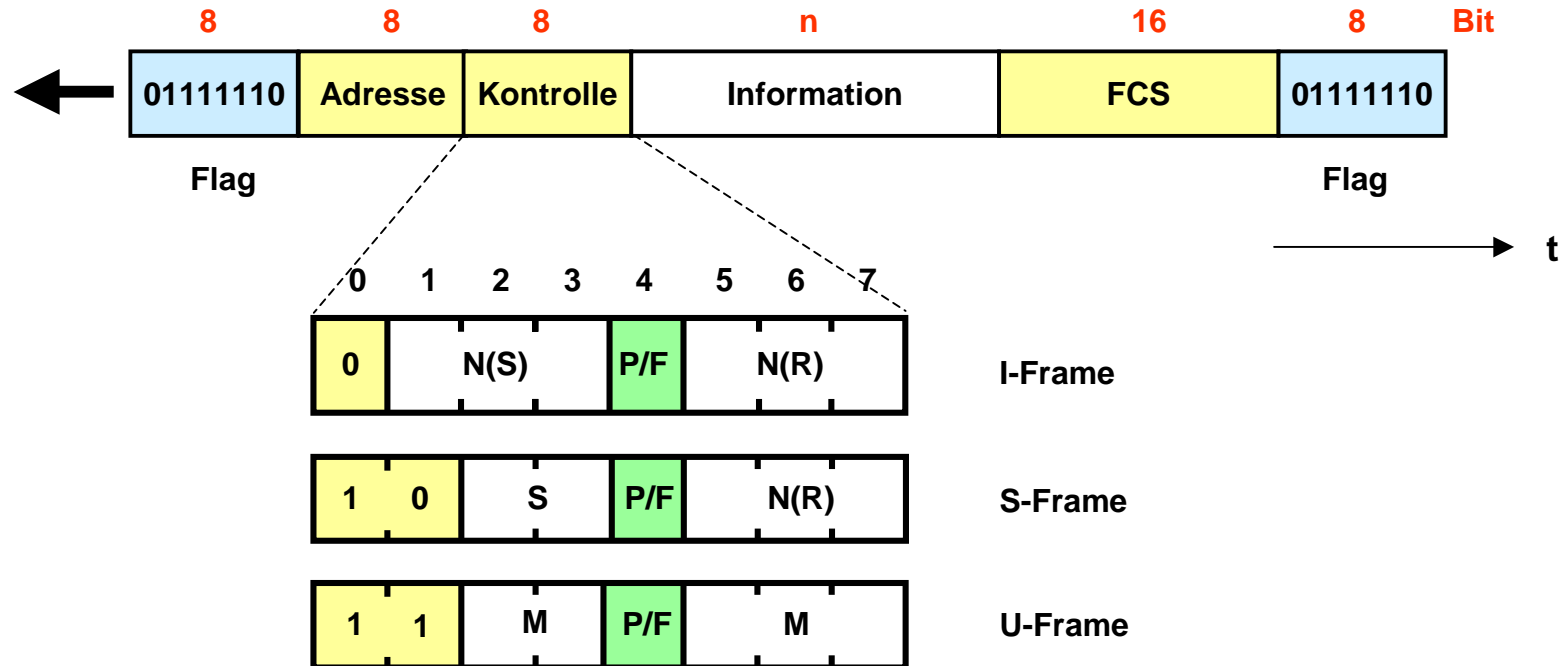
**Problem:** Zufälliges Auftreten von 01111110 im Datenübertragungsblock

**Lösung:** **Bit Stuffing**

- Sender fügt zwischen den Flags nach 5 aufeinanderfolgenden Zeichen „1“ ein Zeichen „0“ ein.
- Empfänger entfernt zwischen den Flags nach 5 aufeinanderfolgenden Zeichen „1“ das darauffolgende Zeichen „0“.



# HDLC: High-level Data Link Control

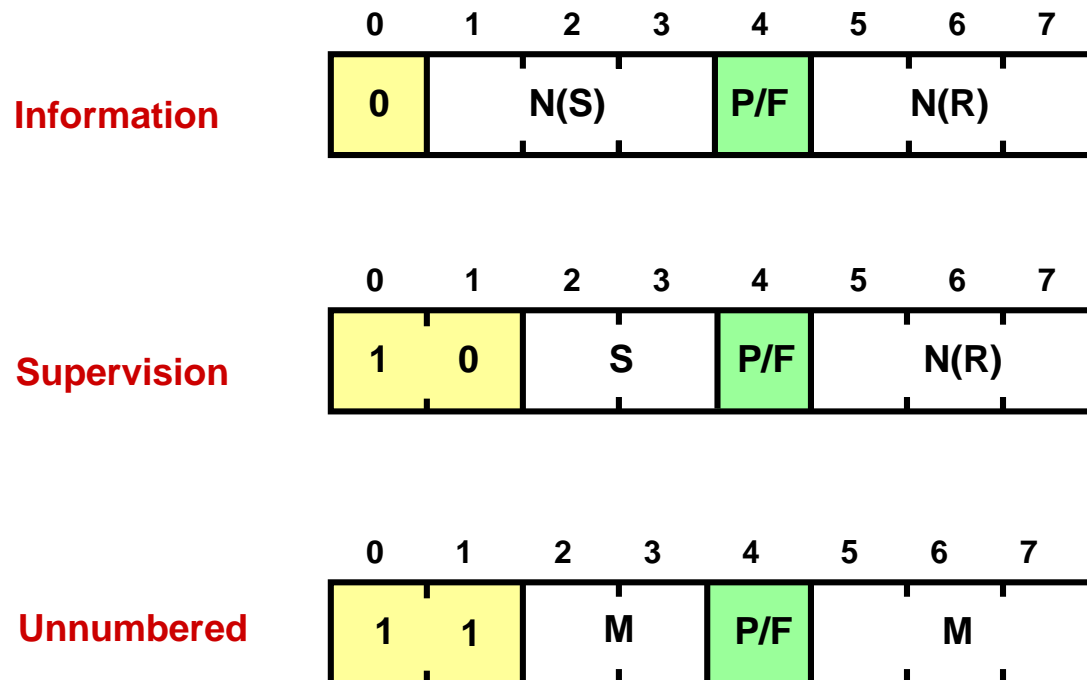


N(S) : Sendefolgennummer (send sequence number)  
 N(R) : Empfangsfolgennummer (receive sequence number)  
 FCS : Frame Check Sequence

Flag : Blockbegrenzung  
 : Rahmenbegrenzung  
 A-Field : Adressfeld  
 C-Field : Kontrollfeld  
 I-Feld : Informationsfeld  
 FCS-Feld : Blockprüfungsfeld  
 : Rahmenprüfungsfeld

# HDLC-Frame: Control Field

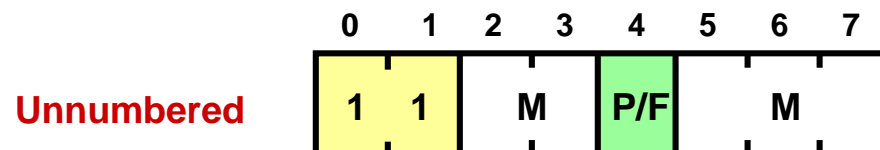
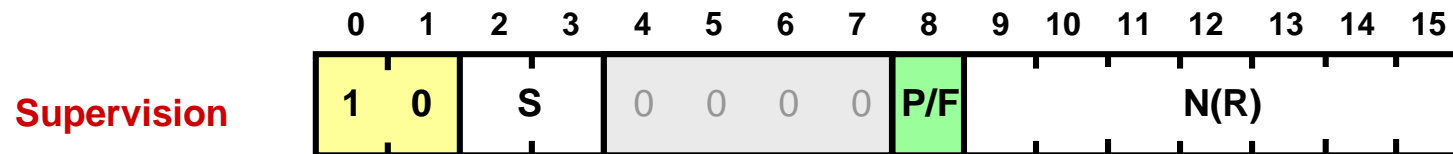
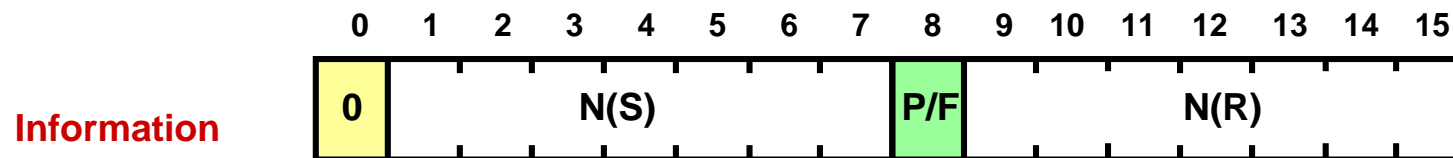
## Kontrollfeld



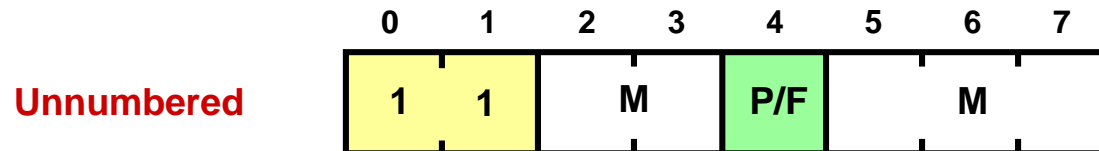
N(S) : Send sequence number  
N(R) : Receive sequence number  
P/F : Poll / final bit

# HDLC: Extended Control Field

## Control



# Unnumbered HDLC-Frames



## Unnumbered Commands

**M :**

Set Asynchronous Response Mode (SARM)  
Set Asynchronous Responses Mode Extended (SARME)  
Set Normal Response Mode (SNRM)  
Set Normal Response Mode Extended (SNRME)  
Set Asynchronous Balanced Mode (SABM)  
Set Asynchronous Balance Mode Extended (SABME)  
Reset (RSET)  
Frame Reject (FRMR)  
Disconnect (DISC)

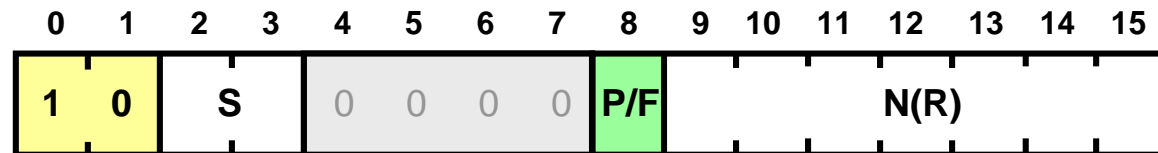
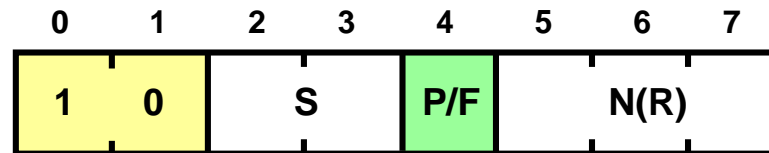
## Unnumbered Responses

**M :**

Unnumbered Acknowledge (UA)  
Command Reject (CDMR)  
Frame Reject (FRMR)  
Disconnect Mode (DM)

# Supervisory HDLC-Frames

Supervision



**S :** Receiver ready - RR  
Receiver not ready - RNR  
Reject - REJ  
Selective reject - SREJ

# Markierungsbit P/F

Unterschiedliche Benutzung in Befehlen und Meldungen sowie in den einzelnen Betriebsarten

## **PF = 1 in Befehlen (Poll)**

Anforderung einer Meldung bzw. einer Folge von Meldungen

## **PF = 1 in Meldungen (Final)**

Bestätigung des Empfangs eines Befehls mit PF=1 d.h. Meldungen als Antwort auf Befehle mit PF=1

## **NRM**

Folgestation darf nach Senden einer Meldung mit PF = 1 als Antwort auf Befehl mit PF = 1 keine weiteren Blöcke ohne Erlaubnis durch die Leitstation senden

## **ARM und ABM**

Auf einen Befehl mit PF=1 muss vorrangig durch eine oder mehrere Meldungen mit PF = 1 geantwortet werden; jedoch sind weitere Meldungen mit PF = 0 möglich

NRM - Normal Response Mode

ARM - Asynchronous Response Mode

ABM - Asynchronous Balanced Mode

# Symmetrische HDLC Prozeduren

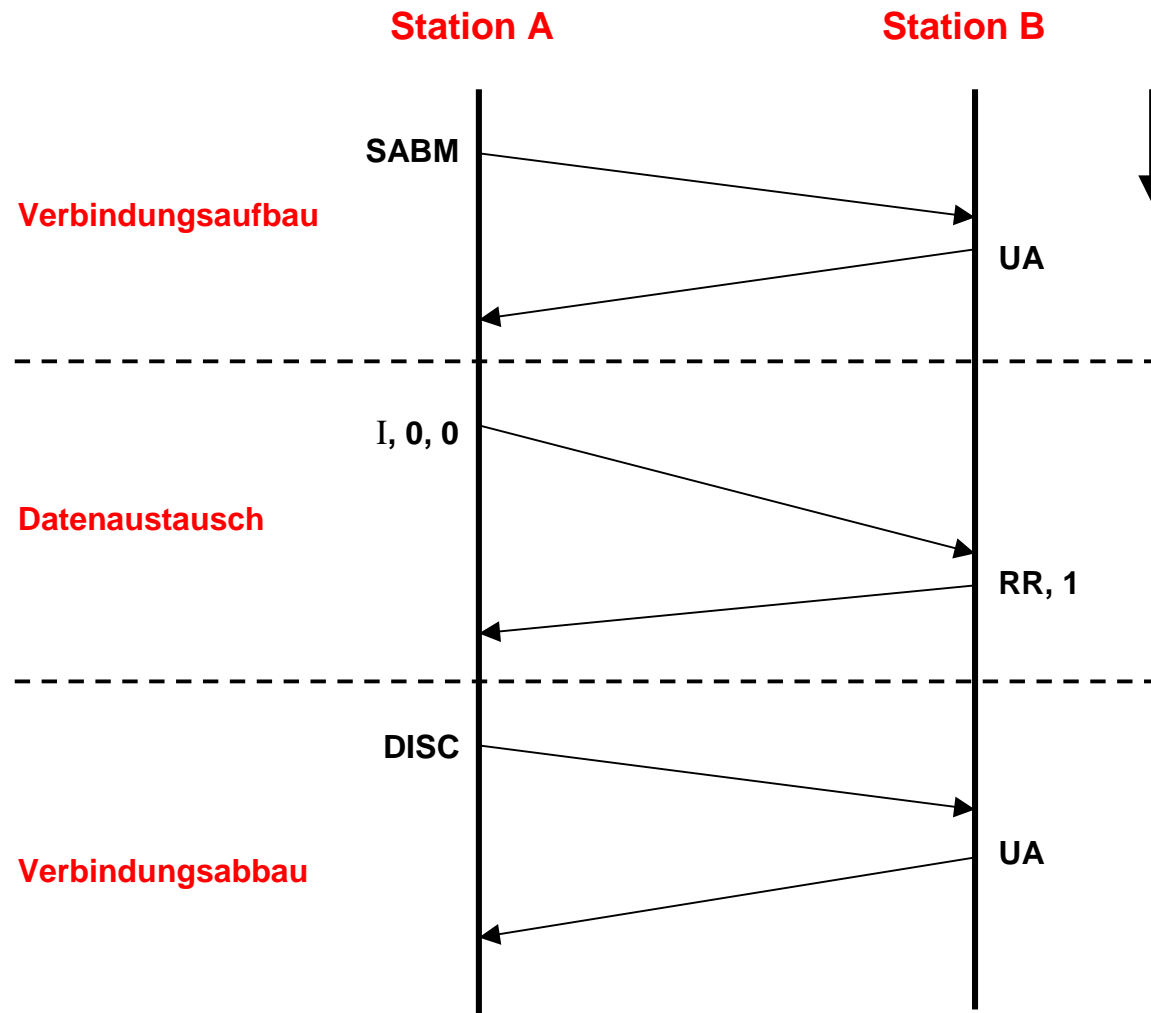


## HDLC-Prozedurklassen II

### Symmetrische Konfiguration (Balanced)

- totale Symmetrie zwischen den Stationen (kombinierte Stationen)
- nur Punkt-zu-Punkt-Verbindungen
- nur asynchroner Modus

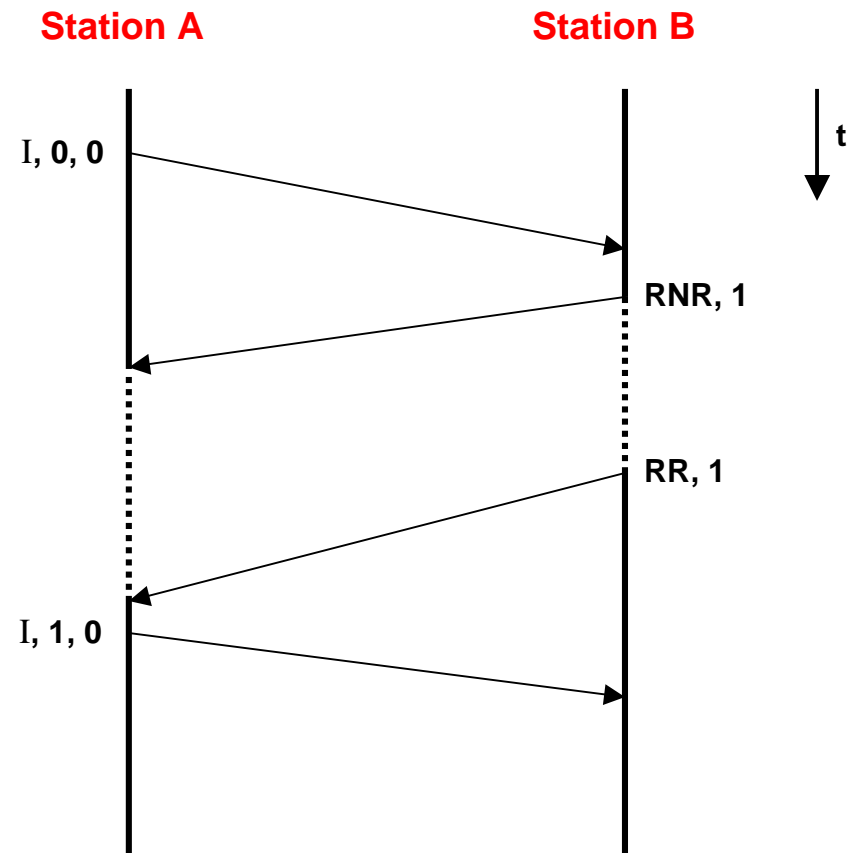
# Datenaustausch in der Betriebsart ABM



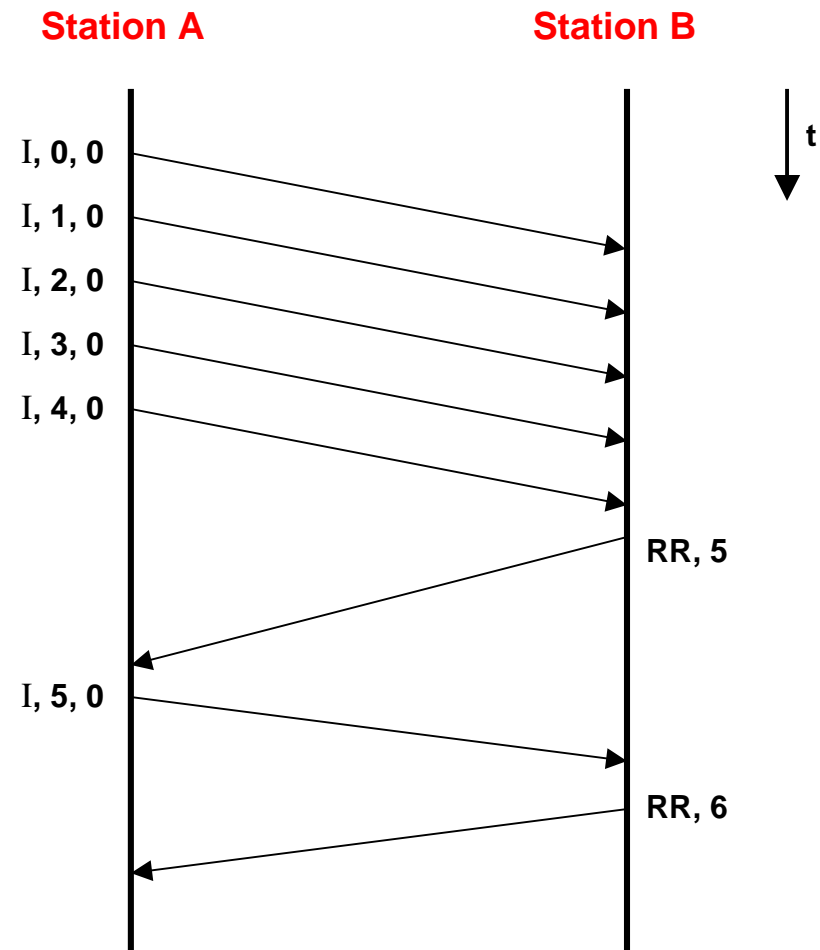
ABM : Asynchronous Balanced Mode



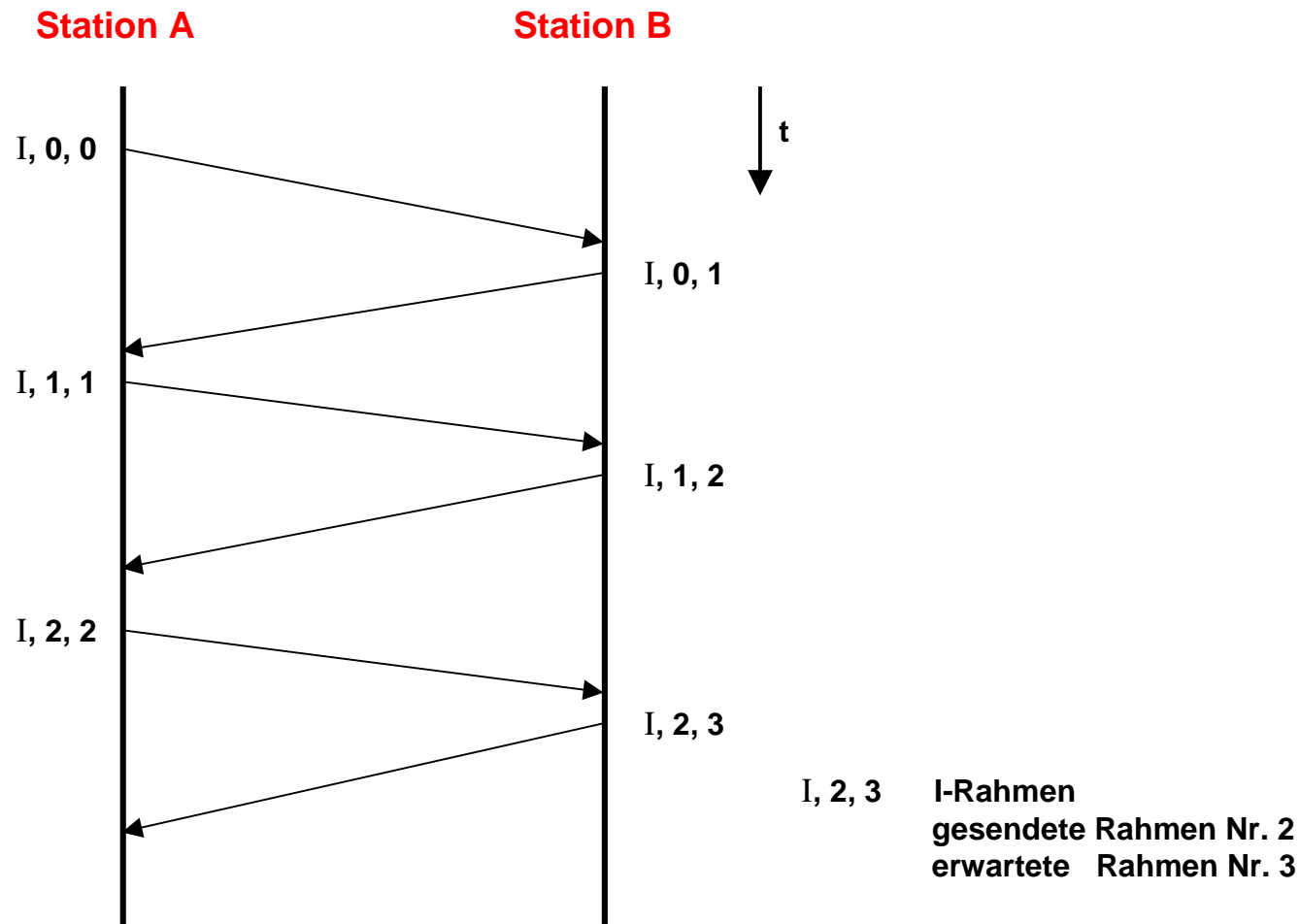
# Datenaustausch und Flusskontrolle



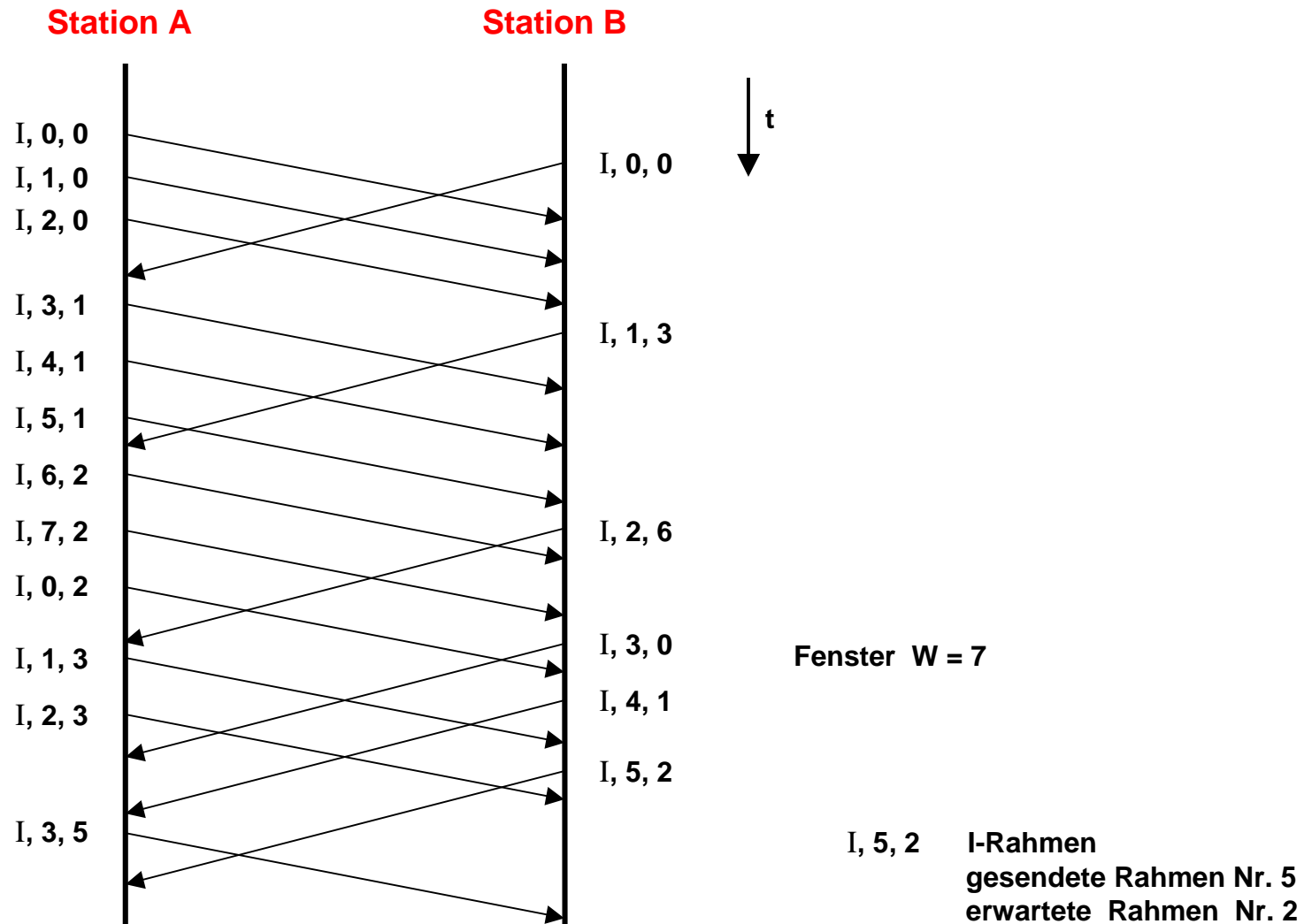
# Datenaustausch mit Vielfach-Quittierung



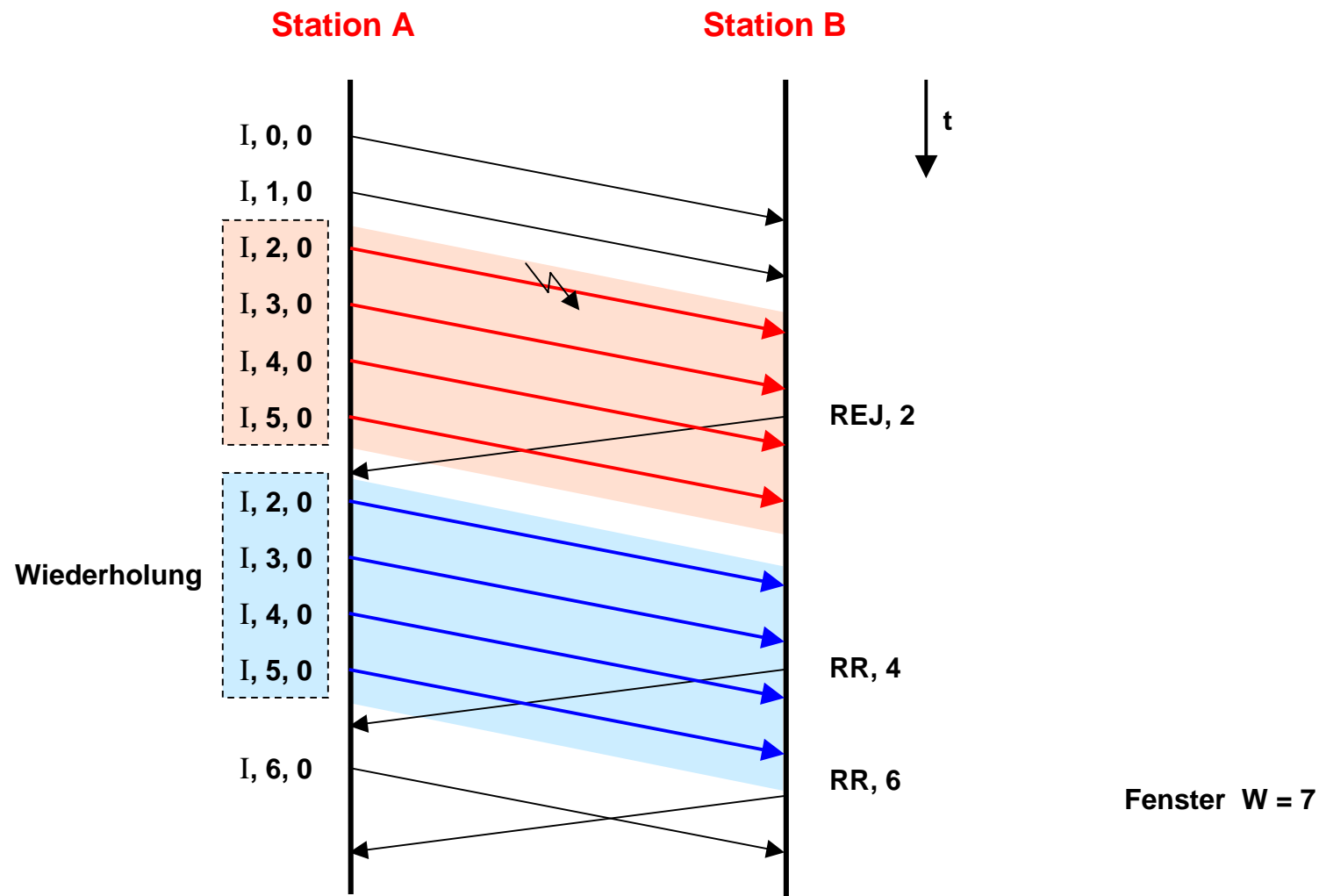
# Datenaustausch mit Fenster $W=1$



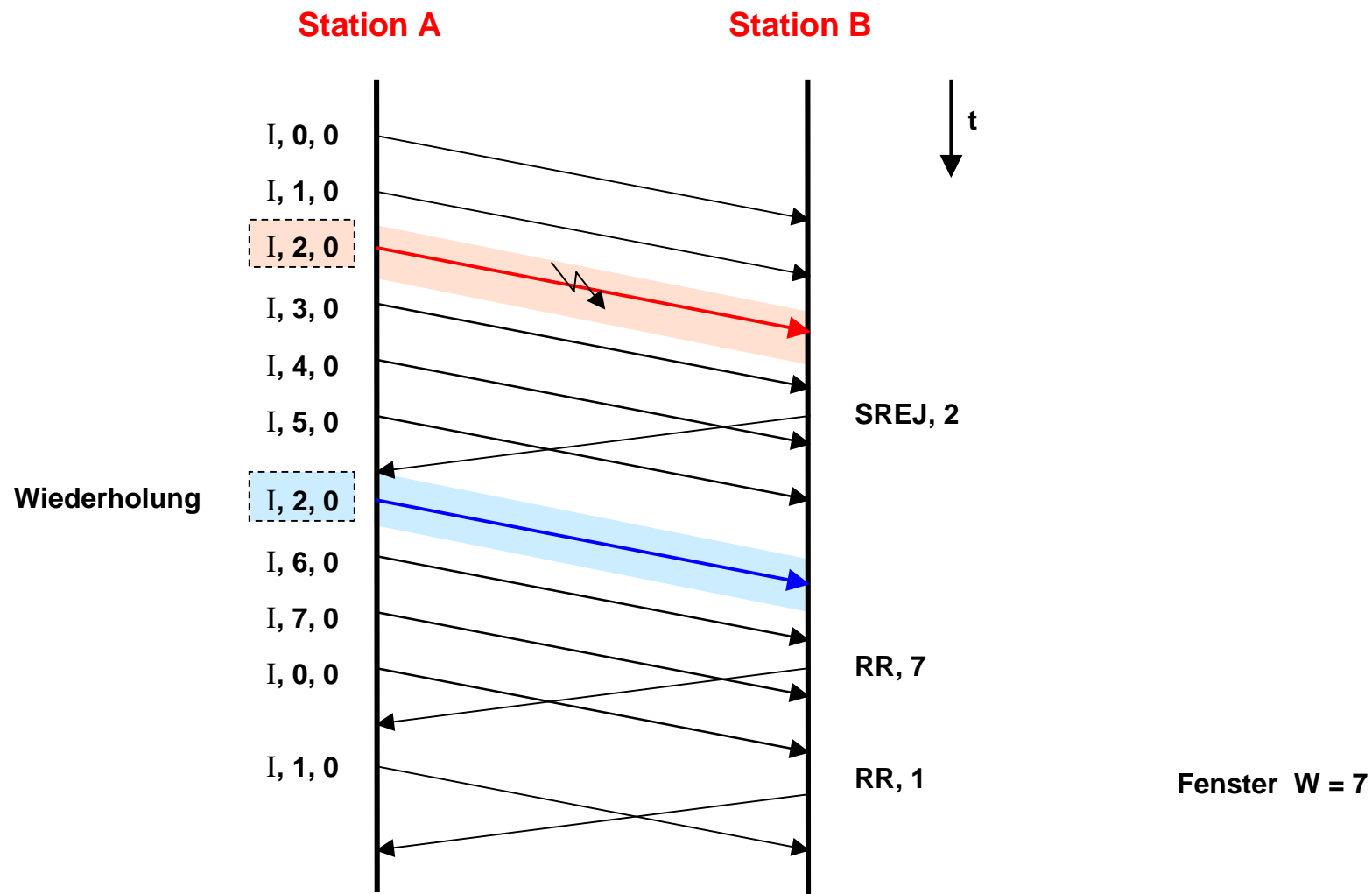
# Datenaustausch mit Fenster $W > 1$



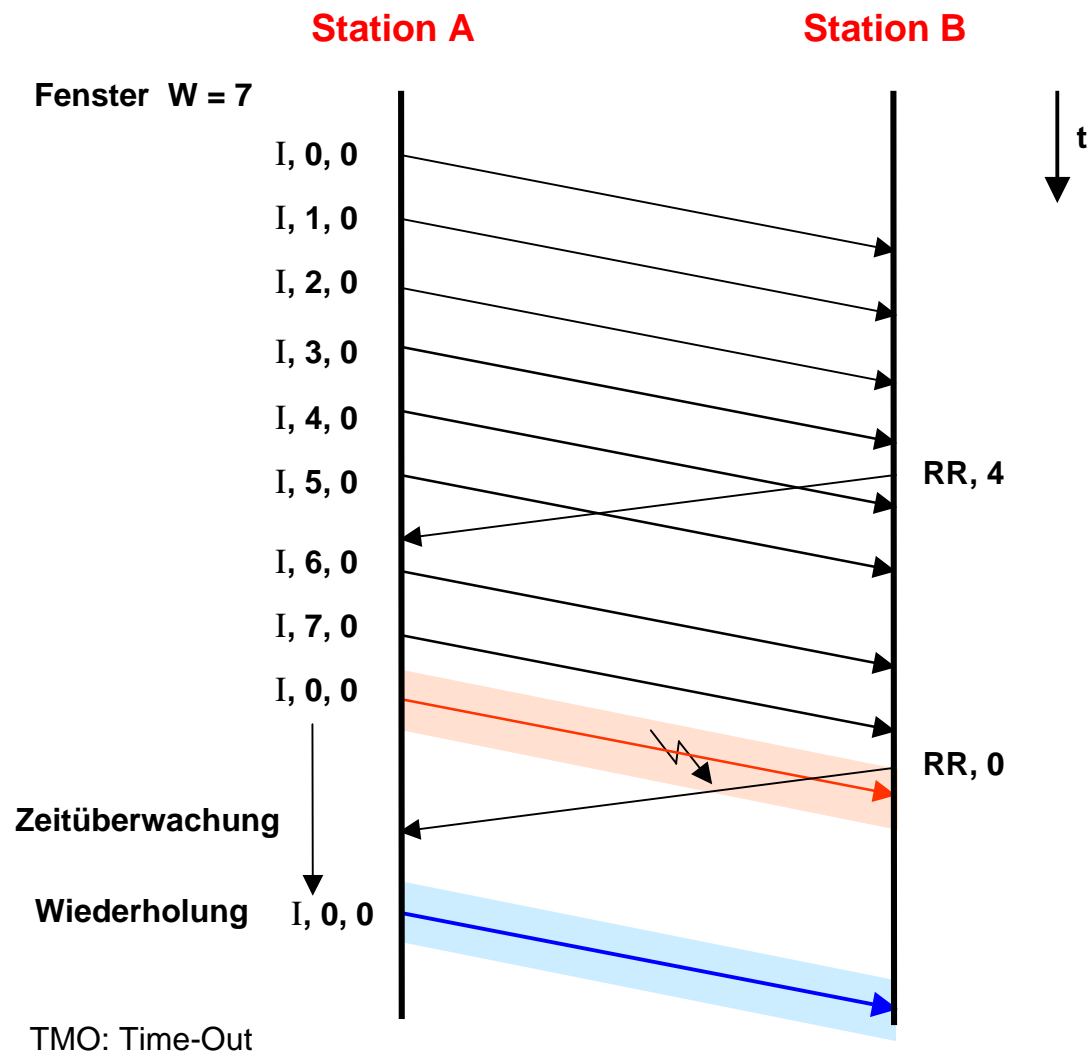
# Datenaustausch mit Fehlerkorrektur: REJ



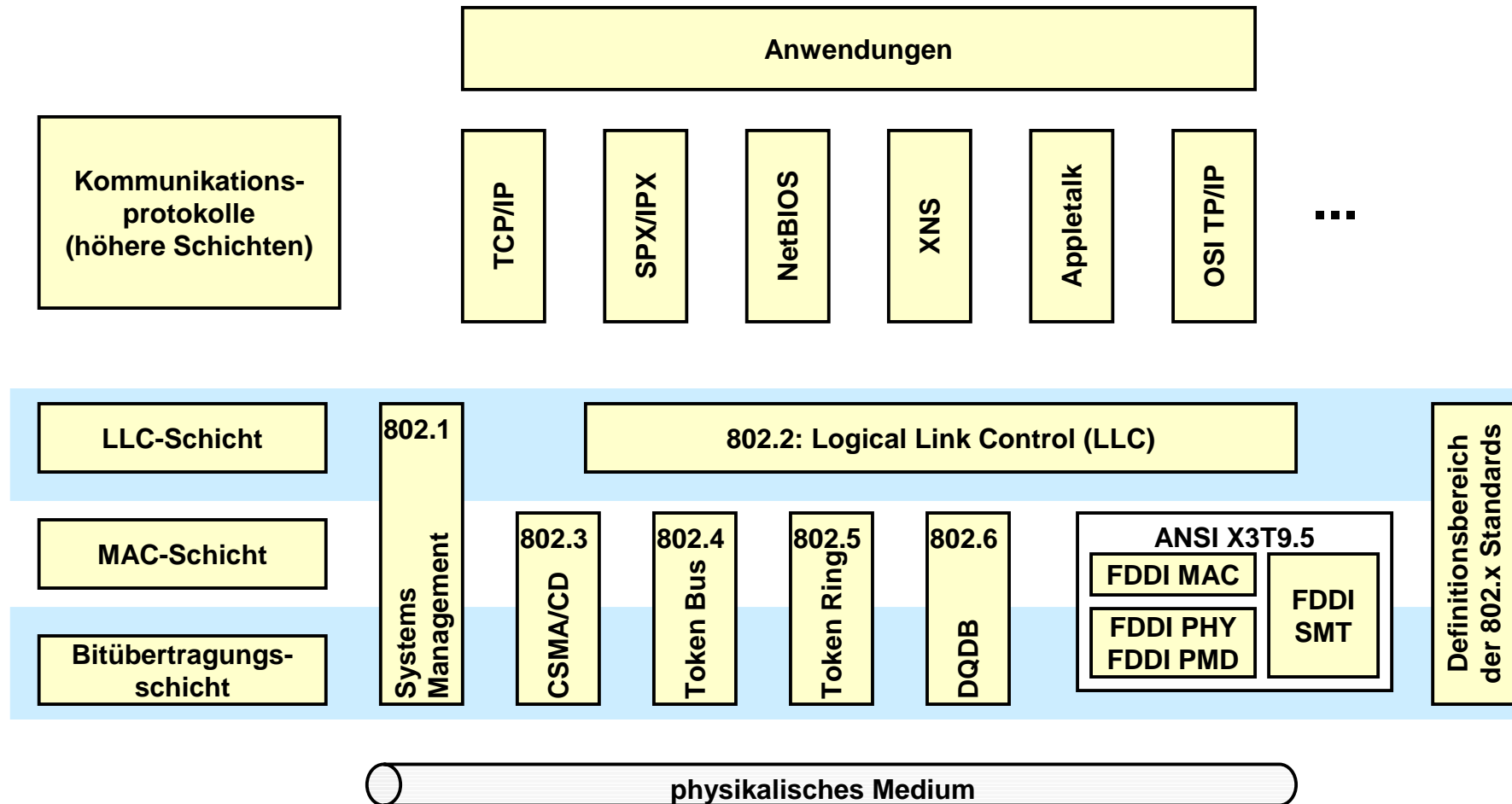
# Datenaustausch mit Fehlerkorrektur: SREJ



# Datenaustausch mit Fehlerkorrektur: TMO

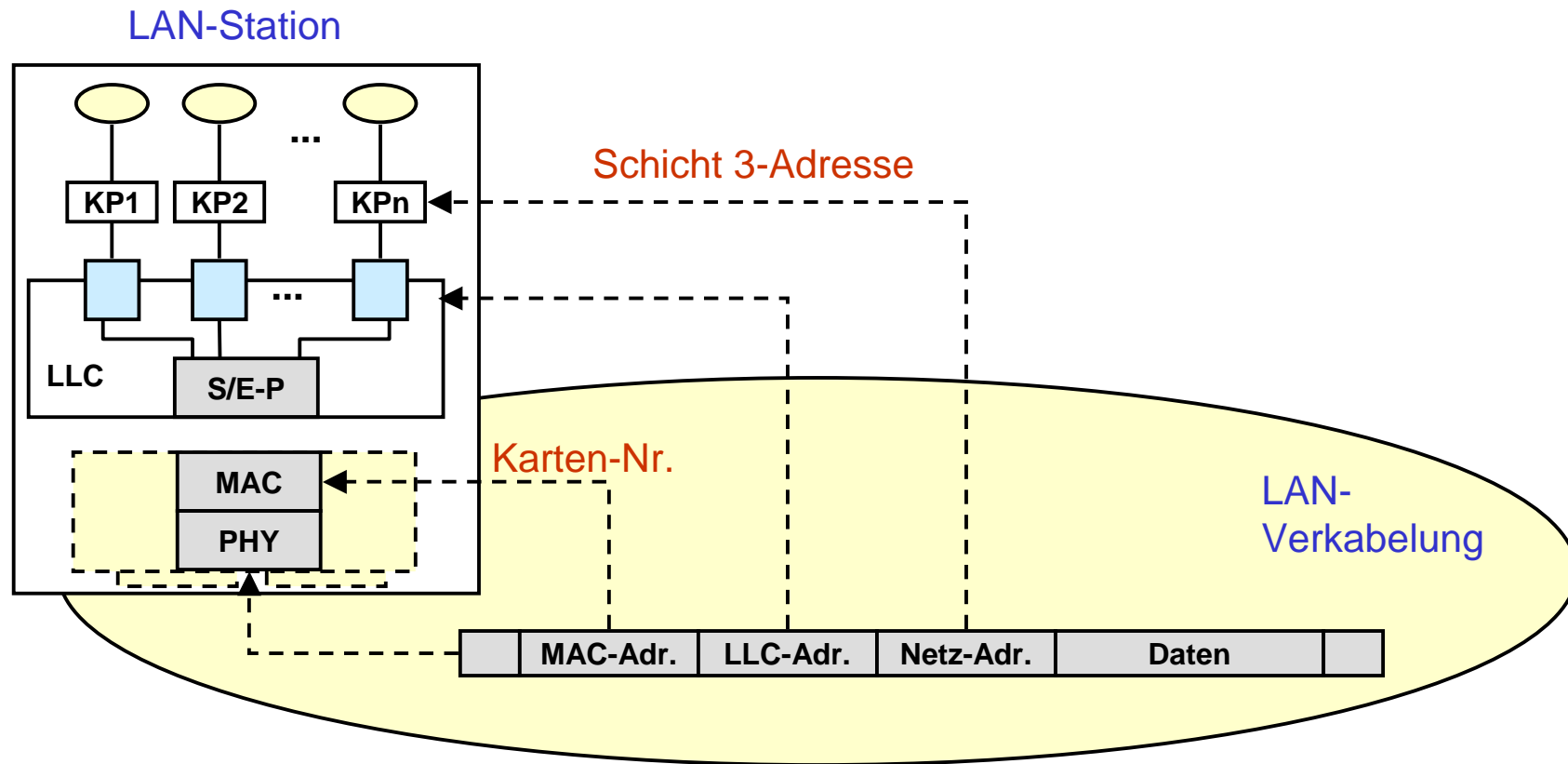


# LAN Protokollstruktur



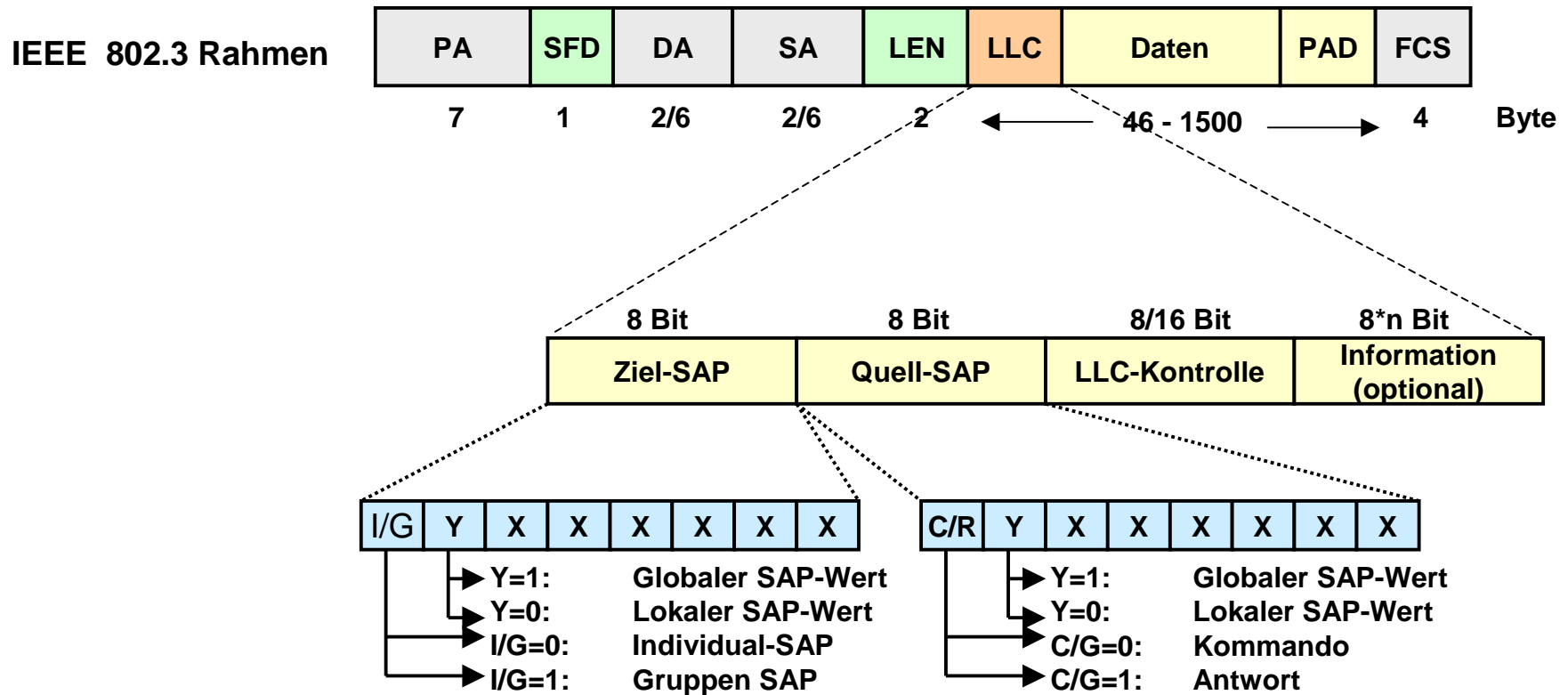


# LAN-Adressierung



**KP: Kommunikationsprotokoll**

# LLC-Frame: Adressierungsfelder

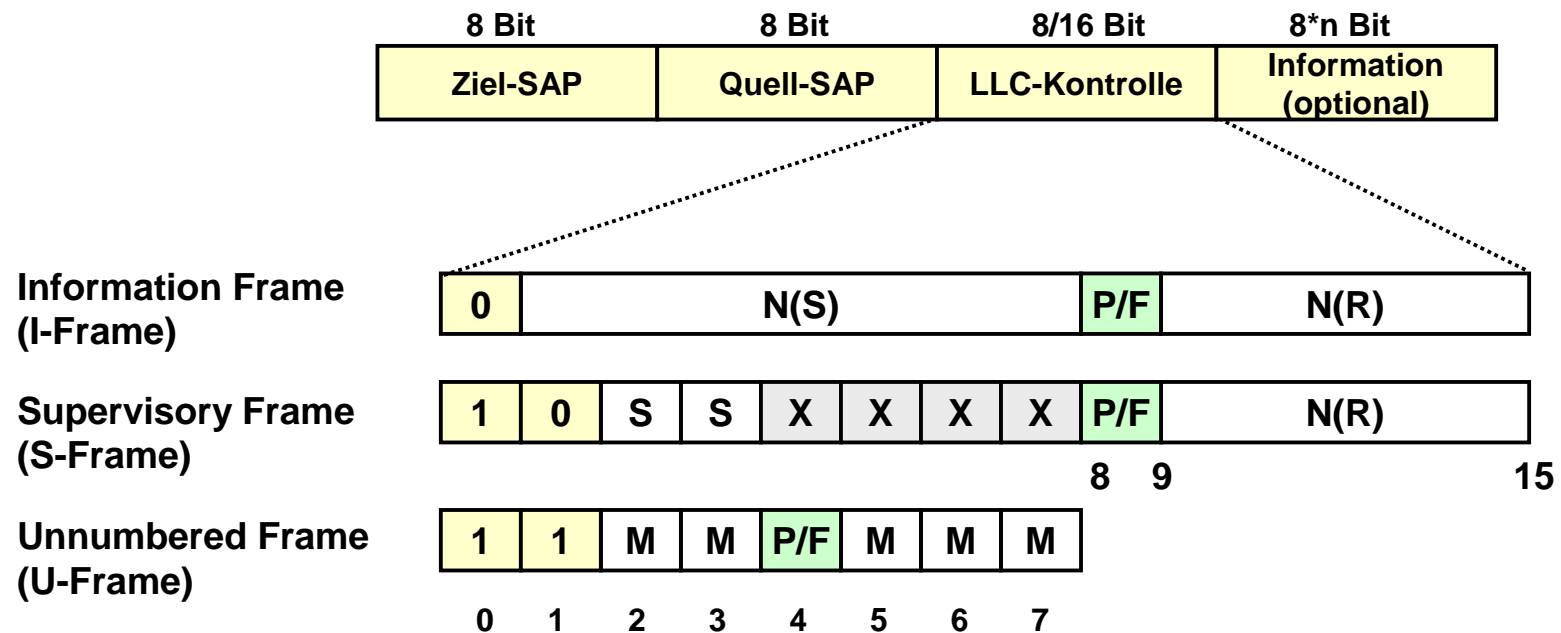


- PA : Preamble
- SDF : Start Delimiter of Frame
- DA : Destination Address
- SA : Source Address

- L : Length
- PAD : Padding Data
- FCS : Frame Check Sequence

SAP: Service Access Point  
 C/R: Command/Response  
 XXXXXX: SAP-Angabe

# LLC-Frame: Kontrollfeld



LLC: Logical Link Control

N (S): Sendefolgennummer

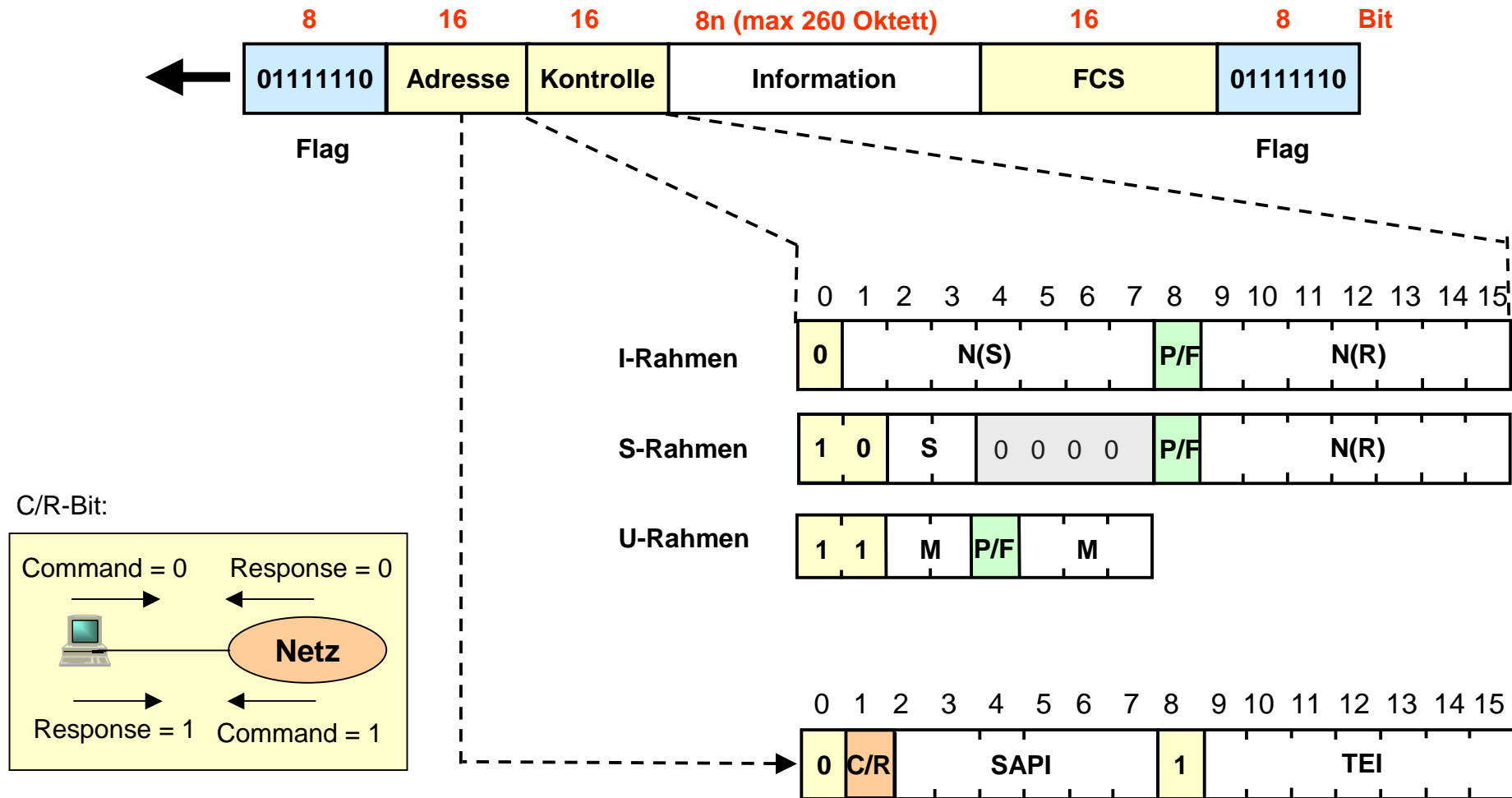
N (R): Empfangsfolgennummer

P/F: Poll/Final

S: Supervisory Function Bits

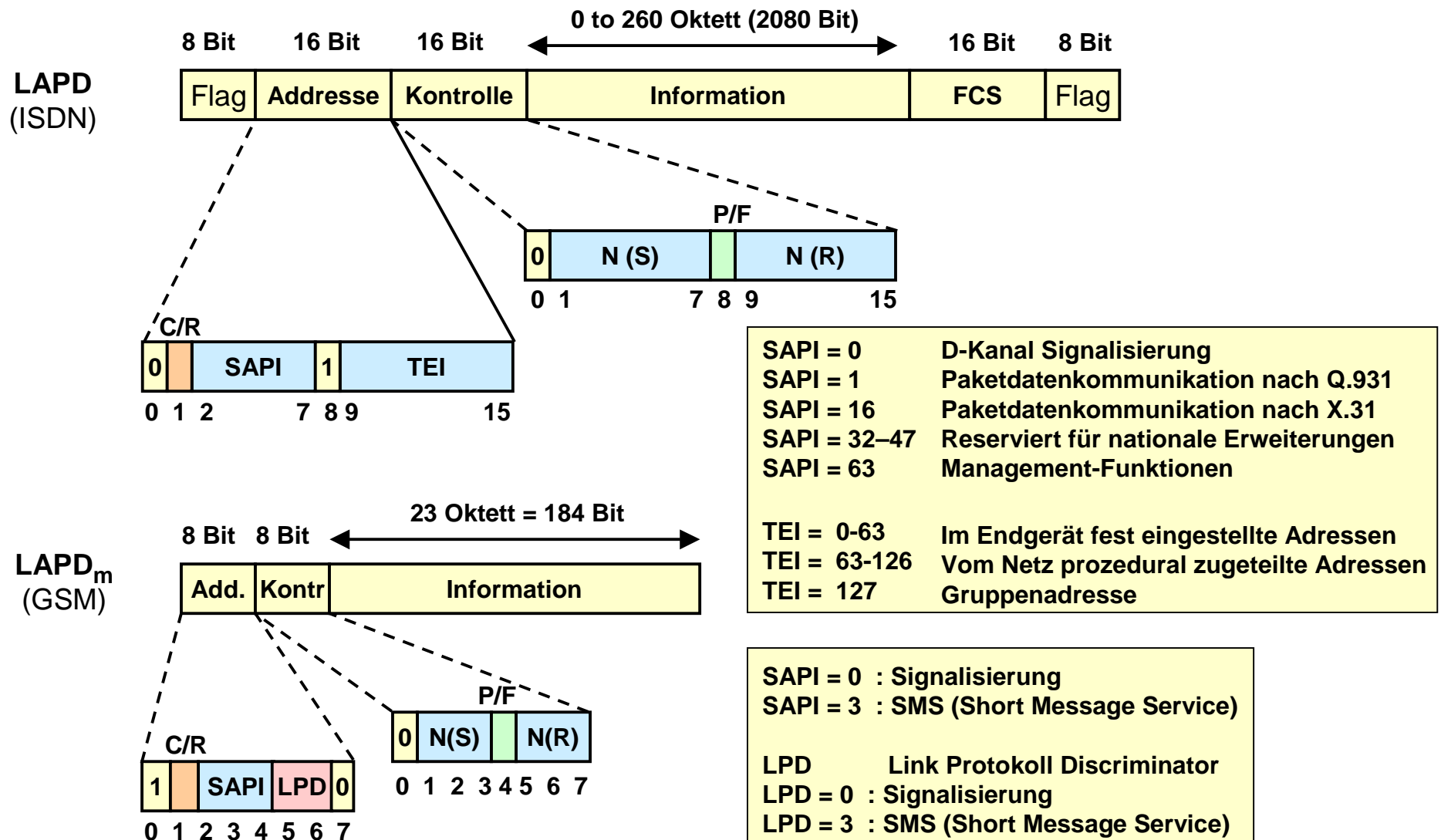
M: Modifier Function Bits

# ISDN D-Kanal: LAPD-Rahmen

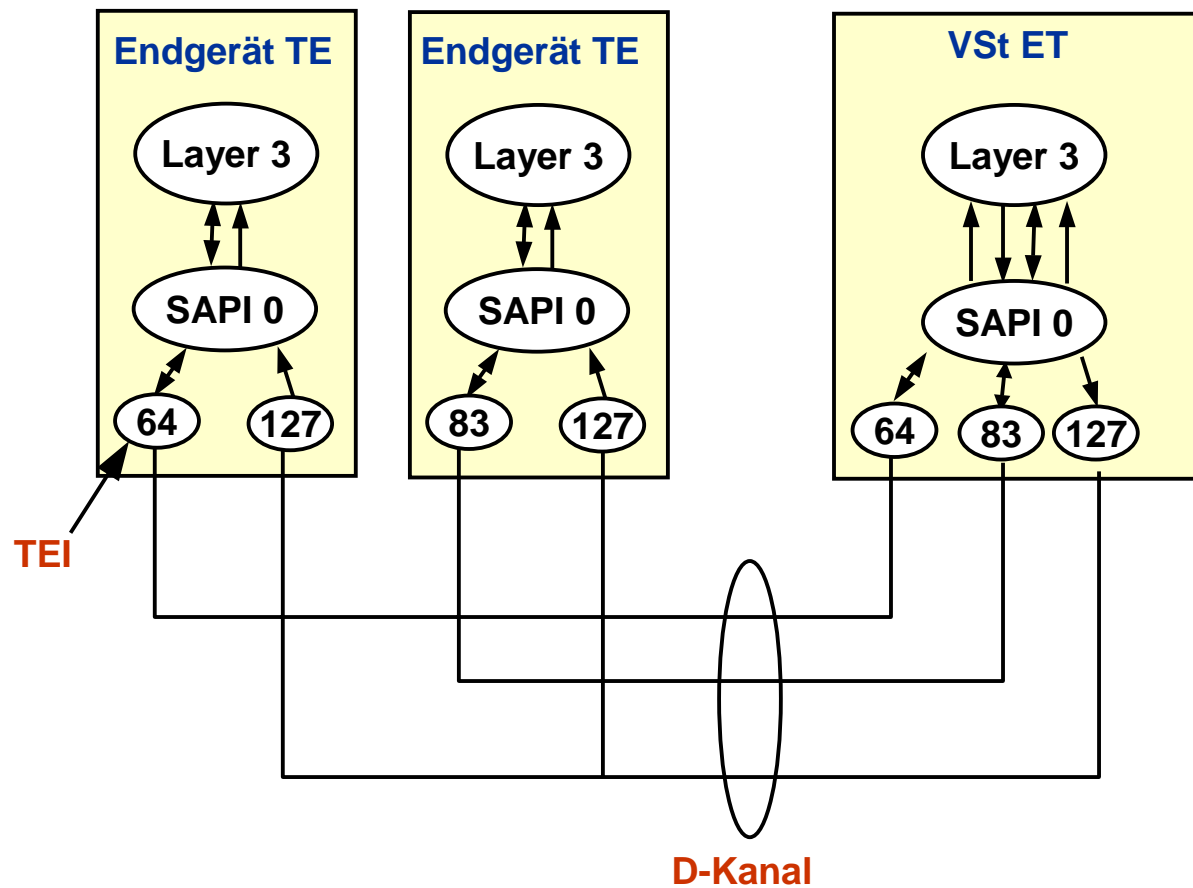


SAPI: Service Access Point Identifier  
TEI : Terminal Equipment Identifier

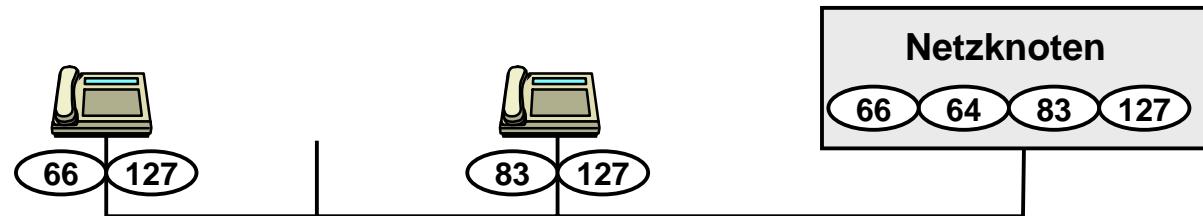
# LAPD und LAPD<sub>m</sub> Rahmenstruktur



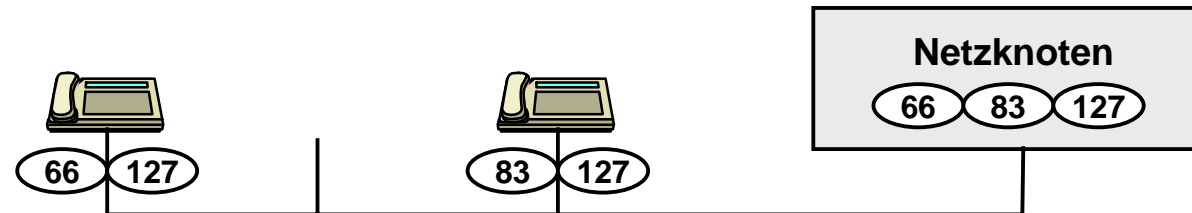
# Adressierung von ISDN-Basisanschlüssen



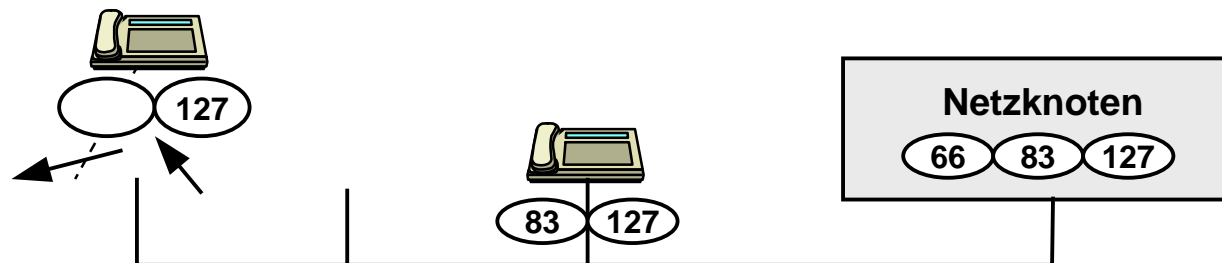
# Vergabe von Endgeräte-Identitäten (TEI)



Die Vermittlungsstelle hat dem Endgerät einen neuen TEI zugeteilt



Nach Abfrage durch die Vermittlungsstelle



Ein Endgerät wird gezogen und neu eingesteckt