

ISDN D-Kanalprotokoll

KURZFASSUNG

43 Seiten

INHALT

1	Übersicht.....	3
2	Allgemeines	4
2.1	OSI-Referenzmodell der ISO	4
2.2	Anwendung des Referenzmodells auf das ISDN	5
2.3	Vereinfachter D-Kanal-Protokollablauf.....	8
3	Schicht 1	9
3.1	Rahmenstrukturen der Schicht - 1	9
3.1.1	Rahmenstruktur des Basisanschlusses am S ₀ - Referenzpunkt	9
3.1.2	Rahmenstruktur des Basisanschlusses am U- Referenzpunkt	12
3.1.3	Rahmenstruktur des Primäranschlusses	13
3.2	Schicht 1-Protokoll	14
3.2.1	Aktivierung/Deaktivierung der Schicht 1 an der S ₀ -Schnittstelle	15
3.2.2	Aktivierung/Deaktivierung der Schicht 1 an der U-Schnittstelle	16
4	Schicht 2	19
4.1	Schicht 2-Rahmenstruktur	20
4.1.1	Blockbegrenzung	21
4.1.2	Adressfeld.....	21
4.1.3	Steuerfeld	22
4.1.4	Frame Check Sequence	23
4.2	Schicht-2-Protokoll.....	23
5	Schicht 3	27
5.1	Nachrichtenformat.....	28
5.2	Vereinfachter Protokollablauf für eine leitungsvermittelte Verbindung	30
6	Beispiele von D-Kanal-Protokollabläufen	31
6.1.	Rahmenanfang am S ₀ -Bus	31
6.2	Protokollablauf A-Teilnehmer A Teilnehmer legt auf ohne zu wählen.....	32
6.3	Protokollablauf A-Teilnehmer A Teilnehmer beendet die Verbindung.....	34
6.4	Protokollablauf A-Teilnehmer A Teilnehmer beendet die Verbindung.....	38
7	Kontrollfragen	40
8	Bilder und Tabellen.....	41
9	Abkürzungen	42
10	Literatur	43

1 Übersicht

Die im diensteintegrierenden digitalen Nachrichtennetz (ISDN) angebotene Vielfalt von Basisdiensten und Zusatzdiensten, erfordert eine leistungsfähigere Zeichengabe als sie in herkömmlichen Kommunikationssystemen bisher erforderlich war. Von ITU-T wurden folgende Zeichengabeverfahren festgelegt:

- für die Zeichengabe zwischen Vermittlungsstellen das Zeichengabeverfahren Nr. 7 (ZGV7), sowie
- für die Zeichengabe zwischen Vermittlungsstellen und Endeinrichtungen bzw. TK-Anlagen das Digitale Zeichengabeverfahren Nr.1 für ISDN-Teilnehmer-Anschlussleitungen (DSS1, auch als D-Kanal-Protokoll bezeichnet)

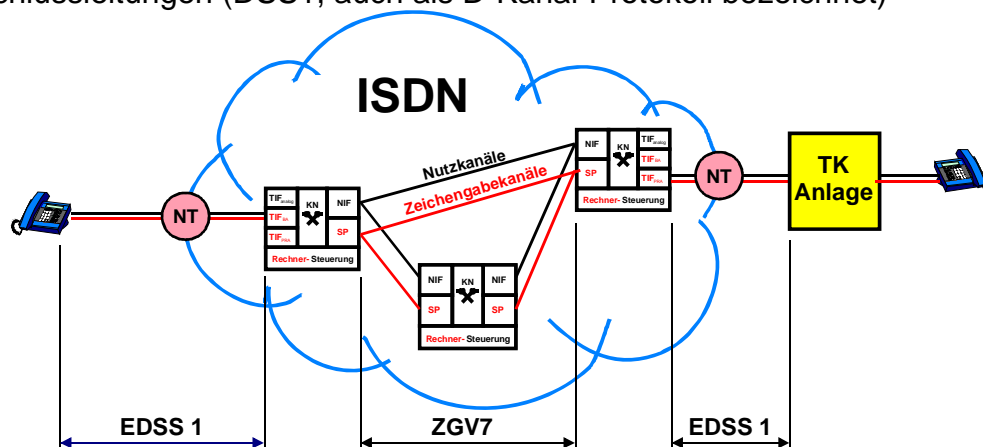


Bild 1 Zeichengabe im ISDN

Für bestimmte Zusatzdienste ermöglichen diese beiden Systeme auch die End-to-End-Zeichengabe zwischen den Endeinrichtungen der beteiligten Teilnehmer.

Um im ISDN die gleichzeitige Übertragung von Sprache und Zeichengabe zu gewährleisten, sind getrennte Kanäle vorhanden: Die sog. B-Kanäle (Basis-Kanäle) im ISDN übertragen Sprache, Text, Daten und Bilder; für die Zeichengabe wurde der eigenständige D-Kanal geschaffen.

Dieser ist sehr leistungsfähig und ständig verfügbar, im Rahmen seiner Übertragungskapazität kann er neben der Zeichengabe auch Daten niedriger Transferraten übertragen (Paketdaten, Telemetriedaten und Benutzer-Benutzer-Informationen), wobei der Übertragung von Zeichengabe Priorität eingeräumt wird. Der D-Kanal überträgt unabhängig vom Belegzustand der B-Kanäle Zeichengabe und Daten.

Das DSS1 zeichnet sich durch folgende wesentliche Merkmale aus:

- international genormt,
- sehr hohe Übertragungssicherheit und Flexibilität,
- geeignet für alle Kommunikationsdienste (Fernsprechen, Telefax, Teletex, Datenübertragung usw.),
- kurze Reaktionszeiten,
- zukunftssicher für neue Anforderungen.

Schlüsselwörter

OSI Referenzmodell, ISDN Protokollarchitektur, Rahmenstruktur, Pulsrahmenkennung, D-Kanalzugriff, Service Access Point Identifier, Terminal Endpoint Identifier, Protokolldiskriminator, Call Reference, Message Type.

2 Allgemeines

2.1 OSI-Referenzmodell der ISO

Das OSI-Referenzmodell (OSI: Open Systems Interconnection) ist ein Rahmenwerk zur Koordination der Entwicklung von Standards für die Kommunikation in offenen, heterogenen, also nicht herstellerspezifischen Netzen. Das Referenzmodell ist keine Spezifikation im herkömmlichen Sinn. Es enthält keine Festlegungen hinsichtlich einer Technologie, weder für Systeme noch für die zur Verbindung von Systemen benutzten Übertragungsstrecken, sondern richtet sich ausschließlich auf die gegenseitige Anwendung genormter Verfahren für den Austausch von Daten.

Das OSI-Referenzmodell wird durch die ISO-Norm 7498 sowie durch die ITU-T-Empfehlung X.200 beschrieben.

Grundprinzip der Kommunikationsarchitektur

Zu den Aufgaben eines Normenausschusses gehört es, die Summe der praktischen Erfahrungen und die Ergebnisse der Forschung aufzugreifen und sie in einem einheitlichen Standard festzulegen. Im Falle des OSI-Referenzmodells war das Standardisierungskomitee mit einem etwas anderen Problem konfrontiert. Es musste ein Satz von Standards für neu auftauchende Produkte entwickelt werden, bevor kommerzielle Erfahrungen vorlagen und viele fundamentale Probleme noch ungelöst waren. Durch die Anwendung einer geschichteten Kommunikationsarchitektur, konnte diese Aufgabe in besser überschaubare Teile zerlegt werden.

(1) Das Referenzmodell unterscheidet 3 Einheiten:

- Endbenutzer (Mensch oder System) in Form von Anwendungsinstanzen. Der Begriff Instanz steht für logische Einheiten, zwischen denen die Kommunikation letztlich stattfindet.
- Offene Kommunikationssysteme, die entweder als Endsysteme Anwendungsinstanzen enthalten oder als Transitsysteme die Verbindungen zwischen Endsystemen herstellen, falls diese nicht direkt miteinander verbunden sind.
- Übertragungsmedien zur Verbindung von Systemen.

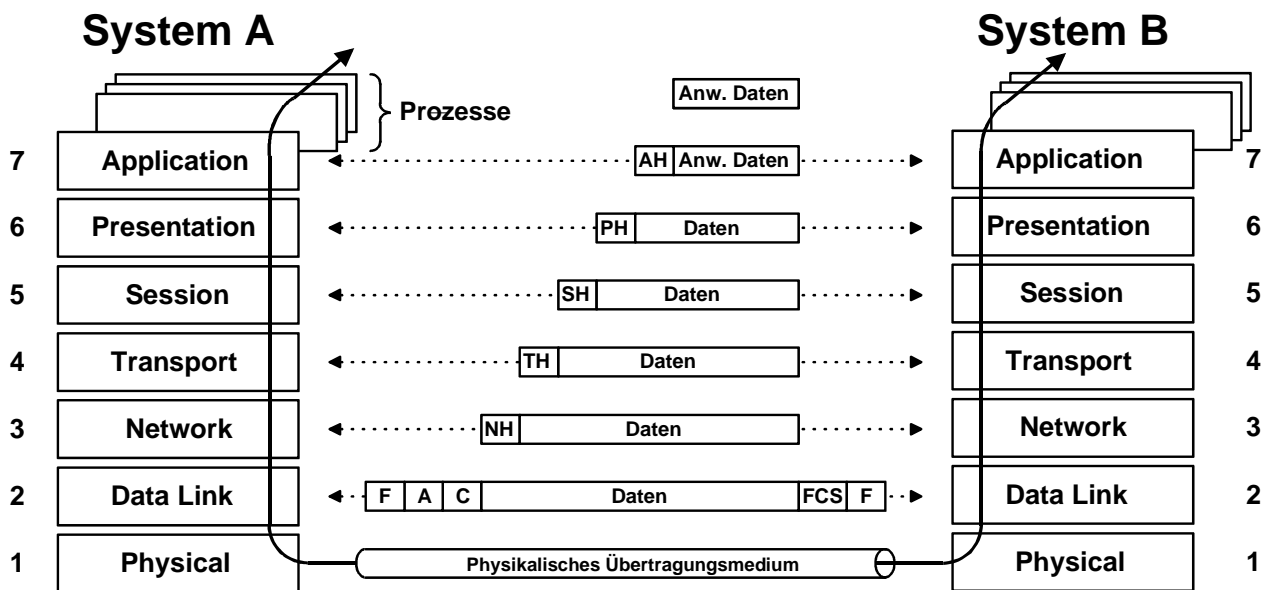


Bild 2 Das OSI-Referenzmodell

2.2 Anwendung des Referenzmodells auf das ISDN

- (2) Das ISDN arbeitet verbindungsorientiert und besitzt daher folgende Schichtenzuordnung:
- Nutzdatentransfer erfolgt ausschließlich in der ersten (physikalischen) Schicht des OSI- Referenzmodells
 - Verbindungssteuerung erfolgt in den Schichten 1 -3.
 - zwischen Endgerät und Vermittlungsstelle wird dafür das D-Kanalprotokoll mit 16kbit/s zur Steuerung von 2 bzw. 30 Nutzkanälen verwendet welches im Zeitmultiplex mit den beiden Sprachkanälen über die Teilnehmer-Anschlussleitung übertragen wird
 - zwischen den Vermittlungsstellen wird das ZGV 7 eingesetzt, welches mit 64 kbit/s arbeitet und über ein vom Sprechwegenetz unabhängiges Zeichengabernetz übertragen wird. Je Signalisierungsweg können mehrere 100 Nutzkanäle bedient werden.
 - Alle höheren Schichten müssen im Endgerät aktiviert sein.

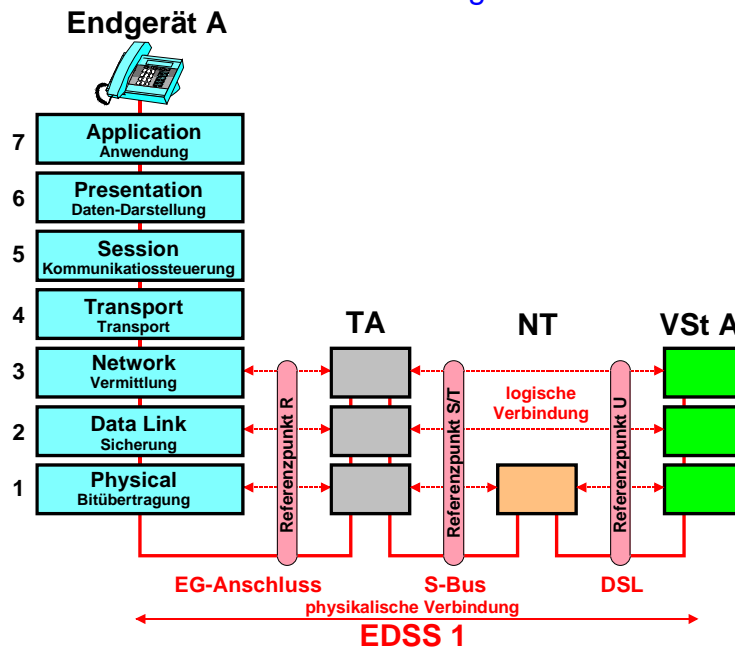


Bild 3 ISDN Protokollarchitektur

Aufgaben der Schichten 1 - 3

Für jede der drei OSI-Ebenen wird ein eigenes Schichtenprotokoll eingesetzt.

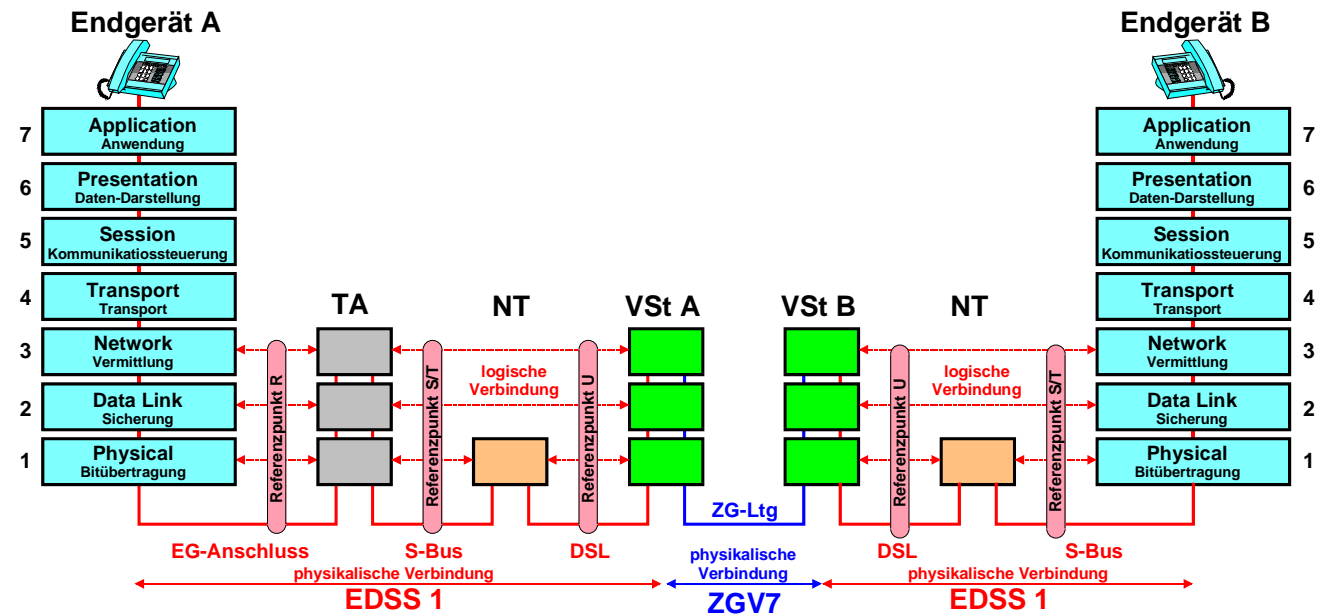
- Das Protokoll der Schicht 1 ist für 2 Übertragungsabschnitte (EG – NT und NT – VSt) gültig. Aus Gründen der Energieeinsparung muss die Schicht eins vor jeder Signalisierungsaktivität neu aufgebaut (von „power down“ auf „power up“) und am Ende der Verbindung wieder abgebaut werden. Neben dieser Grundaufgabe ist das Protokoll der Schicht 1 für die Synchronisierung der Übertragungsrahmen de Leitungskodierung und die Überprüfung bzw. Neueinstellung des Echokompensators zuständig.
- Das Protokoll der Schicht 2 bearbeitet den Auf- und Abbau der logischen Verbindung für den Nachrichtentransport zwischen EG und VSt. Das Protokoll der Schicht 2 ist weiters zuständig für die Verwendung des D-Kanals (SAPI), und die Adressierung der EG- (TEI), weiters für die Struktur der Übertragungsrahmen (I-, S- und U-Format)

Die genauen Abläufe der Schicht/Schicht Kommunikation mittels der Grundelemente (primitives) ist in Form von sog. SDLs (specification and description language) von ITU-T und ETSI festgelegt worden. Für die Entwicklung von Kommunikationssoftware ist die genaue Kenntnis dieser SDL nötig.

ISDN Protokollarchitektur in den B- und D- Kanälen

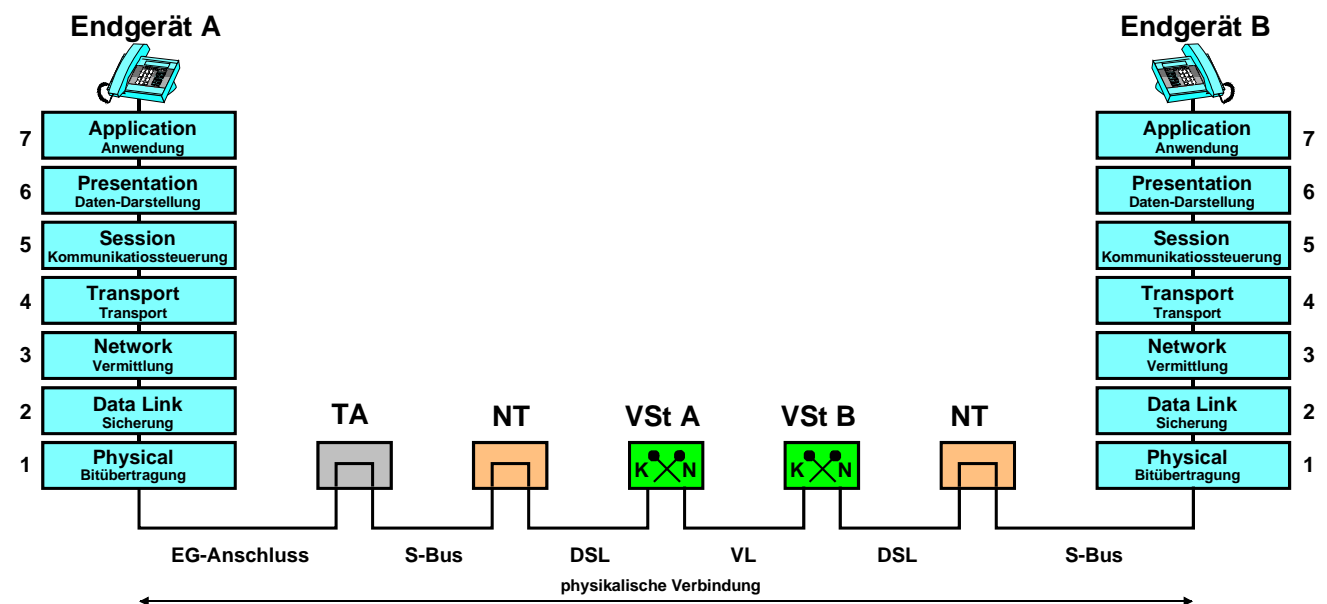
Das DSS1 (Digital Subscriber Signalling System No. 1) – Protokoll dient der Beschreibung der Funktionen des ISDN und richtet sich nach den Empfehlungen der ITU – T. Es definiert die Schichten 1 bis 3 für den D-Kanal und die Schicht 1 für den B-Kanal entsprechend den Spezifikationen des OSI-Referenzmodells.

Das Euro – ISDN - Protokoll EDSS1 wurde von ETSI auf Basis des DSS1 Protokolls spezifiziert.



ITU-T-Empfehlung Schicht 3: Q.930 (BA), Q.931 (PRA), Schicht 2: Q.920 (BA), Q.921 (PRA), Schicht 1: I.430 (BA), I.431 (PRA)

Bild 4 Prinzip einer ISDN-Zeichengabeverbindung



ITU-T-Empfehlung Schicht 1: I.430 (BA) und I.431 (PRA)

Bild 5 Prinzip einer ISDN-Nutzkanalverbindung

(3) Schicht 1

Die Bitübertragungsschicht definiert die mechanischen, elektrischen, funktionellen und prozeduralen Standardfunktionen für den Zugriff auf das physische Medium. Die Bitübertragungsschicht befasst sich nur mit den einzelnen Bits die sie von der physischen Verbindung empfängt und der darüber liegenden Sicherungsschicht weiterleitet, und umgekehrt. Sie verbirgt dabei die physische Natur des Übertragungsmediums vor den darüber liegenden Schichten.

(4) Schicht 2

Die Sicherungsschicht (data link layer) stellt nur eine logische Verbindung zwischen den Teilnehmern dar. Sie dient dazu die Daten, die über die physikalische Verbindung geschickt werden zu sichern. Diese Aufgabe bewältigt sie über das Zusammenfassen der Bits in einzelne Rahmen (Frames). Jeder dieser Frames beinhaltet ein Prüfwort und eine laufende Nummer. Ferner trägt er Informationen in sich, ob der Erhalt des Rahmens bestätigt werden muss oder nicht.

(5) Schicht 3

Die Vermittlungsschicht (network layer) ist die höchste im ISDN definierte Schicht. Über sie werden die eigentlichen Befehle und Meldungen zur Steuerung des Verbindungsablaufes verschickt. Die Schicht 3 arbeitet ebenfalls mit Rahmen die maximal 260 Oktetts lang sein können. Über diese Befehle und Meldungen wird der B – Kanal gesteuert, der nur eine Übertragung auf Schicht 1 unterstützt. Man spricht hierbei von einer "out slot" Signalisierung. Über die Schicht 3 werden alle Informationen bezüglich der Teilnehmer, die in Anspruch genommenen Dienste und ähnlichem mehr übermittelt.

Schicht 4 bis 7

Die Protokolle der Schichten 4 bis 7 sind anwendungsorientierte Protokolle. Das ISDN sendet die Informationen für diese Schichten unbesehen weiter.

2.3 Vereinfachter D-Kanal-Protokollablauf

Endgerät A

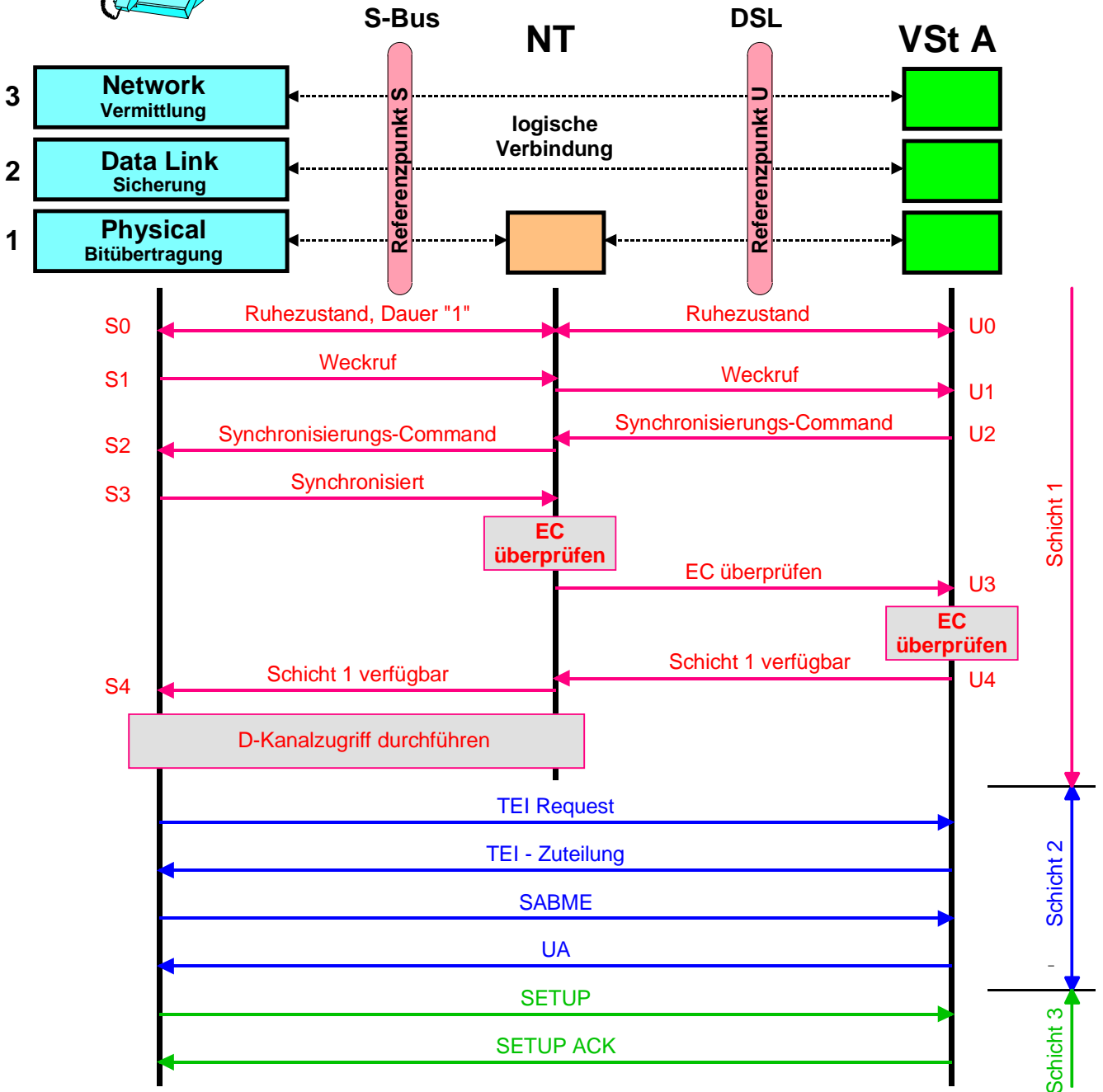


Bild 6 Protokollablauf: Schicht 1 bis Schicht 3

3 Schicht 1

3.1 Rahmenstrukturen der Schicht - 1

3.1.1 Rahmenstruktur des Basisanschlusses am S₀- Referenzpunkt

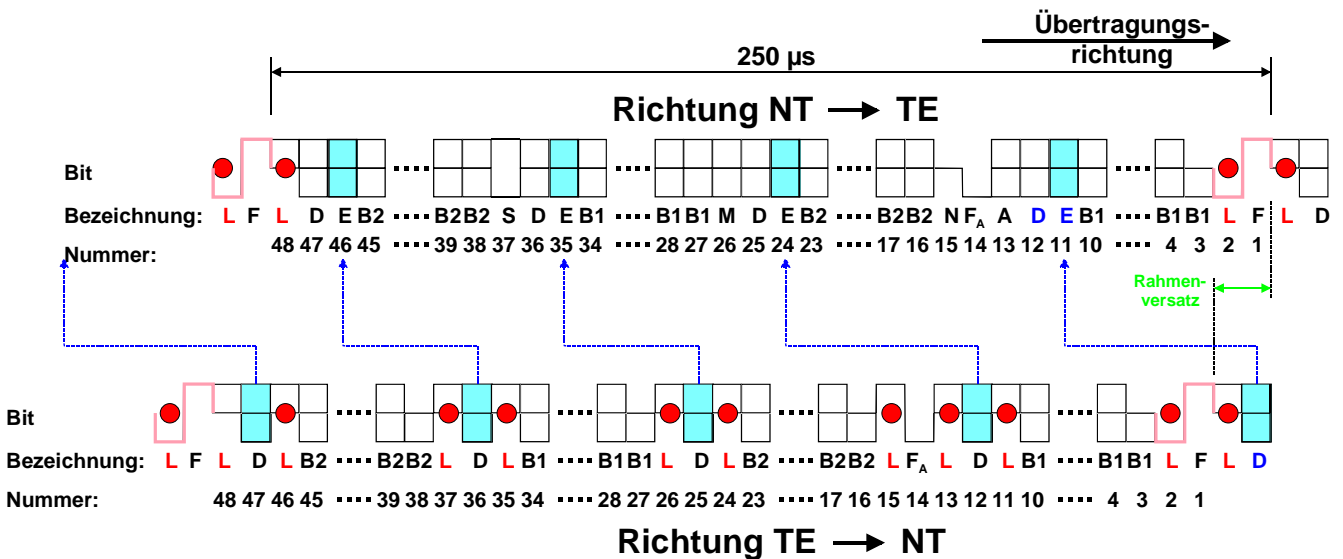


Bild 7 Rahmenstruktur des Basisanschlusses am S₀-Referenzpunkt

(6) Zwischen den Endeinrichtungen (TE) und dem Netzabschluss (NT) eines Basisanschlusses sind für beide Übertragungsrichtungen zwei 64-kBit/s B-Kanäle und ein 16-kBit/s D-Kanal vorhanden. Die Übertragung zwischen TE und NT erfolgt voll duplex mit einer Bitrate von 192 kbit/s. Die dafür verwendeten Pulsrahmen enthalten jeweils 48 Bit und haben eine Gesamtübertragungsdauer von 250 µs. In einer Sekunde werden 4000 solcher Pulsrahmen übertragen (48 Bit x 4000/s = 192 kbit/s). Jeweils vier der 48 Bit eines Pulsrahmens (D-Bits) bilden den D-Kanal (4 Bit x 4000/s = 16 kbit/s).

In der Übertragungsrichtung NT ⇒ TE sind zusätzlich vier sog. E-Bits¹ vorhanden, in welchen die von den Endeinrichtungen in Richtung VSt gesendeten D-Bits wieder zu den Endeinrichtungen zurückgeführt werden.

Mit dem D-Echokanal wird der Endgeräte-Zugriff auf den D-Kanal gesteuert (Collision detection). Maßgebend für die Einstellung des zeitlichen Versatzes zwischen Empfangs- und Sendepulsrahmen ist der Empfang des ersten Bits jedes Pulsrahmens (F-Bit) bei den Endgeräten. Davon ausgehend sendet die beteiligte Endeinrichtung die Pulsrahmen in Richtung NT mit einer Verzögerung von 2 Bit (Offset).

Takterkennung

Bei der Übertragung von Pulsrahmen zwischen TE und NT wird der invertierte (modifizierte) AMI-Code, ein pseudoternärer Code, verwendet. Bei diesem Code werden die Binärwerte „1“ mit der Spannung Null und die Binärwerte „0“ abwechselnd mit positiver und negativer Spannung übertragen. Durch den ständigen Wechsel der Polarität kann das empfangende Gerät die Taktrate erkennen.

¹ sog. D- Echobits (D-Echokanal)

Gleichstromfreiheit

Pseudoternäre (bipolare) Leitungscodes müssen gleichstromfrei sein. Die Anzahl der positiven und der negativen Signale muss über einen bestimmten Zeitraum identisch sein. Innerhalb eines ISDN-Pulsrahmens wird die Gleichstromfreiheit durch das sog. L-Bit erreicht. Es wird wahlweise auf „Positiv“ oder „Negativ“ gesetzt um das erforderliche Gleichgewicht zu erreichen.

In einer Punkt zu Mehrpunkt Konfiguration senden viele Geräte gleichzeitig am D- Kanal, so dass nach jedem D-Bit oder B-Oktett ein L-Bit vom sendenden Gerät gesetzt wird. Dazu wird der Pulsrahmen in Teilrahmen gegliedert, die jeder für sich durch ein L- Bit gleichstromfrei gemacht werden.

(7) Erkennen des Pulsrahmenanfangs

Der Rahmenanfang der S₀ Bus-Rahmen ist wie folgt definiert:

- Jeder 48-bit Rahmen beginnt mit einem positiven F-Bit, gefolgt von einem negativen Ausgleichsbit.
- Diese Bitfolge (positiv – negativ) liegt zwischen zwei Coderegelverletzungen². Um die geforderte Gleichstromfreiheit zu erhalten wird diese Codeverletzung z.B. zuerst mit positivem und anschließend mit negativem Potential durchgeführt - siehe Bild 8.

Für die Empfangseinrichtung im TE sowie im NT spielt es keine Rolle, ob die Rahmen mit positiver oder mit negativer Spannung beginnen, sofern die Coderegelverletzungen korrekt erkannt werden. Aus Sicht der Schicht 1 im OSI-Modell sind letztlich nur „Nullen“ und „Einsen“ von Bedeutung. Somit ist eine Vertauschung der a1/b1 -Adern und der a2/b2-Adern erlaubt.

Achtung: Bei einer Punkt zu Mehrpunkt-Verbindung ist eine Vertauschung auf dem a2/b2-Aderpaar, welches von den TE zum NT gerichtet ist, jedoch nicht erlaubt. Da hier alle TE gleichzeitig senden, würden vertauschte, d.h. invertierte Signale einander gegenseitig aufheben.

In einem gleichstromfreien Teilrahmen wird die erste „Null“ immer mit negativer Spannung gesendet.

1. Coderegelverletzung:

Das letzte „Null“-Bit eines Pulsrahmens und das nachfolgende F-Bit (Bit Nr. 1) des nächsten Rahmens werden beide mit positiver Spannung übertragen.

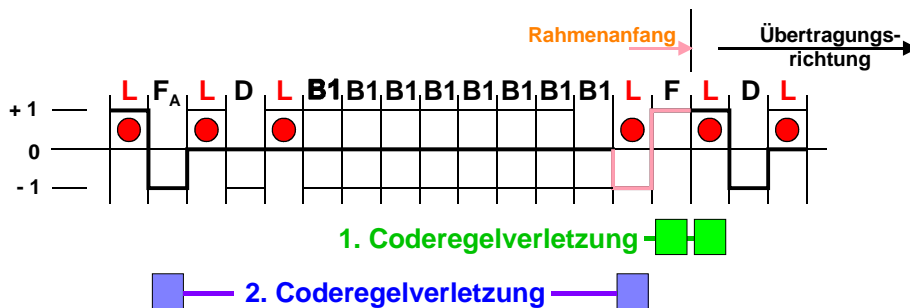


Bild 8 Erste Coderegelverletzung (Richtung TE – NT)

2. Coderegelverletzung:

² Da im modifizierten AMI-Code (MAMI Code) die logischen „Nullen“ immer abwechselnd positiv oder negativ dargestellt werden, ist ein Aufeinanderfolgen von 2 positiven oder negativen Signalen immer eine Coderegelverletzung.

Das erste L-Bit (Bit Nr. 2) eines Pulsrahmens und das erste „Null“-Bit im B₁-Kanal, spätestens aber das F_A-Bit (Bit Nr. 14), werden beide mit negativer Spannung übertragen.

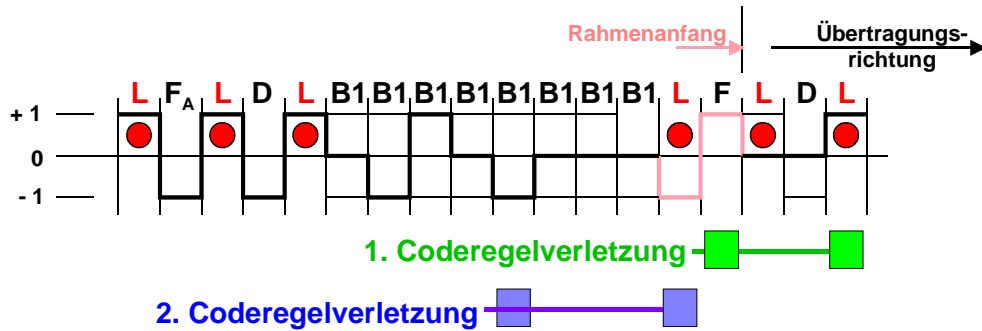


Bild 9 Zweite Coderegelerletzung (Richtung TE – NT)

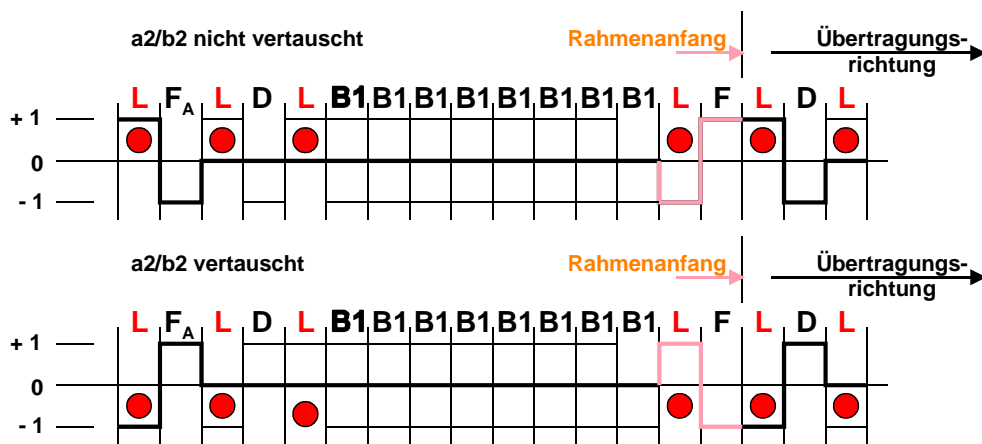
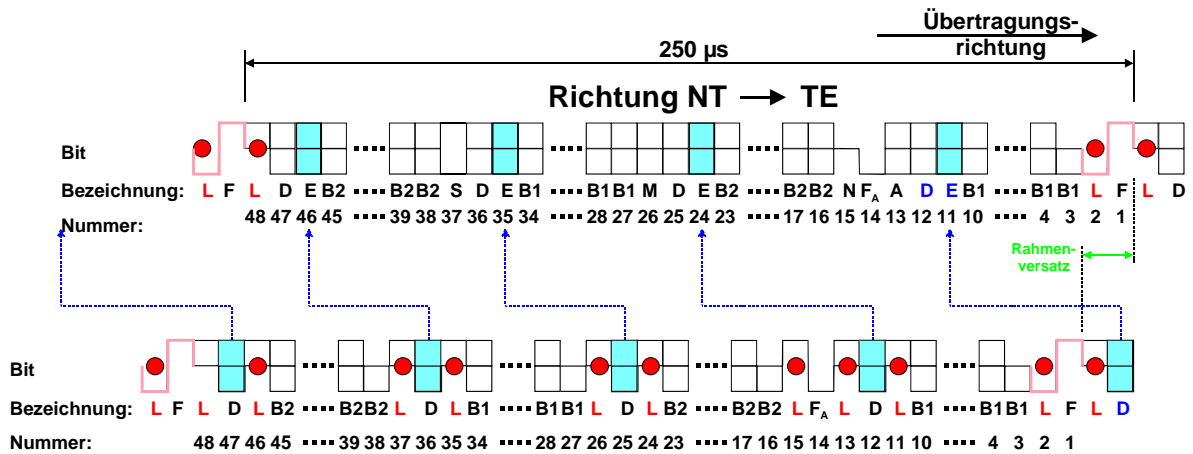


Bild 10 Rahmenanfang Richtung TE → NT, ohne bzw. mit Adernvertauschung



- | | | | |
|----------------------|--|----------|---|
| A | Aktivierungsbit | L | Gleichstrom-Ausgleichsbit |
| B1, B2 | Bit im B1- bzw. B2-Kanal | M | Mehrfachrahmenbit |
| D | Bit im D Kanal | N | Bit mit Binärwert ≠ F _A , daher hier auf Binärwert "1" gesetzt |
| E | Bit im D-Echokanal | S | Endgültige Verwendung noch nicht festgelegt; auf Binärwert "0" gesetzt. |
| F | Rahmenkennungsbit | • | Markierung gleichstromfreier Rahmenabschnitte |
| F_A | Zusätzliches Rahmenkennungsbit, hier in beiden Richtungen auf Binärwert "0" gesetzt, weil Mehrfachrahmen nicht verwendet | | |

Bild 11 Pulsrahmenstruktur des Basisanschlusses zwischen TE und NT mit möglichen pseudoternären Werten der einzelnen Bits

A	TE ⇌ NT	Anzeige- und Aktivierungsbit: es zeigt dem TE an ob der empfangene Rahmen zum Aufsynchronisieren dient (INFO S2 mit A = 0), oder ob die Synchronisierung korrekt ist (INFO S4 mit A = 1).
B1, B2	TE ⇌ NT TE ⇌ NT	B-Kanal Oktetts.
D	TE ⇌ NT TE ⇌ NT	D-Kanal Bits.
E	TE ⇌ NT	Echo-Bit: der NT schickt den Signalzustand des empfangenen D-Bits zeitversetzt zurück.
F	TE ⇌ NT TE ⇌ NT	Rahmenkennungsbit (immer 0).
F_A	TE ⇌ NT TE ⇌ NT	zusätzliches Rahmenbit, immer auf „0“. Für zukünftige Anwendungen.
L	TE ⇌ NT TE ⇌ NT	Ausgleichsbit: die Anzahl der +0 und -0 muss gleich sein.
M, S	TE ⇌ NT	immer auf „0“. Für zukünftige Anwendungen.
N	TE ⇌ NT	Sog. Überraschungsbit. Im EURO-ISDN immer auf „1“. In nationalen Protokollen erfolgt mit dem N-Bit eine weitere Kontrolle über die Richtigkeit des gesendeten Rahmens.

Tabelle 1 Beschreibung der Bit-Bedeutung

Der 48-bit Rahmen der Schicht 1 hat eine Wiederholfrequenz von 4000 Hz. Da die Abtastfrequenz eines PCM-Sprachsignals 8000 Hz beträgt, müssen in jedem Rahmen 2 Oktetts pro Kanal übertragen werden. Der B1-Kanal und der B2-Kanal sowie die beiden Bits des D-Kanals kommen daher in jedem Rahmen zweimal vor. Von den 48 Bit eines Rahmens dienen somit 36 Bit zur Informationsübertragung und 12 Bit für Synchronisationszwecke, zur Zugriffssteuerung sowie zur Wahrung der Gleichstromfreiheit.

Die Übertragung erfolgt bitweise und ist für jede Richtung getrennt (ein Adernpaar vom TE1 bis TE8 zum NT, ein zweites Adernpaar von NT zu den TE1 bis 8). Der Rahmen ist in Richtung TN um 2 Bit zeitlich versetzt. Da der NT „den Takt angibt“, erhalten die Endgeräte das Rahmensynchronsignal 2 Bittakte früher als sie es selbst zurücksenden.

3.1.2 Rahmenstruktur des Basisanschlusses am U- Referenzpunkt

Um die Übertragungsgeschwindigkeit auf der Teilnehmer-Anschlussleitung (U-Schnittstelle) möglichst gering zu halten wurden zwei Maßnahmen gesetzt:

- Geringhalten des Synchronisierungsaufwandes durch Einsatz eines 1,5 ms-Rahmens und
- Reduzieren der Übertragungsgeschwindigkeit durch Verwendung eines quaternär Codes

(8) In diesem 1,5 ms-Rahmen entspricht die Reihenfolge der Bits der Abfolge der PCM-Zeitschlitze, d.h. es werden zuerst die 8 Bit des B₁ - Kanals (erster B-Kanal) gesendet, dann die 8 Bit des B₂ - Kanals (zweiter B-Kanal) und zum Schluss die 2 Bit des D-Kanals. Zur Synchronisation zwischen Sender und Empfänger wird alternierend ein aus 18 Bit bestehendes Synchronwort (SW) bzw. invertiertes Synchronwort (ISW) übertragen. Sechs Bits, die sog. M-Bits, zur Übertragung interner Informationen, bzw. für einen Cyclic Redundancy Check

(CRC) verwendet. Dazu werden aus den Sendedaten eines Überrahmens ein 12-stelliges CRC-Wort gebildet und im M-Kanal mit 1 kbit/s übertragen. Bei Nichtübereinstimmung mit dem Prüfergebnis des Empfängers wird ebenfalls mit Hilfe der M-Bits eine Fehlermeldung an den NT bzw. zur Vermittlungsstelle gesendet. Pro Überrahmen stehen noch 2kbit/s für das Schalten von Prüfschleifen, zur Übertragung von Meldungen und zur Datenübertragung mit niedriger Rate zur Verfügung. SW, ISW und M-Bits benötigen eine Übertragungskapazität von 16 kbit/s und werden als Maintenance-Kanal (M-Kanal) bezeichnet.

Jeweils 8 Rahmen werden zu einem Überrahmen zusammengefasst, dessen Beginn durch das invertierte Synchronwort (ISW) gekennzeichnet wird.

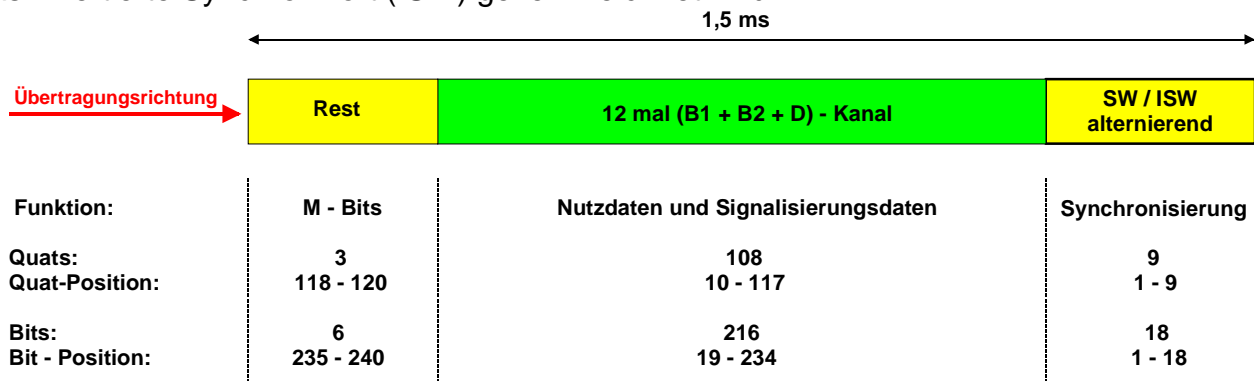


Bild 12 Pulsrahmenstruktur auf der U-Schnittstelle

Pro Rahmen werden 12-mal die beiden B-Kanäle und der D-Kanal mit Hilfe von 240 Bit, oder 120 Quats übertragen. Da jeder Rahmen 1,5 Millisekunden dauert, werden je Sekunde 666,6-periodisch Rahmen übertragen. Mit 240 Bit multipliziert ergibt das 160 kbit/s.

In der Gegenrichtung werden die Rahmen um 60±2 Quats versetzt gesendet. Das entspricht einem Versatz von einem halben Rahmen.

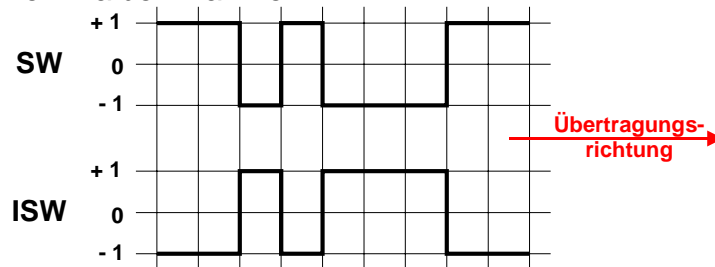


Bild 13 Synchronwort SW und invertiertes Synchronwort ISW

3.1.3 Rahmenstruktur des Primäranschlusses³

(9) Der Rahmen des Primärmultiplexanschlusses entspricht dem Rahmenaufbau nach den ITU-T Empfehlungen G.704, G.731 und G.732. Trotz vieler Gemeinsamkeiten ist das Primärmultiplex-System im ISDN nicht mit dem PCM-30-System zu verwechseln. Beide basieren auf einer 32-Kanal-Struktur, die Festlegungen im Synchronisations- und speziell im Signalisierungskanal weichen jedoch voneinander stark ab.

Entsprechend der Abtastfrequenz von 8kHz wird ein Pulsrahmen in der Dauer von 125µs definiert, der 32 Oktetts, also 256 Bit enthält (entspricht Gesamtbitrate von 2,048 Mbit/s.) Das erste Oktett (der Kanalzeitschlitz 0) wird zur Kennzeichnung des Rahmenbeginns verwendet.

³ am U- und S0-Referenzpunkt

Nach ITU-T wird in diesem Zeitschlitz ein Rahmenkennungswort alternierend mit einem Meldewort, welches zur Übertragung von Alarmen dient, gesendet.

Bit - Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Rahmenkennungswort	1	1	0	1	1	0	0	1
Meldewort	X	X	X	X	X	X	1	X

Bild 14 Kanal "0" des 2048 kbit/s Primäranschlusses

Beim alternierend gesendeten Meldewort wird das zweite Bit des Meldewortes immer 1 gesetzt, so dass es nicht mit einem Rahmenkennungswort verwechselt werden kann, welches an dieser Stelle eine Null aufweist. Weitere Bits des Meldewortes werden zur Signalisierung von Alarmen verwendet.

Im 17. Oktett (Kanal-Zeitschlitz Nummer 16) wird die Zeichengabeinformation für die 30 übrigen Zeitschlitz, die 30 B-Kanälen entsprechen, verwendet (D-Kanal).

Zeitschlitz 0	Rahmenkennungs- / Meldewort
Zeitschlitz 1	Nutzkanal B1
Zeitschlitz 15	Nutzkanal B15
Zeitschlitz 16	D - Kanal
Zeitschlitz 17	Nutzkanal B16
Zeitschlitz 31	Nutzkanal B30

Bild 15 Pulsrahmenstruktur des 2048 kbit/s Primärmultiplexanschlusses

3.2 Schicht 1-Protokoll

Die Endgeräte können physisch 2 Zustände annehmen:

- Betriebszustand (aktiviert, power up), es läuft der 48-Bit Rahmen in beiden Richtungen
- Ruhezustand (deaktiviert, power down), es liegt keine Spannung an (logisch „1“).

Für die Vorgänge an Schicht 1 werden keine Nachrichten oder Rahmen ausgetauscht. Die Steuerzustände werden durch bestimmte Zustände der Schnittstellenleitung so wie bestimmter Bits im Datenstrom festgestellt. Diese Signalelemente werden am S₀-Bus mit Info S0 bis Info S4 bezeichnet und an der U-Schnittstelle mit U0 bis U4. Die Aktivierung bzw. Deaktivierung der Schicht 1 ist von beiden Seite möglich

- Aktivverbindung beginnt mit S1
- Passivverbindung beginnt mit U2 bzw.S2
- Deaktivierung beginnt mit S0 oder U0 (von beiden Seite möglich)

3.2.1 Aktivierung/Deaktivierung der Schicht 1 an der S₀-Schnittstelle

Um den Rahmen zu starten ist eine Aktivierung von beiden Seiten möglich (vom Endgerät aus oder von der Vermittlungsstelle). Die Aktivierungs- und Deaktivierungsprozeduren werden als Schicht 1 Protokoll bezeichnet.

Signal	Signalform	Richtung	Bedeutung
INFO S0	kein Signal „Dauer-1“	TE ⇒ NT TE ⇐ NT	Ruhezustand, Deaktivierung
INFO S1	+0 -0 1 1 1 1 1 1 „Aufwecksignal“	TE ⇒ NT	Aktivierungsanforderung
INFO S2	S0-Rahmen: B + D + E A-Bit auf „0“	TE ⇐ NT	Aktivierung vorbereitet
INFO S3	S0-Rahmen mit transparenten B- und D-Kanälen	TE ⇒ NT	aktiviert
INFO S4	S0-Rahmen mit transparenten B-, D-, und E-Kanälen A-Bit auf „1“	TE ⇐ NT	aktiviert

Tabelle 2 Meldungen des Schicht 1 Protokolls

(10) Erfolgt die Aktivierung vom Endgerät aus, erfolgt der Informationsaustausch in der Reihenfolge INFO S0 bis S4, erfolgt sie jedoch vom NT aus, beginnt der Informationsaustausch erst bei INFO S2.

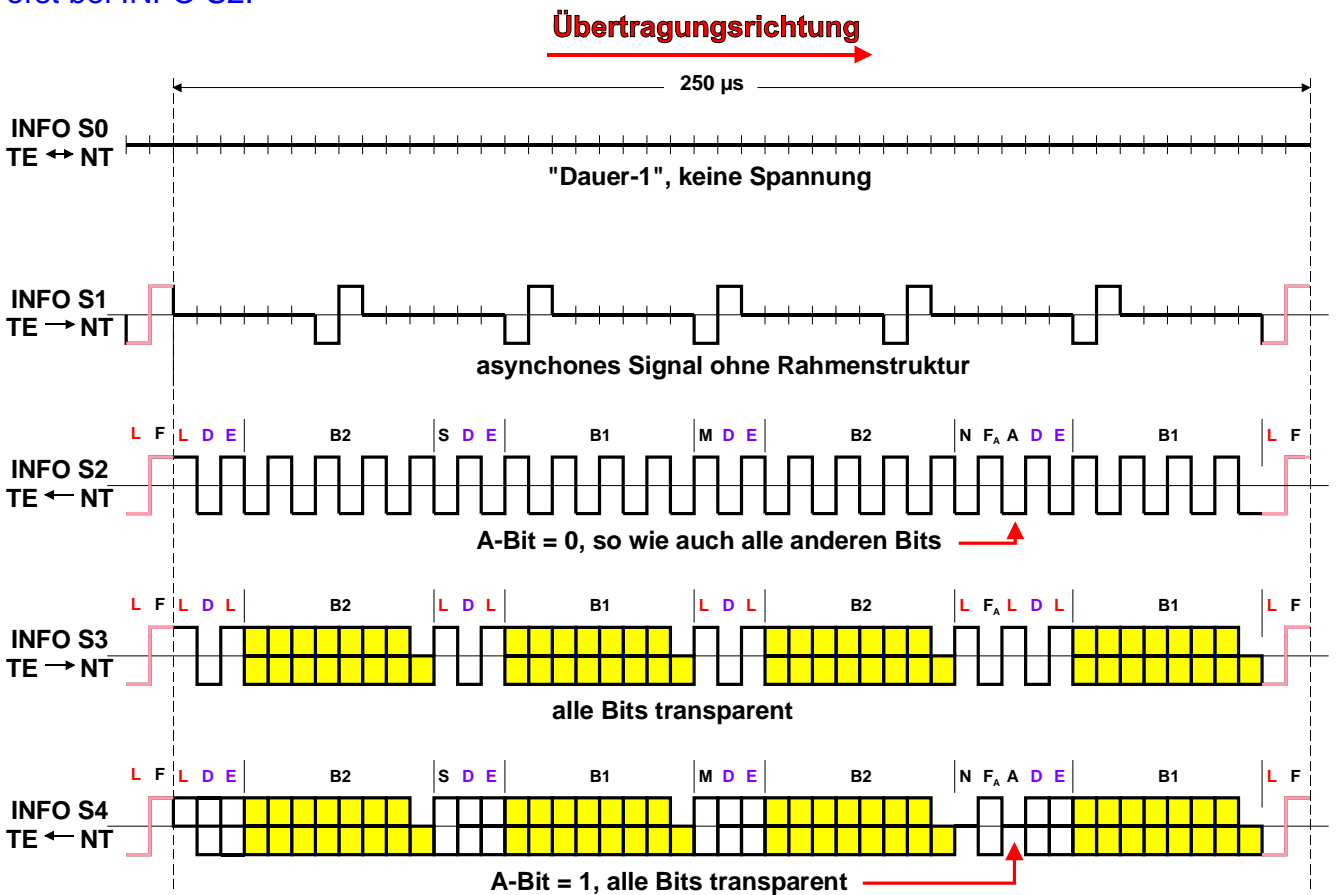


Bild 16 Schicht 1 Aktivierung durch das Endgerät

(11) Die Deaktivierung der Schicht 1, die immer vom NT (der VSt) aus erfolgt, wird durch Senden von INFO S0 eingeleitet und von den TE durch INFO S0 bestätigt. Die Endgeräte (TE) bleiben im Aktivzustand, bis sie INFO S0 vom NT empfangen.

Signal	Signalform	Richtung	Bedeutung
INFO S0	kein Signal „Dauer-1“	TE ⇐ NT	Deaktivierungsanforderung
INFO S0	kein Signal „Dauer-1“	TE ⇒ NT	Deaktivierung bestätigt
INFO S0	kein Signal „Dauer-1“	TE ⇐ NT	Deaktivierung bestätigt

Tabelle 3 Deaktivierungsprozedur an der S₀-Schnittstelle

3.2.2 Aktivierung/Deaktivierung der Schicht 1 an der U-Schnittstelle

Der NT und die Teilnehmerschaltung in der VST können zwei Zustände einnehmen:

- Betriebszustand (power up mode): in diesem Zustand können NT und Teilnehmerschaltung nicht nur empfangen sondern auch senden; der NT versorgt die S₀-Schnittstelle mit Spannung.
- Ruhezustand (power down mode) mit verminderter Leistungsaufnahme: in diesem Zustand sind NT und Teilnehmerschaltung nur empfangsbereit; der NT kann sowohl von der S₀- als auch von der U-Schnittstelle (Teilnehmer oder VSt) aktiviert werden.

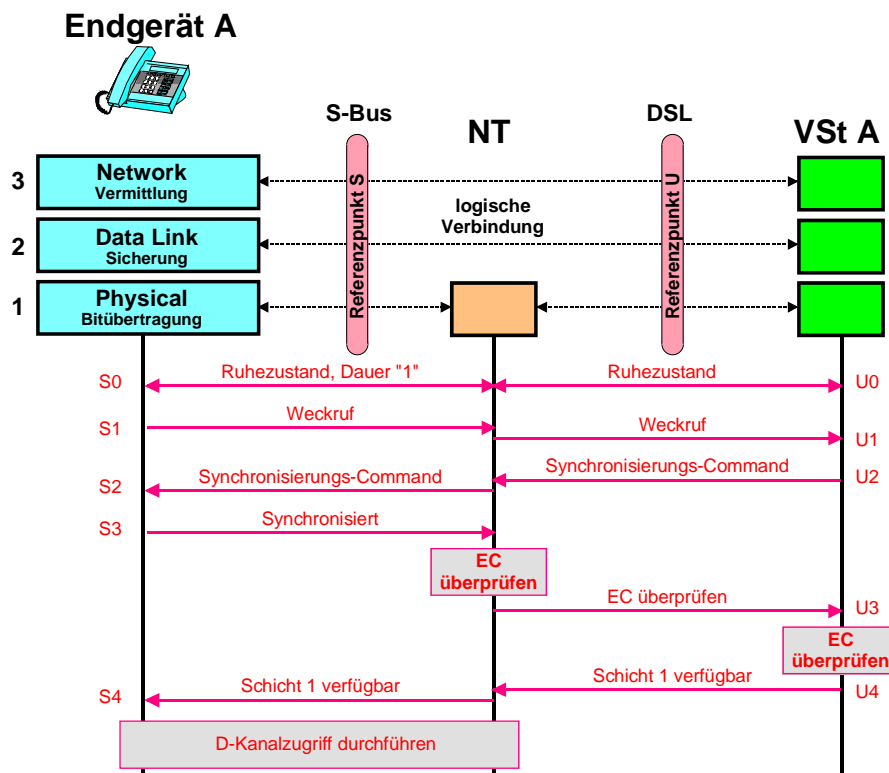


Bild 17 Zusammenhang Synchronisierung S₀- und U-Schnittstelle

Die Schicht-1 -Prozeduren an der U-Schnittstelle sind ähnlich jenen der S₀-Schnittstelle und von ITU-T oder ETSI nicht voll spezifiziert. Die Prozeduren unterscheiden sich Beispiel durch

zusätzlich aktivierbare Prüfschleifen. Es gibt sowohl produktspezifische als auch länderspezifische Unterschiede.

(12) Die Aktivierungsprozedur bringt den NT und die Teilnehmerschaltung in der VST in den Betriebszustand, die Deaktivierungsprozedur in den Ruhezustand.

Die Aktivierung kann sowohl vom Endgerät als auch von der Vermittlungsstelle ausgehen, die Deaktivierung jedoch nur von der Vermittlungsstelle. Sie erfolgt ähnlich wie für die S₀-Schnittstelle mittels INFO U0 bis INFO U4 - Signalen,. Falls in der Leitung zum Amt auch Zwischenregeneratoren oder andere Übertragungstechnische Einrichtungen, wie HDSL-Systeme, dazwischengeschaltet sind, werden auch diese in die Prozeduren einbezogen.

Echokompensation

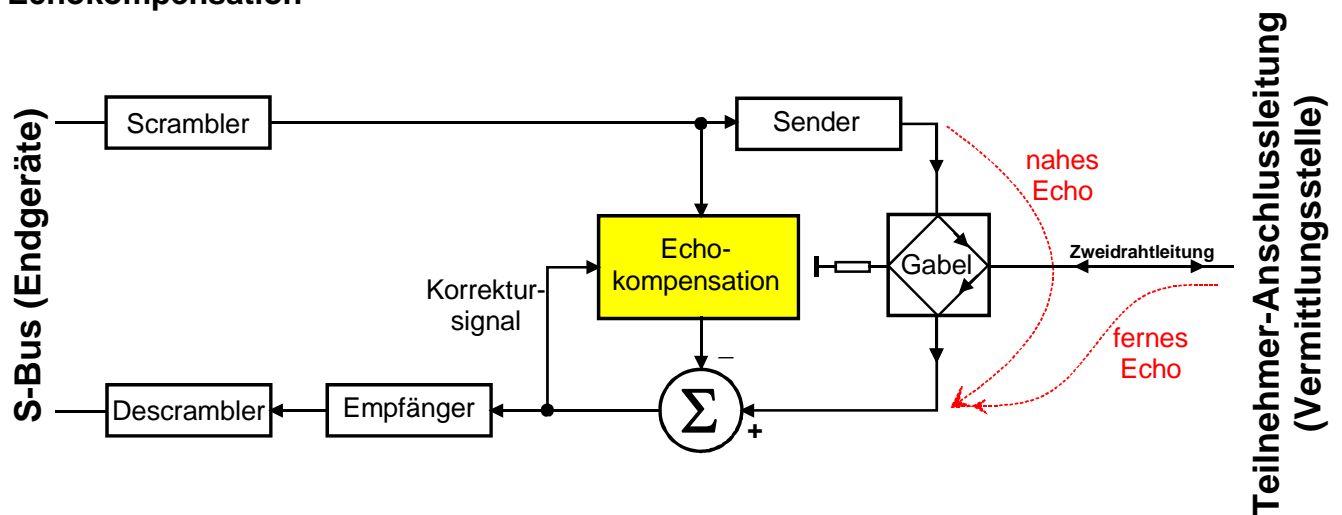


Bild 18 Prinzip der Echokompensation

Zur Entfernung der oben angeführten Echos wird ein Echokompensator eingesetzt. Er besteht aus einer FIR-Filterbank die zwei Schritten mit Hilfe von Prüfsignalen in eingestellt wird.

1. Aussenden des Signals und messen von Pegel und Zeitverzögerung der eintreffenden Echos, Speichern dieser Werte in einem RAM
2. Aussenden eines neuerlichen Signals zur Überprüfung der gespeicherten Werte. Mittels der im RAM Gespeicherten Echo-Werte kann der EC die zu erwartenden Echos selbst erzeugen und sie vom Eingangssignal abziehen. Ergibt die Summe Null ist die Einstellung in Ordnung, ergibt sie nicht Null, muss der Einstellvorgang wiederholt werden.

Schritt zwei wird aus Sicherheitsgründen bei jedem Schicht-1-Aufbau durchgeführt.

D-Kanal Zugriff (siehe auch KZF ISDN Basisanschluss)

(13) Zur einwandfreien Übertragung von Informationen über den passiven S₀-Bus ist für jedes angeschlossene Endgerät ein geordneter Zugriff auf den D-Kanal gewährleistet, wobei festgelegte Prioritäten sichern, dass das Senden der Zeichengabeinformationen gegenüber allen anderen Arten von Informationen Vorrang hat. Vor dem Senden auf dem D-Kanal muss das „sendewillige“ Endgerät den „Freizustand“ des D-Kanals durch Lesen des Echokanals überprüfen. Zu diesem Zweck spiegelt der Netzabschluss NT die von den Endgeräten erhaltenen D-Kanal-Bits (D- Bits) im sog. Echokanal (E-Bits) wieder zu den TEs zurück. Bei freiem D-Kanal enthält der Echokanal nur „1“-Potentiale. Auch wenn gleichzeitig zwei oder mehr Enderäte Signalisierungsnachrichten zu senden beginnen ist sichergestellt, dass nur ein Endgerät den Sendevorgang zu Ende führen kann. Da die TEs gerade das im Echokanal empfangene Bit mit dem zuletzt ausgesendeten D-Bit vergleichen. Sind gesendetes und empfangenes Bit gleich, setzt das jeweilige TE den Sendevorgang fort; erkennt es dagegen eine Ungleichheit (Binärwert „0“ = positive oder negative Spannung statt Binärwert „1“ =

Spannung Null), hört es sofort auf zu senden (Collision detection). Das andere TE sendet weiter. Endgeräte, welche das Senden abbrechen müssen warten auf die nächste Sendegelegenheit über den D-Kanal.

Durch Mitzählen der logischen "1"-Folgen im Echokanal erfährt das Endgerät, ob der D-Kanal frei ist, wofür folgende Prioritäten festgelegt sind:

- hohe Priorität: 8 x log. „1“
- niedrige Priorität: 10 x log. „1“

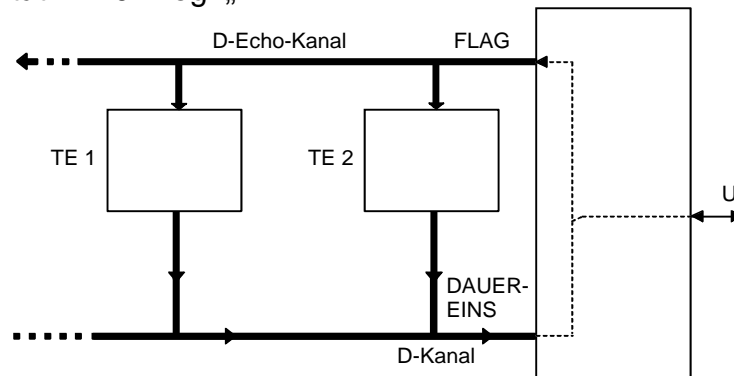


Bild 19 D-Kanal Zugriffssteuerung

Ein Gerät mit niedrigerer Priorität muss länger auf das Freiwerden des D-Kanals warten, weil es eine größere Zahl von „Einsen“ abwarten muss. Hat z.B. ein Endgerät eine Schicht-2-Aktivität abgeschlossen, erniedrigt sich seine Priorität automatisch, da es 9 mal „1“ abwarten muss, um wieder auf den D-Kanal zugreifen zu können. Damit haben andere Endgeräte, welche die gleiche Priorität eingestellt haben, eine höhere Chance den D-Kanal zu benützen.

Datex-P Endgeräte haben zumeist die niedrigste Priorität (zehn mal „1“ bzw. elf mal „1“), weil sie infolge ihrer paketorientierten Arbeitsweise den D-Kanal häufig blockieren würden.

Beispiel einer D-Kanalzugriffssteuerung mit Kollisionserkennung

Um Kollisionen zu vermeiden, gelten bei der D-Kanalzugriffssteuerung folgende Regeln:

- Die Anzahl der „Einsen“ wird von den Endgeräten (TE) gezählt und geprüft, ob der Prioritätswert (z. B. 8 mal „1“) erreicht ist.
- Logisch „0“ setzt sich gegenüber logisch „1“ durch.
Die Ausgangstreiber „ziehen“ die Leitung auf negatives Potential (negative Spannung = logisch „0“). Ein Ausgangstreiber, der eine „Eins“ sendet (also 0 Volt), setzt sich gegenüber dem negativen Potential einer „Null“ nicht durch.

Es darf immer nur ein Endgerät den D-Kanal betreiben. Wollen 2 Geräte (z.B. TE1 und TE2) mit derselben Priorität die Leitung benutzen, müssen beide die Echobits, die vom NT zurückgesendet werden, überwachen. Im folgenden Beispiel beginnen TE1 und TE2 gleichzeitig zu senden, da sie gleiche Priorität hatten:

- TE1 und TE2 senden gleichzeitig das Flag 0 1 1 1 1 1 0
- TE1 und TE2 erhalten über den Echokanal die Bestätigung für die richtig gesendeten Daten
- TE1 sendet als nächstes die Bitfolge 1 1 1 1 1 1....
- TE2 sendet als nächstes die Bitfolge 1 1 0 1 1 1....
- TE2 erhält über den Echokanal die Bestätigung für die richtig gesendeten Daten („0 ist stärker als 1“)
- TE1 erhält nach der zweiten gesendeten „1“ über den Echokanal den Wert „0“ und erkennt, dass dies ein anderer Wert ist als der gesendete

- TE1 bricht daraufhin sofort (vor Aussendung des nächsten Bits) seinen Sendevorgang ab; es hat die Kollision mit einem anderen Endgerät erkannt
- TE2 sendet ungehindert weiter; es hat nicht registriert, dass noch ein weiteres Endgerät auf dem D-Kanal gesendet hat.
- TE1 wartet, bis auf dem D-Kanal mindestens 8 „Einsen“ gesendet werden, was auf einen freien Kanal schließen lässt.

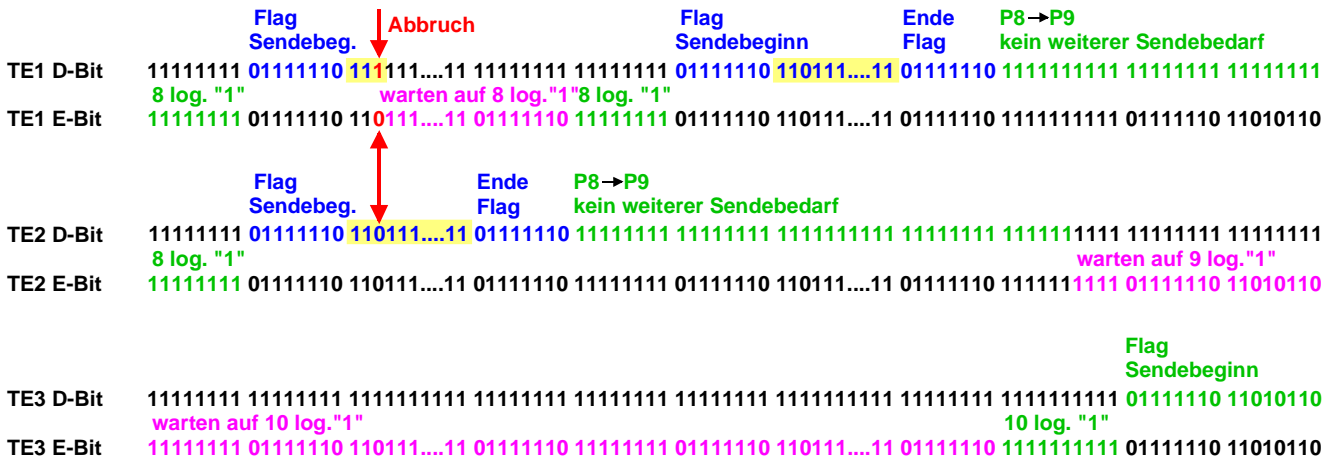


Bild 20 D-Kanalzugriffssteuerung mit Kollisionserkennung

4 Schicht 2

Die Sicherungsschicht (Schicht 2) sorgt für die gesicherte und fehlerfreie Übertragung von Schicht-3-Informationen (Zeichengabe und Daten niedriger Transferrate) über den D-Kanal. Für die eigentliche Übertragung verwendet Schicht 2 die Leistungen der Bitübertragungsschicht (Schicht 1). Das für die Schicht 2 des D-Kanals verwendete Protokoll wird Verbindungszugangsprozedur auf dem D-Kanal (link access procedure D, LAPD) genannt. LAPD basiert auf der Verbindungszugangsprozedur LAPB⁴. Die Struktur des Übertragungsrahmens ist identisch mit dem HDLC (High Level Data Link Control) Standard.

LAPD bietet:

- Bereitstellung von einer oder mehreren Schicht-2-Verbindungen im D-Kanal für mehrere Endeinrichtungen am Basisanschluss und mehrere Schicht-3-Instanzen
- Rahmenbildung mit transparenter Übertragung von Schicht-3-Informationen
- Rahmensequenz-Steuerung
- Fehlererkennung und automatische Rahmenwiederholung
- Registrierung von Protokollfehlern
- Flusststeuerung
- Verwaltungsfunktionen für Schicht 2

(14) Die Schicht-2-Rahmen werden in die Kategorien Befehle (Command, C) und Quittungen (Response, R) eingeteilt. Es hängt von den jeweiligen Funktionen ab, ob Befehle quittiert werden müssen oder nicht. Für den quittierten Informationstransfer definiert ITU-T das Verfahren „Multiple frame operation“, d.h. es können mehrere, nacheinander gesendete Rahmen gemeinsam quittiert werden.

⁴ B steht für balanced, d.h. beide Kommunikationspartner sind gleichberechtigt.

Der Inhalt des Protokollrahmens ist in manchen Fällen der Protokollrahmen der nächst höheren Schicht.

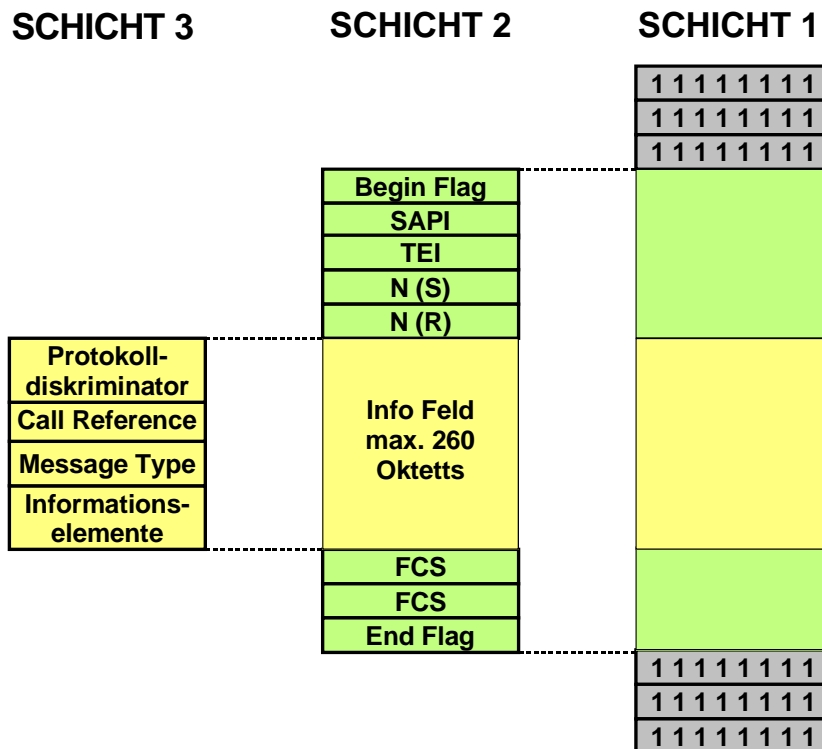


Bild 21 Rahmenaufbau von Schicht 2 & 3

4.1 Schicht 2-Rahmenstruktur

Oktett	Bit-Nummer								Protokollelemente
	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	0	1	1	1	1	1	1	0	Blockbegrenzung
2	SAPI					C/R		E/A	Adressfeld
3	TEI							EA = 1	Adressfeld
4	U-Format (nur Oktett 4)								Kontroll-/ Steuerfeld
5	I- und S-Format (Oktett 4 und 5)								
0 bis 256	Schicht 3 Nachrichten (max. 260 Oktett)								Daten
6	Frame Check Sequence								Prüfsumme Prüfsumme
7	Frame Check Sequence								
8	0	1	1	1	1	1	1	0	Blockbegrenzung

Bild 22 Schicht 2 Rahmenstruktur

4.1.1 Blockbegrenzung

Jeder Rahmen beginnt und endet mit einem Flag. Die Flags haben immer das gleiche Bitmuster. Das Abschlussflag eines Rahmens kann gleichzeitig auch das Startflag des nächsten Rahmens sein.

Bit-Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Oktett 4	0	1	1	1	1	1	1	0

Bild 23 Blockbegrenzung (Flag)

4.1.2 Adressfeld

Das Adressfeld besteht aus zwei Oktetts. Es dient der eindeutigen Kennzeichnung der Schicht-2-Verbindung und enthält u.a.:

- Service Access Point Identifier (SAPI) und
- Terminal Endpoint Identifier (TEI).

(15) Service Access Point Identifier

Der SAPI im Adressfeld kennzeichnet die Art der zu übertragenden Informationen und damit das aufzurufende Verarbeitungsprogramm im Vermittlungsstellen-Rechner. Der SAPI dient daher z.B. zur Unterscheidung zwischen

- Zeichengabeinformationen,
- Schicht-2- Verwaltungsfunktionen und
- Paketdaten inklusive Benutzer – Benutzerinformationen (Datex-P).

Es sind 63 SAPIs vorgesehen, wovon bisher folgend fix zugeordnet sind:

- SAPI = 0 Zeichengabe (S-SAPI), Signalling SAPI
- SAPI = 1 Paketdaten (Q.931 – ZeichengabeprozEDUREN)
- SAPI = 16 Paketdaten (X.25 – Schicht Prozeduren, p – SAPI)
- SAPI = 32 Für Schleifentest durch die Vermittlungsstelle
- SAPI = 63 Schicht 2 Verwaltungsfunktionen, (TEI-Verwaltung, M-SAPI), Management SAPI

(16) Terminal Endpoint Identifier

- Der TEI befindet sich im Adressfeld eines Schicht-2-Rahmens und bezeichnet eine bestimmte Endeinrichtung für die gezielte Übertragung einer Nachricht (sog. Schicht-2-Adresse).
Funktionsgruppen von Mehrdienste-Endeinrichtungen können ebenso wie die eigenständigen Endeinrichtungen jeweils einen eigenen TEI haben.
- Der TEI ermöglicht es, Endeinrichtungen innerhalb einer Informationsklasse (gleicher SAPI) zu unterscheiden.
- Mit einem gemeinsamen TEI, dem sog. Broadcast-TEI, lassen sich auch „gleichzeitig“ mehrere Endeinrichtungen ansteuern (Passivverbindung).

Die Zuordnung eines TEI zu einer Endeinrichtung kann je nach deren Ausführung vom Benutzer händisch in Absprache mit dem Netzbetreiber oder automatisch durch die Vermittlungsstelle erfolgen. Es sind folgende TEIs vorgesehen:

- TEI = 0 reserviert für Punkt - Punkt - Verbindungen (Nebenstellenanlagen)

- TEI = 1 – 63 für Endgeräte mit fest eingestelltem TEI, typisch für Datex-P-Endgeräte
- TEI = 64 - 126 für Endgeräte mit variablem TEI (Zuordnung durch Vermittlungsstelle)
- TEI = 127 für Broadcasting und für die Zuordnung der TEI 64 bis 126

4.1.3 Steuerfeld

Das Steuerfeld enthält den Code zur Kennzeichnung der Rahmenart. Es gibt drei Formate von Steuerfeldern:

- I-Formate (information frames), die durchnummeriert sind und zur gesicherten Übertragung von Nachrichten der Schicht 3 dienen
- S-Formate (supervisory frames) zur Steuerung der Übertragung
- U-Formate (unnumbered frames) zum Auf- und Abbau der Schicht-2 Verbindungen

I-Format (I-Rahmen)

(17a) I-Rahmen dienen dem quittierten, seriennummerierten Informationstransfer zum Austausch von Signalisierungsnachrichten (Schicht-3-Nachrichten) zwischen den Endgeräten und den Netzelementen.

Bit-Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Oktett 4	N (S)							0
Oktett 5	N (R)							P/F

N(S) Sendefolgennummer (1 – 127), N(R) Empfangsfolgennummer (1 – 127)
 P/F Quittungsanforderung

Bild 24 Informationsrahmen

Für den quittierten Informationsaustausch sind folgende Fenstergrößen festgelegt:

- bei Zeichengabe: Basisanschluss 1 I-Rahmen
Primäranschluss 7 I-Rahmen
- bei Paketdaten: Basisanschluss 3 I-Rahmen
Primäranschluss 7 I-Rahmen

S-Format (S-Rahmen)

(17b) S-Rahmen (Supervisory Frames) dienen der Steuerung der Datenübermittlung der Schicht 2 und enthalten deshalb nur Empfangsfolgennummern, z.B. zur Quittierung von I-Rahmen. Es sind folgende Formate vorgesehen:

- RR Receiver Ready
- RNR Receiver Not Ready
- REJ Reject, Block abgewiesen

Bit-Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Oktett 4	0	0	0	0	S	S	0	1
Oktett 5	N (R): Sequenznummer des Rahmens der bestätigt wird							P/F

S zur Unterscheidung der S-Rahmen; von den 4 Möglichkeiten sind 3 definiert:

Bild 25 Stellerrahmen

U-Format (U-Rahmen)

Bit-Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Oktett 4	M	M	M	P/F	M	M	1	1

Bild 26 Unnummerierter Rahmen

(18) U-Rahmen sind ungesicherte Rahmen zum Transport von Steuerzeichen; es sind z.B. folgende Formate vorgesehen:

- SABME Set Asynchronous Balanced Mode Extended - Command, Aktivierung des gleichberechtigten Betriebes, Zählerrückstellung
- UA Unnumbered Acknowledge - Response, Bestätigung ohne Folgenummer.
- DISC Disconnect - Command, Beenden der Schicht 2 Verbindung.
- DM Disconnect Mode - Response, Station ist logisch getrennt.
- UI Unnumbered Information, Übertragung von Broadcast-Meldungen
- FRMR Frame Reject - Response, Zurückweisung eines fehlerhaften Rahmens

4.1.4 Frame Check Sequence

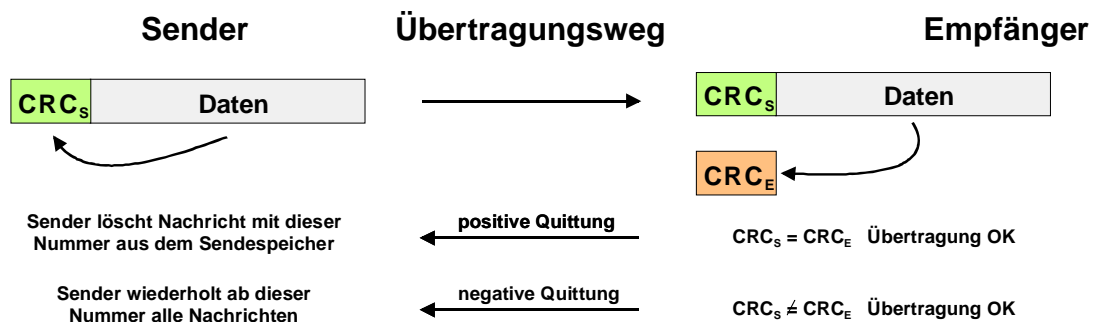


Bild 27 Prinzip einer HDLC-Prozedur

4.2 Schicht-2-Protokoll

(19) Der Aufbau einer Schicht -2-Verbindung erfolgt immer durch das Endgerät. Bei Aktivverbindungen fordert das Endgerät nach dem Abheben mit einer UI-Nachricht mit dem TEI = 127 und dem SAPI = 63 die Zuweisung eines individuellen TEIs. Bei Passivverbindungen fordert ein Endgerät einen individuellen TEI sobald es erkannt hat, dass es dem geforderten Dienst entspricht oder zu ihm kompatibel ist.

Beim Aufbau einer Schicht-2-Verbindung kann zwischen 4 verschiedenen Protokollzuständen unterschieden werden:

- Zuweisen eines TEIs
- Aktivieren einer Schicht-2-Verbindung
- Transportieren von Schicht-3-Nachrichten (Informationsübertragung)
- Deaktivieren einer Schicht2-Verbindung

Zuweisen eines TEIs

Vor einem Verbindungsaufbau muss sich jedes Endgerät von der Vermittlungsstelle einen TEI (Endgeräte-Identität) zuweisen lassen, da es sonst für den Vermittlungsstellenrechner nicht existent ist und zwischen ihm und dem VSt-Rechner kein Informationsaustausch stattfinden kann. Bei der TEI-Zuweisung unterscheidet man 2 Typen von Endgeräten:

- Endgeräte mit fest eingestelltem TEI (1 bis 63)
- Endgeräte mit variablem TEI (64 bis 126)

Endgeräte mit fest eingestelltem TEI fordern diese Nummer von der Vermittlung an und bekommen sie bestätigt, Endgeräte mit variablem TEI können über beliebige TEIs kommunizieren.

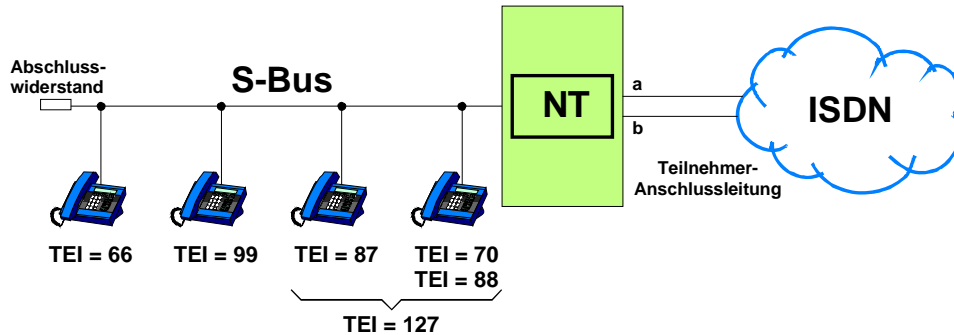


Bild 28 Beispiel einer TEI-Zuordnung

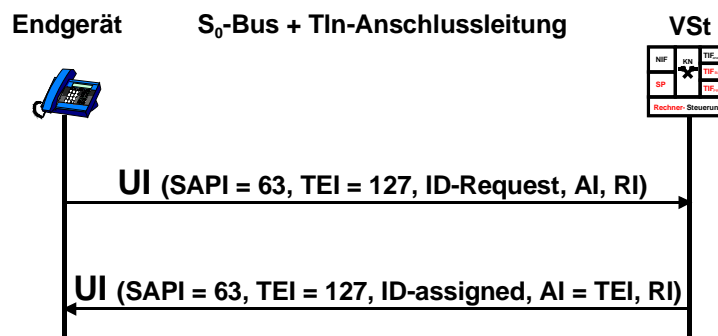


Bild 29 TEI-Zuweisungsprozedur

Aktivieren einer Schicht-2-Verbindung

Nach der Zuweisung der TEI-Werte, wird die logische Verbindung zum Netz hergestellt. Der Aufbau erfolgt durch Aussenden des SABME - Kommandos (Set Asynchronous Balance Extended Mode = Aktivierung). Die Gegenstelle im Netz bestätigt den Empfang mit einem UA-Rahmen (Unnumbered Acknowledge = Bestätigung). Anschließend erfolgt der Austausch von nummerierten I-Rahmen. Der Aufbau einer Schicht-2-Verbindung erfolgt normalerweise immer durch das Endgerät, weil nur dieses den eigenen TEI kennt. Nur im Falle von Telekommunikationsanlagen ist ein Aufbau einer Schicht-2-Verbindung von beiden Seiten aus vorgesehen, weil es sich hierbei um Punkt-Punkt-Verbindungen handelt (TEI = 0). Dieser Austausch von SABME/UA ist zeitüberwacht und hat die Aufgabe, alle Zähler (Send- und Empfangsfolge-Zähler) zurückzusetzen. Nach diesem Initialisieren können nummerierte 1-Blöcke mit korrekten Zählnummern N(S) und N(R) übertragen werden.

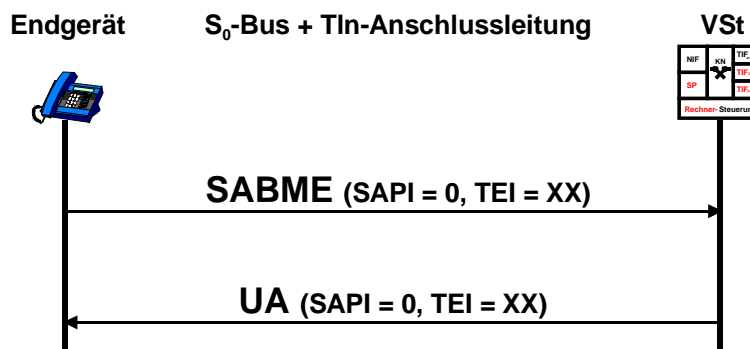


Bild 30 Aufbau einer Schicht-2-Verbindung

Transportieren von Schicht-3-Nachrichten (Informationsübertragung)

Die Übertragung von Schicht-3-Nachrichten erfolgt mit nummerierten I-Blöcken⁵. Nach jedem Aussenden eines I-Blockes erhöht der Sender den Sendefolgezähler N(S) um Eins. Hat der Empfänger seinerseits auch I-Blöcke zu übertragen, so kann er mit dem Aussenden des I-Blocks mit dem gegenüber dem empfangenen N(S) um Eins erhöhten Empfangsfolgezähler N(R) den Empfang bestätigen. Hat der Empfänger keine I-Blöcke zu übertragen, so quittiert er den richtigen Empfang mit einem S-Block RR (Receiver Ready). Beim Basisanschluss muss jeder gesendete I-Block sofort vom Empfänger quittiert werden (Fenstergröße w = 1). Beim Primäranschluss kann der Sender bis zu sieben I-Blöcke aussenden, bevor der Empfänger eine Quittung senden muss (Fenstergröße w = 7).

Antwortet die Vermittlungsstelle nicht innerhalb einer vorgeschriebenen Zeit (1 s), wird der Befehl SABME vom Endgerät wiederholt (max. 3 Wiederholungen). Ist die Vermittlungsstelle nicht bereit, eine Schicht-2-Verbindung aufzubauen, kann sie dies mit DM (Disconnected Mode) ablehnen.

Gestörte und verfälschte Blöcke werden erkannt durch:

- Bitfehler (FCS-Mechanismus)
- Folgefehler (Nummerierung nicht mehr fortlaufend = sequence error)
- Zeitüberwachung (time out)

Ein Block wird nicht quittiert, wenn:

- der Block verloren ging oder die Prüfsumme falsch ist
- die Quittung verloren ging (bei verllorener Quittung erfolgt keine Duplizierung)

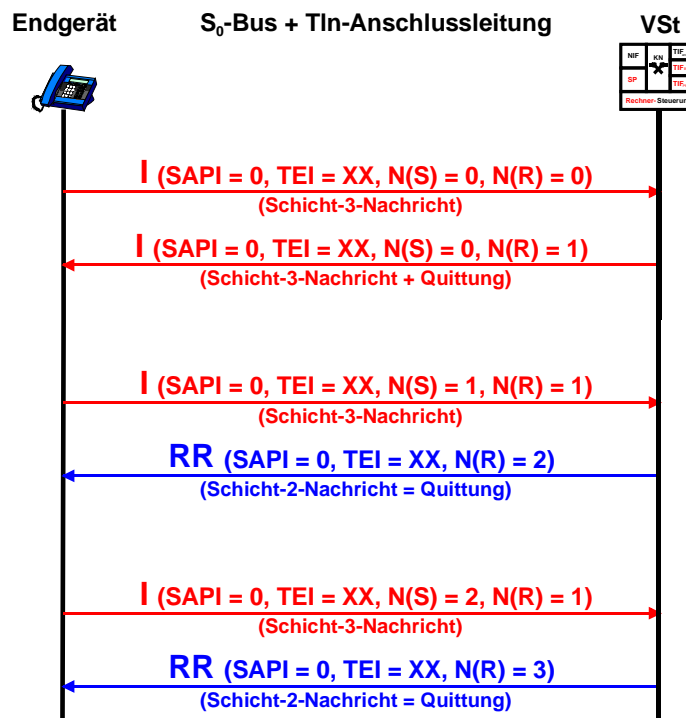


Bild 31 Quittierter Austausch von I-Blöcken

⁵ Die Datenpakete werden mit einer fortlaufenden Nummer modulo 128 versehen (... 126,127,0,1, ...)

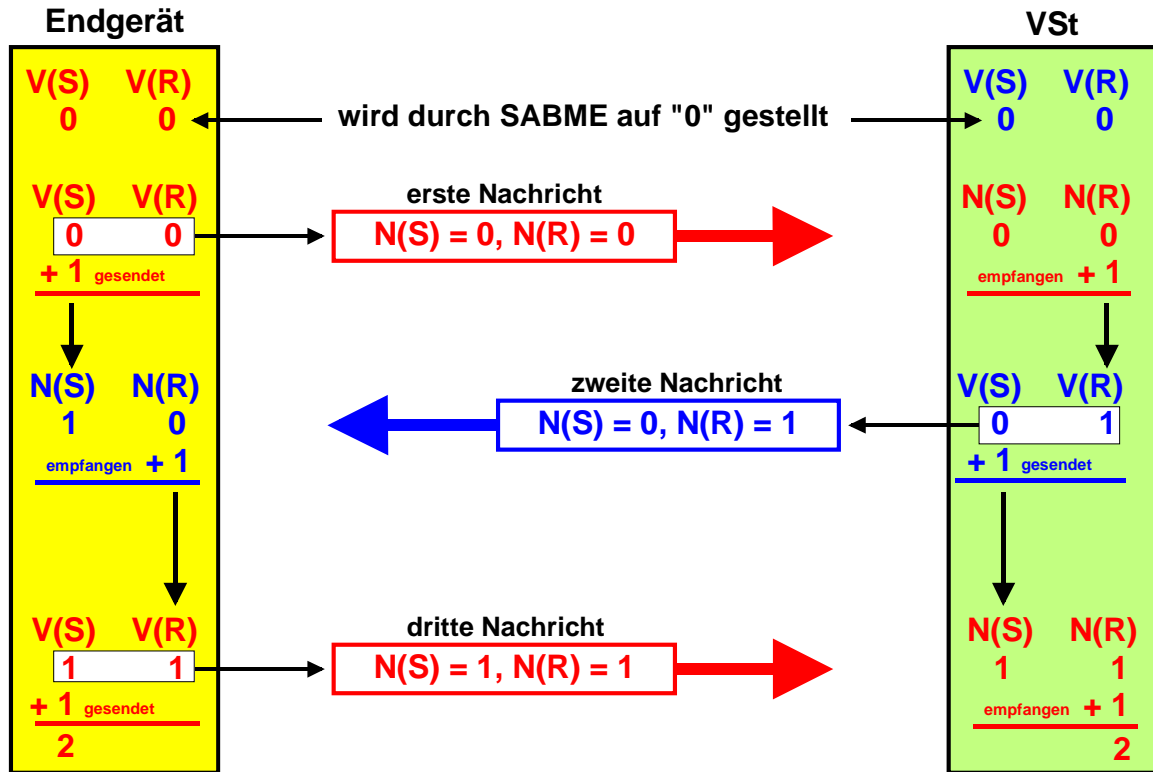


Bild 32 Sende- und Empfangsfolgezähler (vereinfacht)

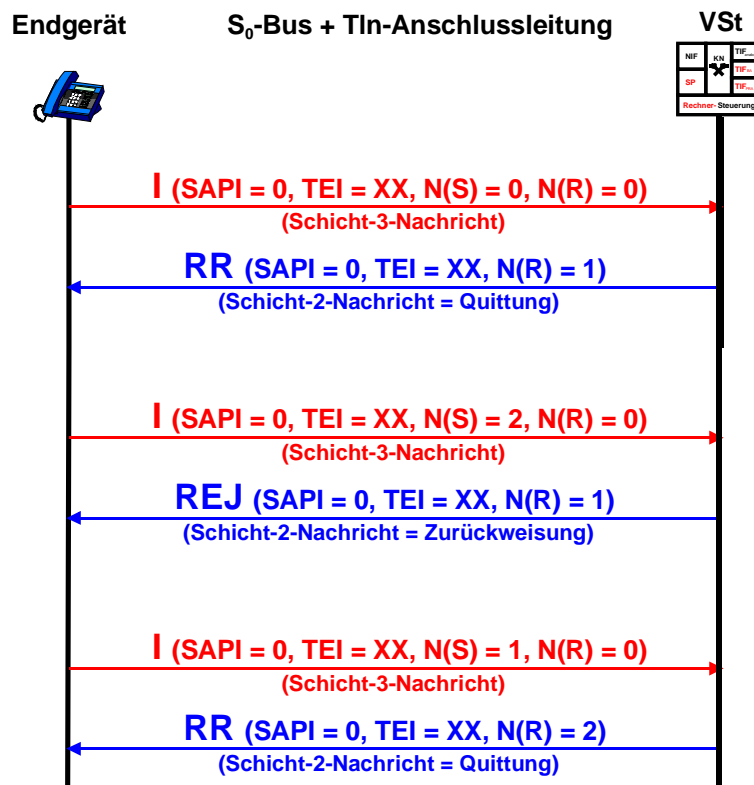


Bild 33 Abweisung eines Blocks mit „Sequence Error“

- Endgerät sendet I-Block mit N(S) = 2 statt N(S) = 1
- Vermittlungsstelle erkennt den Fehler und fordert mit REJ eine Wiederholung der Information ab N(S) = 1 an
- Endgerät wiederholt ab N(S) = 1

Deaktivieren einer Schicht-2-Verbindung

Sind keine I-Blöcke mehr zu übertragen, z.B. nach Beenden eines Gesprächs, wird die Schicht-2-Verbindung, nach Veranlassung durch die Schicht 3, deaktiviert. Der Abbau der Schicht 2 wird durch Senden von DISC (Disconnect) eingeleitet. Dies wird von der Gegenseite mit UA bestätigt. DISC kann von beiden Seiten gesendet werden.

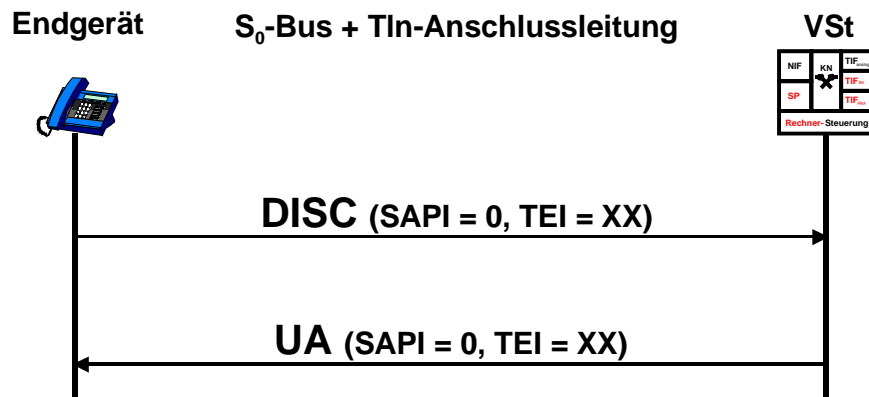


Bild 34 Abbau einer Schicht-2-Verbindung

5 Schicht 3

(20a) Die Schicht 3 des OSI-Referenzmodells wird als Vermittlungsschicht bezeichnet. Innerhalb dieser Schicht wird die eigentliche Benutzersignalisierung durch den Austausch von festgelegten Signalisierungsnachrichten (= Message Types) realisiert. Dazu gehören die Funktionen, die sowohl zum Auf- und Abbau von ISDN-Verbindungen als auch zur Realisierung von ISDN-Zusatzdiensten erforderlich sind (ITU-T-Empfehlungen Q.930 und Q.931). Die Länge der Schicht-3-Nachrichten ist auf 260 Oktetts begrenzt.

5.1 Nachrichtenformat

(20b) Zur Abwicklung des D-Kanal-Protokolls steht ein begrenzter Satz an Schicht-3-Nachrichten zur Verfügung. Jede Schicht-3-Nachricht besteht aus einem Nachrichtenkopf und den Informationselementen, welche den eigentlichen Nachrichteninhalt darstellen.

Der Nachrichtenkopf besteht aus dem

- Protokolldiskriminator und der
- Call Reference

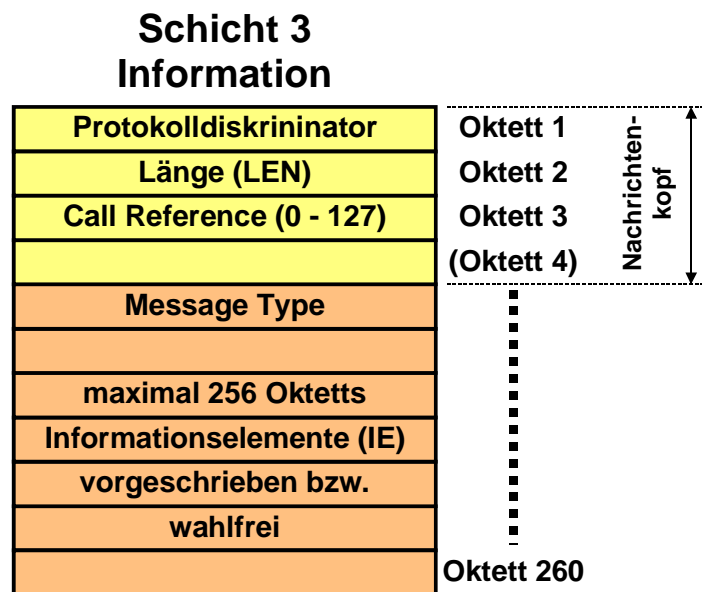


Bild 35 Schicht 3 Rahmenstruktur

Protokolldiskriminator

Der Protokolldiskriminator kennzeichnet das verwendete Protokoll (z.B. das EURO-ISDN-Protokoll).

Bit-Nummer	8	7	6	5	4	3	2	1
Oktett 1	0	0	0	0	1	0	0	0

Call Reference

Die Call Reference ist eine Schicht-3 Adresse und kennzeichnet alle Nachrichten, die zu einer Signalisierungsaktivität (Transaktion) gehören, wodurch die Möglichkeit besteht mehrere gleichzeitige Signalisierungsaktivitäten unterscheiden zu können. Am einfachen ISDN-Basisanschluss können gleichzeitig mehrere, unabhängige Signalisierungsaktivitäten, auch innerhalb eines Endgerätes, notwendig sein. Die "Call Reference" kennzeichnet alle Nachrichten einer Signalisierungsaktivität (Transaktion) und ermöglicht es so den Schicht-3-Instanzen, die einzelnen Transaktionen zu unterscheiden. Die Call Reference wird beim Beginn einer Transaktion (z.B. der TIn. hebt den Handapparat ab) vom Initiator (dem Endgerät oder der Vermittlungsstelle) festgelegt. Diese Call Reference wird in allen Nachrichten zwischen dem Endgerät und der Vermittlungsstelle bis zur Beendigung der Transaktion verwendet.

Die Call Reference hat nur lokale Bedeutung, d.h. sie kennzeichnet unterschiedliche Signalisierungsaktivitäten an einem Basisanschluss. Bei einer Verbindung zwischen einem A-TIn

und einem B-TIn müssen die Call Reference des A- und des B-Teilnehmers nicht übereinstimmen.

Gleichzeitig und unabhängig voneinander ablaufende Signalisierungsvorgänge sind z.B.:

- gleichzeitiges Abwickeln mehrerer Verbindungen (z.B. zwei unterschiedliche Dienste) durch ein multifunktionales Terminal
- Signalisierungsfunktionen für Verbindungen auf den beiden B-Kanälen und unabhängig davon das Steuern von Leistungsmerkmalen über ein drittes Terminal (z.B. Programmieren einer Weckzeit)
- Steuerung von Dienstmerkmalen, z.B. beim Hin- und Herschalten zwischen zwei unabhängigen Verbindungen, unter Verwendung nur eines B-Kanals.

Message Type

Der Message Type (Nachrichtentyp) bezeichnet die verwendete Schicht-3-Nachricht (SETUP, CONNET, usw.) Jedem Message Type sind Informationselemente zugeordnet, die teilweise für den jeweiligen Nachrichtentyp vorgeschrieben sind oder wahlweise vorhanden sein können. Durch diese Informationselemente wird der eigentliche Nachrichteninhalt definiert, z.B. in der Setup-Nachricht zu Beginn einer abgehenden Verbindung die Bestimmung des Übermittlungsdienstes und evtl. die Festlegung des zu verwendenden B-Kanals.

Message Type	Bedeutung vom EG zur VSt.	Bedeutung von der VSt. zum EG
ALERTING	EG ist zur Rufannahme bereit, TIn. wird gerufen	Netzseitig konnte die Verb. bis zum Ziel aufgebaut werden
CONNECT	Ankommender Ruf wurde angenommen	B-Kanal wurde durchgeschaltet
CONNECT ACKNOWLEDGE	Keine	Bestätigung für das den Ruf annehmende EG, dass es ausgewählt wurde
DISCONNECT	Aufforderung zum Auslösen (Verbindungsabbau)	Auslösen vom Netz gefordert
INFORMATION FACILITY	Wahlinformation (Wahlziffern)	Keine
REGISTER	EG beantragt bei VSt. Eintragen eines Dienstmerkmals	Keine
RELEASE	Freigabe des B-Kanals und der Call Reference	Freigabe des B-Kanals und der Call Reference
RELEASE COMPLETE	Quittierung der Release-Nachricht	Quittierung der Release-Nachricht
RESUME	Wiederanforderung der geparkten Verb.	Keine
SETUP	EG leitet den Verb.aufbau ein	Für EG liegt ein ankommender Ruf vor
SETUP ACKNOWLEDGE	Quittierung einer Setup-Nachricht	Quittierung einer Setup-Nachricht
SUSPEND	Aufforderung die Verb. in VSt. zu parken	Keine

Tabelle 4 Übersicht über die wichtigsten Schicht-3-Nachrichten:

5.2 Vereinfachter Protokollablauf für eine leitungsvermittelte Verbindung

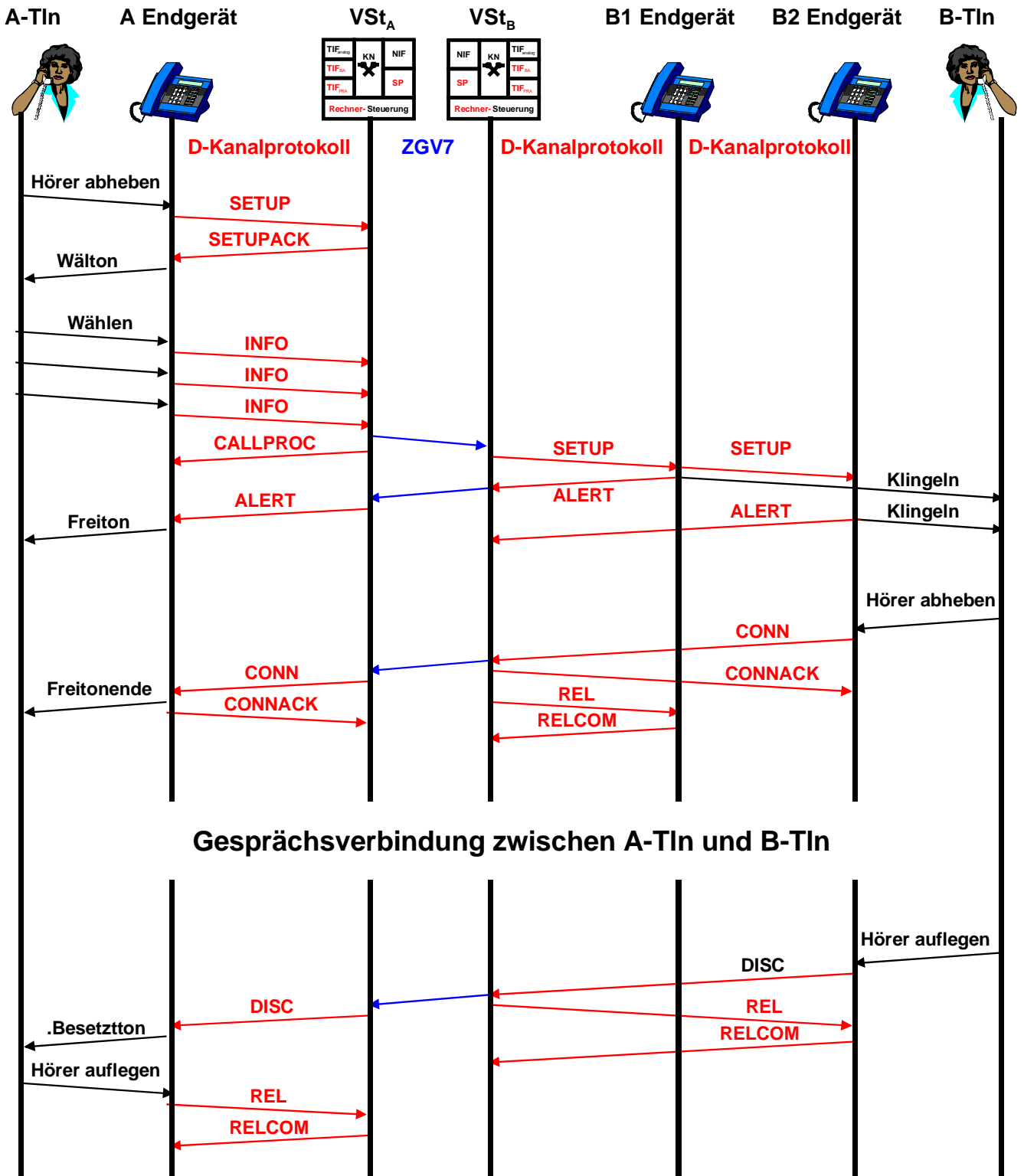
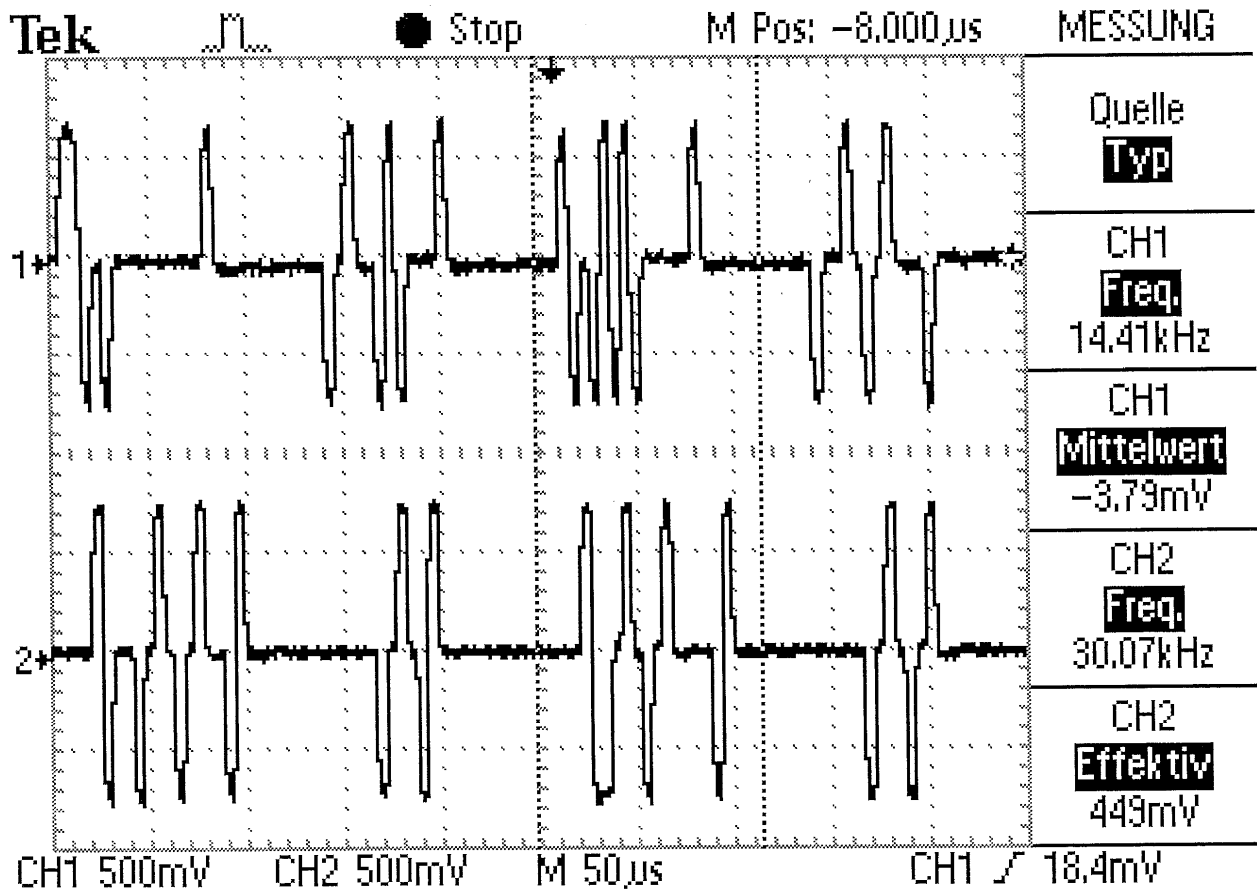


Bild 36 Vereinfachter Protokollablauf für eine leitungsvermittelte Verbindung

6 Beispiele von D-Kanal-Protokollabläufen

6.1. Rahmenanfang am S₀-Bus

siehe auch Seiten 10 und 11



6.2 Protokollablauf A-Teilnehmer

A Teilnehmer legt auf ohne zu wählen

- 2 + 3 A-Teilnehmer: TEI-Anforderung und Zuweisung
- 4 + 5 Aktivieren/Überprüfen der Schicht -2-Verbindung auf der A-Seite
- 6 - 9 Belegen/Reservieren eines KN-Einganges für den A-Teilnehmer

Simulating: ISDN-SO Protocol: EDSS1 File: AB

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
1								Physical layer activated LOCAL 13:32:16:164
2	FCh	FFh	03h					0Fh 0Fh EBh 01h FFh MEId :15 Reference :60175 TeiMsgType:Identity REQUEST ActInd :127=any TEI acceptable USER 13:32:16:187
3	FEh	FFh	03h					0Fh 0Fh EBh 02h 81h MEId :15 Reference :60175 TeiMsgType:Identity ASSIGNED ActInd :64=assigned TEI value 13:32:16:190- NET
4	00h	81h	7Fh					0 64 C SABME 1 USER 13:32:16:216
5	00h	81h	73h					0 64 R UA 1 13:32:16:222- NET
6	00h	81h	00h 00h					08h 01h 01h 05h 04h 03h 80h 90h A3h 7Dh 02h 91h 81h 0 64 C I 0 0 0 SETUP CallRef :1 originator BCAP:speech / CCITT standardized coding 64 kBit/s using circuit mode A3H HLC: CCITT standardized coding telephony USER 13:32:16:256
7	00h	81h	01h 02h					0 64 R RR 0 1 13:32:16:301- NET
8	02h	81h	00h 02h					08h 01h 81h 0Dh 18h 01h 89h 1Eh 02h 80h 88h 0 64 C T 0 0 1 SETUP AC CallRef :1 destinator CHI: the channel identified is not the D-channel only B1 channel is acceptable basic interface implicitly identified PRIN:Location: User CCITT standardized coding in-band information now available 13:32:16:307- NET
9	02h	81h	01h 02h					0 64 R RR 0 1 USER 13:32:16:344
10	00h	81h	02h 02h					08h 01h 01h 45h 08h 02h 80h 90h 0 64 C I 0 1 1 DIS CallRef :1 originator

10 – 17 A-Teilnehmer legt auf und wird in VSt frei geschaltet

7, 9, 11, 13, 15, 17 sind Schicht-2-Nachrichten, die den fehlerfreien Empfang der vorangegangenen Schicht-3-Nachricht quittieren.

Simulating: ISDN-SO

Protocol: EDSS1

File: AB

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
CAU: Location: User CCITT standardized coding Cause value:90H								
← USER —13:32:25:629— →								
11	00h	81h	01h	04h				
	0	64	R	RR	0		2	
← —13:32:25:656— NET —								
12	02h	81h	02h	04h				
	0	64	C	I	0	1	2	08h 01h 81h 4Dh REL CallRef :1 destination
← —13:32:25:661— NET —								
13	02h	81h	01h	04h				
	0	64	R	RR	0		2	
← USER —13:32:25:699— →								
14	00h	81h	04h	04h				
	0	64	C	I	0	2	2	08h 01h 01h 5Ah REL_CMP CallRef :1 originator
← USER —13:32:25:720— →								
15	00h	81h	01h	06h				
	0	64	R	RR	0		3	
← —13:32:25:741— NET —								
16	00h	81h	53h					
	0	64	C	DISC	1			
← USER —13:32:34:723— →								
17	00h	81h	73h					
	0	64	R	UA	1			
← —13:32:34:729— NET —								
18	Physical layer deactivated							
← LOCAL —13:32:35:269— →								

6.3 Protokollablauf A-Teilnehmer
A Teilnehmer beendet die Verbindung

- 2 + 3 A-Teilnehmer: TEI-Anforderung und Zuweisung
- 4 + 5 Aktivieren/Überprüfen der Schicht -2-Verbindung auf der A-Seite
- 6 – 9 Belegen/Reservieren eines KN-Einganges für den A-Teilnehmer

Simulating: ISDN-SO Protocol: EDSS1 File: WA

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
1								Physical layer activated LOCAL 13:33:59:031
2	FFh	03h	63	127	C	UI	0	0Fh 0Fh 75h 01h FFh MEId :15 Reference :29967 TeiMsgType:Identity REQUEST ActInd :127=any TEI acceptable USER 13:33:59:053
3	FEh	03h	63	127	C	UI	0	0Fh 0Fh 75h 02h 81h MEId :15 Reference :29967 TeiMsgType:Identity ASSIGNED ActInd : 64=assigned TEI value 13:33:59:058 NET
4	00h	81h	7Fh	0	64	C	SABME 1	USER 13:33:59:084
5	00h	81h	73h	0	64	R	UA 1	13:33:59:091 NET
6	00h	81h	00h	00h	0	64	C I	0 0 0 SETUP CallRef :1 originator BCAP:speech / CCITT standardized coding 64 kBit/s using circuit mode A3H HLC: CCITT standardized coding telephony USER 13:33:59:124
7	00h	81h	01h	02h	0	64	R RR	0 1 13:33:59:169 NET
8	02h	81h	00h	02h	0	64	C I	0 0 1 SETUP AC CallRef :1 destinator CHI: the channel identified is not the D-channel only B1 channel is acceptable basic interface implicitly identified PRIN:Location: User CCITT standardized coding in-band information now available 13:33:59:175 NET
9	02h	81h	01h	02h	0	64	R RR	0 1 USER 13:33:59:212
10	00h	81h	02h	02h	0	64	C I	0 1 1 INFO CallRef :1 originator

- 10 +15 Wahlziffern (B-Rufnummer = 201)
- 16 + 17 KN in A-VSt ist durchgeschaltet
- 18 + 19 beim B-Teilnehmer läutet es

Simulating: ISDN-SO

Protocol: EDSS1

File: WA

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
								CDN: ISDN/telephony numbering plan type of number unknown number digits:2
	USER							← 13:34:01:045 →
11	00h	81h	01h	04h	0		2	
		0	64	R RR				← 13:34:01:067- NET →
12	00h	81h	04h	02h	0	2	1	08h 01h 01h 7Bh 70h 02h 81h 30h INFO CallRef :1 originator CDN: ISDN/telephony numbering plan type of number unknown number digits:0
	USER							← 13:34:01:735 →
13	00h	81h	01h	06h	0		3	
		0	64	R RR				← 13:34:01:757- NET →
14	00h	81h	06h	02h	0	3	1	08h 01h 01h 7Bh 70h 02h 81h 31h INFO CallRef :1 originator CDN: ISDN/telephony numbering plan type of number unknown number digits:1
	USER							← 13:34:02:777 →
15	00h	81h	01h	08h	0		4	
		0	64	R RR				← 13:34:02:841- NET →
16	02h	81h	02h	08h	0	1	4	08h 01h 81h 02h 18h 01h 89h CALL PRO CallRef :1 destinator CHI: the channel identified is not the D-channel only B1 channel is acceptable basic interface implicitly identified
								← 13:34:02:846- NET →
17	02h	81h	01h	04h	0		2	
	USER							← 13:34:02:897 →
18	02h	81h	04h	08h	0	2	4	08h 01h 81h 01h 1Eh 02h 80h 88h ALERT CallRef :1 destinator PRIN:Location: User CCITT standardized coding in-band information now available
								← 13:34:03:071- NET →
19	02h	81h	01h	06h	0		3	
	USER							← 13:34:03:107 →
20	02h	81h	06h	08h	0	3	4	08h 01h 81h 07h 29h 05h 02h 0Ah 02h 0Dh 21h CONN CallRef :1 destinator

20 + 21 B-Teilnehmer hebt ab, Verbindung wird durchgeschaltet
 22 - 29 A-Teilnehmer erhält Verbindungskosten-Information

Simulating: ISDN-SO

Protocol: EDSS1

File: WA

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
								DTE: Year :2 Month :10 Day :2 Hour :13 Minute:33
								← 13:34:05:445- NET →
21	02h	81h	01h	08h				
	0	64	R	RR	0		4	
	USER							← 13:34:05:480 →
22	02h	81h	08h	08h				
	0	64	C	I	0	4	4	08h 01h 81h 62h 1Ch 15h 91h A1h 12h 02h 01h 01h 02h 01h 22h 30h 0Ah A1h 05h 30h 03h 02h 01h 01h 82h 01h 00h FAC CallRef :1 destinator FACI:supplementary service applications invoke length of component:18 2H 1H 1H 2H 1H 22H 30H AH A1H 5H 30H 3H 2H 1H 1H 82H 1H 0H
								← 13:34:05:493- NET →
23	02h	81h	01h	0Ah				
	0	64	R	RR	0		5	
	USER							← 13:34:05:590 →
24	02h	81h	0Ah	08h				
	0	64	C	I	0	5	4	08h 01h 81h 62h 1Ch 15h 91h A1h 12h 02h 01h 01h 02h 01h 22h 30h 0Ah A1h 05h 30h 03h 02h 01h 02h 82h 01h 00h FAC CallRef :1 destinator FACI:supplementary service applications invoke length of component:18 2H 1H 1H 2H 1H 22H 30H AH A1H 5H 30H 3H 2H 1H 2H 82H 1H 0H
								← 13:34:15:458- NET →
25	02h	81h	01h	0Ch				
	0	64	R	RR	0		6	
	USER							← 13:34:15:506 →
26	02h	81h	0Ch	08h				
	0	64	C	I	0	6	4	08h 01h 81h 62h 1Ch 15h 91h A1h 12h 02h 01h 01h 02h 01h 22h 30h 0Ah A1h 05h 30h 03h 02h 01h 03h 82h 01h 00h FAC CallRef :1 destinator FACI:supplementary service applications invoke length of component:18 2H 1H 1H 2H 1H 22H 30H AH A1H 5H 30H 3H 2H 1H 3H 82H 1H 0H
								← 13:34:25:474- NET →
27	00h	81h	01h	0Dh				
	0	64	C	RR	1		6	
	USER							← 13:34:25:492 →
28	00h	81h	01h	09h				
	0	64	R	RR	1		4	

- 30 + 31 A-Teilnehmer legt auf
- 32 + 33 A-Teilnehmer erhält letzte Verbindungskosten-Information
- 34 – 37 A-Endgerät wird freigegeben, Teilnehmer in der VSt frei geschaltet

Simulating: ISDN-SO

Protocol: EDSS1

File: WA

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION	
← 13:34:25:500- NET →									
29	02h	81h	01h	0Eh					
	0	64	R	RR	0		7		
— USER —13:34:25:528→									
30	00h	81h	08h	0Eh				08h 01h 01h 45h 08h 02h 80h 90h	
	0	64	C	I	0	4	7	DIS CallRef :1 originator	
CAU: Location: User CCITT standardized coding Cause value:90H									
— USER —13:34:30:069→									
31	00h	81h	01h	0Ah					
	0	64	R	RR	0		5		
← 13:34:30:110- NET →									
32	02h	81h	0Eh	0Ah				08h 01h 81h 4Dh 1Ch 14h 91h A1h 11h 02h	
								01h 01h 02h 01h 24h 30h 09h 30h 07h A1h	
	0	64	C	I	0	7	5	05h 30h 03h 02h 01h 03h	
REL CallRef :1 destination FACI:supplementary service applications invoke length of component:17 2H 1H 1H 2H 1H 24H 30H 9H 30H 7H A1H 5H 30H 3H 2H 1H 3H									
← 13:34:30:117- NET →									
33	02h	81h	01h	10h					
	0	64	R	RR	0		8		
— USER —13:34:30:168→									
34	00h	81h	0Ah	10h				08h 01h 01h 5Ah	
	0	64	C	I	0	5	8	REL_CMP CallRef :1 originator	
— USER —13:34:30:197→									
35	00h	81h	01h	0Ch					
	0	64	R	RR	0		6		
← 13:34:30:222- NET →									
36	00h	81h	53h						
	0	64	C	DISC	1				
— USER —13:34:39:182→									
37	00h	81h	73h						
	0	64	R	UA	1				
← 13:34:39:188- NET →									
38	Physical layer deactivated							LOCAL	13:34:39:728

6.4 Protokollablauf A-Teilnehmer
A Teilnehmer beendet die Verbindung

- 2 B-Endgerät wird von VSt belegt
- 3 + 4 B-Teilnehmer: TEI-Anforderung und Zuweisung
- 5 + 6 Aktivieren/Überprüfen der Schicht -2-Verbindung auf der B-Seite
- 7 + 8 B-Endgerät läutet
- 9 -12 B-Teilnehmer hebt ab

Simulating: ISDN-SO Protocol: EDSS1 File: WAP

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
1								Physical layer activated LOCAL 13:36:33:474
2	02h	FFh	03h					08h 01h 01h 05h A1h 04h 03h 80h 90h A3h 18h 01h 89h 70h 04h 80h 31h 30h 31h 7Dh 02h 91h 81h 0 127 C UI 0 SETUP CallRef :1 originator SNDC: BCAP:speech / CCITT standardized coding 64 kBit/s using circuit mode A3H CHI: the channel identified is not the D-channel only B1 channel is acceptable basic interface implicitly identified CDN: numbering plan and type of number unknown number digits:101 HLC: CCITT standardized coding telephony 13:36:33:477- NET
3	FCh	FFh	03h					0Fh 10h B1h 01h FFh MEId :15 Reference :45328 TeiMsgType:Identity REQUEST ActInd :127=any TEI acceptable USER 13:36:33:609
4	FEh	FFh	03h					0Fh 10h B1h 02h 81h MEId :15 Reference :45328 TeiMsgType:Identity ASSIGNED ActInd : 64=assigned TEI value 13:36:33:613- NET
5	00h	81h	7Fh					0 64 C SABME 1 USER 13:36:33:648
6	00h	81h	73h					0 64 R UA 1 13:36:33:654- NET
7	00h	81h	00h 00h					08h 01h 81h 01h 0 64 C I 0 0 0 ALERT CallRef :1 destinator USER 13:36:33:687
8	00h	81h	01h 02h					0 64 R RR 0 1 13:36:33:723- NET
9	00h	81h	02h 00h					08h 01h 81h 07h 0 64 C I 0 1 0 CONN CallRef :1 destinator USER 13:36:36:151
10	00h	81h	01h 04h					0 64 R RR 0 2

- 9 -12 B-Teilnehmer hebt ab
- 13 + 14 A-Teilnehmer hat aufgelegt
- 15 – 18 B-Teilnehmeranschluss und B-Endgerät werden freigegeben

Simulating: ISDN-SO

Protocol: EDSS1

File: WAP

Nr	SAPI	TEI	CR	FRAME	PF	NS	NR	INFORMATION
←-----13:36:36:183- NET -----								
11	02h	81h	00h	04h				08h 01h 01h 0Fh
	0	64	C	I	0	0	2	CONN_ACK CallRef :1 originator
←-----13:36:36:188- NET -----								
12	02h	81h	01h	02h				
	0	64	R	RR	0		1	
— USER —13:36:36:230-----→								
13	02h	81h	02h	04h				08h 01h 01h 45h 08h 02h 82h 90h
	0	64	C	I	0	1	2	DIS CallRef :1 originator CAU: Location: Public network serving local user CCITT standardized coding Cause value:90H
←-----13:36:46:156- NET -----								
14	02h	81h	01h	04h				
	0	64	R	RR	0		2	
— USER —13:36:46:186-----→								
15	00h	81h	04h	04h				08h 01h 81h 4Dh
	0	64	C	I	0	2	2	REL CallRef :1 destinator
— USER —13:36:46:233-----→								
16	00h	81h	01h	06h				
	0	64	R	RR	0		3	
←-----13:36:46:267- NET -----								
17	02h	81h	04h	06h				08h 01h 01h 5Ah
	0	64	C	I	0	2	3	REL_CMP CallRef :1 originator
←-----13:36:46:271- NET -----								
18	02h	81h	01h	06h				
	0	64	R	RR	0		3	
— USER —13:36:46:313-----→								
19	00h	81h	53h					
	0	64	C	DISC	1			
— USER —13:36:55:328-----→								

7 Kontrollfragen

1. Aus welchen Einheiten besteht die Kommunikationsstruktur des OSI-Referenzmodells und welche grundlegenden Aufgaben haben diese?
2. Wie sieht die Protokollarchitektur des ISDN aus?
3. Nennen Sie die Aufgaben der Schicht 1?
4. Nennen Sie die Aufgaben der Schicht 2?
5. Nennen Sie die Aufgaben der Schicht 3?
6. Beschreiben Sie die Rahmenstruktur des Basisanschlusses am S₀-Referenzpunkt.
7. Wie erfolgt die Pulsrahmenkennung am S₀-Referenzpunkt?
8. Beschreiben Sie die Rahmenstruktur des Basisanschlusses am U-Referenzpunkt.
9. Beschreiben Sie den Rahmenaufbau des Primäranschlusses am U-Referenzpunkt.
10. Wie erfolgt die Aktivierung der Schicht 1 bei der S₀-Schnittstelle?
11. Wie erfolgt die Deaktivierung der Schicht 1 bei der S₀-Schnittstelle?
12. Wie erfolgt die Aktivierung/Deaktivierung bei der U-Schnittstelle?
13. Erklären Sie die D-Kanalzugriffssteuerung mit Kollisionserkennung.
14. Welche grundsätzlichen Kategorien von Schicht-2-Nachrichten kennen Sie?
15. Beschreiben Sie die Aufgaben und Einsatz des SAPI?
16. Beschreiben Sie die Aufgaben des TEI und seine Zuordnung?
17. Wofür werden I-Format und S-Format-Rahmen eingesetzt?
18. Welche U-Format-Rahmen kennen Sie und wofür werden sie eingesetzt?
19. Beschreiben Sie den Aufbau einer Schicht-2-Verbindung.
20. Beschreiben Sie die Aufgaben der Schicht-3-Nachrichten und ihre Bestandteile?

8 Bilder und Tabellen

Bild 1 Zeichengabe im ISDN..... 3

Bild 2 Das OSI-Referenzmodell..... 4

Bild 3 ISDN Protokollarchitektur 5

Bild 4 Prinzip einer ISDN-Zeichengabeverbindung..... 6

Bild 5 Prinzip einer ISDN-Nutzkanalverbindung 6

Bild 6 Protokollablauf: Schicht 1 bis Schicht 3..... 8

Bild 7 Rahmenstruktur des Basisanschlusses am S₀-Referenzpunkt..... 9

Bild 8 Erste Coderegolverletzung (Richtung TE – NT) 10

Bild 9 Zweite Coderegolverletzung (Richtung TE – NT) 11

Bild 10 Rahmenanfang Richtung TE → NT, ohne bzw. mit Adernvertauschung 11

Bild 11 Pulsrahmenstruktur des Basisanschlusses zwischen TE und NT mit
möglichen pseudoternären Werten der einzelnen Bits 11

Bild 12 Pulsrahmenstruktur auf der U-Schnittstelle 13

Bild 13 Synchronwort SW und invertiertes Synchronwort ISW 13

Bild 14 Kanal "0" des 2048 kbit/s Primäranschlusses..... 14

Bild 15 Pulsrahmenstruktur des 2048 kbit/s Primärmultiplexanschlusses 14

Bild 16 Schicht 1 Aktivierung durch das Endgerät..... 15

Bild 17 Zusammenhang Synchronisierung S₀- und U-Schnittstelle 16

Bild 18 Prinzip der Echokompensation 17

Bild 19 D-Kanal Zugriffssteuerung..... 18

Bild 20 D-Kanalzugriffssteuerung mit Kollisionserkennung 19

Bild 21 Rahmenaufbau von Schicht 2 & 3 20

Bild 22 Schicht 2 Rahmenstruktur 20

Bild 23 Blockbegrenzung (Flag)..... 21

Bild 24 Informationsrahmen..... 22

Bild 25 Steuerrahmen..... 22

Bild 26 Unnummerierter Rahmen 22

Bild 27 Prinzip einer HDLC-Prozedur 23

Bild 28 Beispiel einer TEI-Zuordnung 24

Bild 29 TEI-Zuweisungsprozedur..... 24

Bild 30 Aufbau einer Schicht-2-Verbindung..... 24

Bild 31 Quittierter Austausch von I-Blöcken 25

Bild 32 Sende- und Empfangsfolgezähler (vereinfacht)..... 26

Bild 33 Abweisung eines Blocks mit „Sequence Error“ 26

Bild 34 Abbau einer Schicht-2-Verbindung..... 27

Bild 35 Schicht 3 Rahmenstruktur 28

Bild 36 Vereinfachter Protokollablauf für eine leitungsvermittelte Verbindung..... 30

Tabelle 1 Beschreibung der Bit-Bedeutung..... 12

Tabelle 2 Meldungen des Schicht 1 Protokolls..... 15

Tabelle 3 Deaktivierungsprozedur an der S₀-Schnittstelle 16

Tabelle 4 Übersicht über die wichtigsten Schicht-3-Nachrichten:..... 29

9 Abkürzungen

AMI	Alternate Mark Inversion
CCS7	Common Channel Signalling System 7
CRC	Cyclic Redundancy Check
DISC	Disconnect
DM	Disconnect Mode
DSS1	Digital Subscriber Signalling System 1
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
FRMR	Frame Reject – Response
HDLC	High Level Data Link Control
HDSL	High Speed Digital Subscriber Line
ISDN	Integrated Services Digital Network, Digitalnetz mit Diensteintegration
ISDN	Integrated Services Digital Network, Digitalnetz mit Diensteintegration
ISO	International Standards Organization
ISO	International Standards Organization
ISW	Invertiertes Synchronwort
ITU-T	Internationale Telegraphen Union, Abteilung Telekommunikation
ITU-T	Internationale Telegraphen Union, Abteilung Telekommunikation
LAPD	Link Access Procedure D
MAMI	modifizierter AMI-Code
NT	Network Termination, Netzabschluss(gerät)
NT	Network Termination, Netzabschluss(gerät)
OSI	Open System Interconnection
OSI	Open Systems Interconnection
PCM	Pulse Code Modulation
SABME	Set Asynchronous Balanced Mode Extended
SAPI	Service Access Point Identifier
SDL	specification and description language
SW	Synchronwort
TE	Terminal Equipment, Endgerät
TEI	Terminal Endpoint Identifier
TK-Anlage	Telekommunikationsanlage
UA	Unnumbered Acknowledge
UI	Unnumbered Information

10 Literatur

- [1] Dieter Conrads, Datenkommunikation, Vieweg & Sohn, 1. Auflage, 1989, ISBN 3-528-04589-2
- [2] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [3] Gunther Althage (Hrsg), Digitale Vermittlungssysteme für Fernsprechen und ISDN, R.v.Decker's Verlag, 1991, ISBN 3-7685-0689-4
- [4] Telekommunikationstechnik, 6. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel, 1995, ISBN 3-8085-3346-3
- [5] SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Topic 7 Digital-Fernsprechen
- [6] Gerd Siegmund, Technik der Netze, 3. Auflage, R.v.Decker's Verlag, 1996, ISBN 3-7685-2495-7
- [7] SIEMENS, Halbleiter – technische Erläuterungen und Kenndaten für Studierende, 1990, ISBN 3-8009-1554-5
- [8] Beuth/Hanebuth/Kurz, Nachrichtentechnik – Elektronik 7, 1. Auflage, Vogel Fachbuchverlag, 1996, ISBN 3-8023-1401-8
- [9] Taschenbuch der Telekommunikation 1999, Fachbuchverlag Leipzig
- [10] Herald Gessinger, e&i , 106. Jahrgang – Heft 11 1989
- [11] Peter Bocker, ISDN – Digitale Netze für Sprach-, Text-, Daten-, Video- und Multimedia-kommunikation, vierte, erweiterte Auflage, Springer Verlag, 1997, ISBN 3-540-57431-X
- [12] Peter Bocker, ISDN das diensteintegrierende digitale Nachrichtennetz, Springer Verlag, 1986, ISBN 3-540-15727,1
- [13] Robert Schoblick, EURO-ISDN im praktischen Einsatz, 3. Auflage, Franzis Verlag, 1996, ISBN 3-7723-4483-6
- [14] Hermann Müller, Grundlagen Protokoll DSS1, Leybold Didactic GmbH
- [15] Die EURO-ISDN CD, Francis Verlag
- [16] Herald Gessinger, Euro-ISDN Grundlagen, Alcatel Austria Wien, 1996
- [17] SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Topic 9 Zeichengabesystem Nr.1 für ISDN-Teilnehmerleitungen (DSS1)