

## 2.1 OSI-Referenzmodell: Schicht 1

Version: Jan. 2003

### Inhalt

- Aufgaben und Funktionen
- Schnittstellen
- Übertragungsdienst

#### mechanisch

z.B. Spezifikation von Verbindungselementen, Pinbelegung

#### elektrisch

verwendete Spannungspegel, Impedanzen etc.

#### funktional

z.B. die Bedeutung der möglichen Spannungspegel an einzelnen Pins

#### prozedural

z.B. Reihenfolge, in der bestimmte Ereignisse auftreten dürfen

Die Bitübertragungsschicht (physische Schicht, physical layer) überträgt einzelne Bits zwischen benachbarten Stationen. Die logische Gruppierung mehrerer Bits wird erst auf der Sicherungsschicht eingeführt.

Bild: Aufgaben der physikalischen Schicht

Im Einzelnen erfüllt die Bitübertragungsschicht folgende Aufgaben:

- **Mechanisch:** definiert die Schnittstelle zwischen der Station (genauer: dem Netzadapter einer Station) und dem Übertragungsmedium. Dies ist in der Regel eine mehrpolige Steckverbindung.
- **Elektrisch:** definiert die Codierung der Bits (Spannungspegel, Impedanzen, Signalform, Frequenzbereich, etc.) und die Datenübertragungsrate.
- **Funktional:** legt die einzelnen Funktionen fest, die im Netzadapter vorhanden sind.
- **Prozedural:** beschreibt die Abläufe, die für die Bitübertragung erforderlich sind.

Auf der Schicht 1 werden physikalische Eigenschaften einer Übertragungsstrecke beschrieben, z. B. die Eigenschaften des Übertragungsmediums, das verwendete Übertragungsverfahren sowie Bauform und Belegung der Steckverbindungen zwischen DTE (Data Terminal Equipment) und DCE (Data Communications Equipment). Die **Datenendeinrichtung** DTE ist das **Endgerät** (z. B. Arbeitsplatzrechner) des Benutzers, die **Datenübertragungseinrichtung** DCE kann je nach Übertragungsverfahren ein Modem, ein ISDN-Adapter oder ein sonstiger Netzadapter sein.

Wichtige Standards für die Schicht 1 sind:

- **V.24:** Schnittstelle für Asynchrone Datenübertragung über Fernsprechleitungen.
- **X.21:** Schnittstelle für Synchrone Datenübertragung über öffentliche Datennetze. Dabei wird die DTE aus dem Netz getaktet.
- **X.21bis:** Schnittstelle zwischen DTE und synchronen Modems der V-Serie in öffentlichen Datennetzen.
- **RS-232-C:** Dieser amerikanische Standard ist sehr ähnlich zu V.24.

**(1) Verbindungsbetrieb**

erlaubt die Übertragung eines Bitstroms zwischen Instanzen der Sicherungsschicht

**(2) Übertragung von physikalischen Dienstdateneinheiten**

(*Physical Service Data Units*, Ph-SDUs)

Dienstdateneinheit besteht entweder aus einem Bit (serielle Übertragung) oder n Bits (parallele Übertragung); Halbduplex- und Vollduplexbetrieb möglich

**(3) Physikalische Verbindungs-Endpunkte** (*Physical Connection Endpoints*)

physikalische Verbindung kann mehrere Endpunkte haben; Verbindungsendpunkt-Identifikatoren bereitgestellt und von Instanzen der Sicherungsschicht benutzt, um physikalische Verbindungen zu identifizieren

**(4) Reihenfolgeerhaltung** (*Sequencing*)

Bits werden in der gleichen Reihenfolge ausgeliefert, in der sie gesendet wurden

**(5) Dienstgüte-Parameter** (*Quality of Service*)

- Fehlerrate
- Verfügbarkeit des physikalischen Dienstes
- Übertragungsrate
- Übertragungsverzögerung

Bild: Dienste der physikalischen Schicht

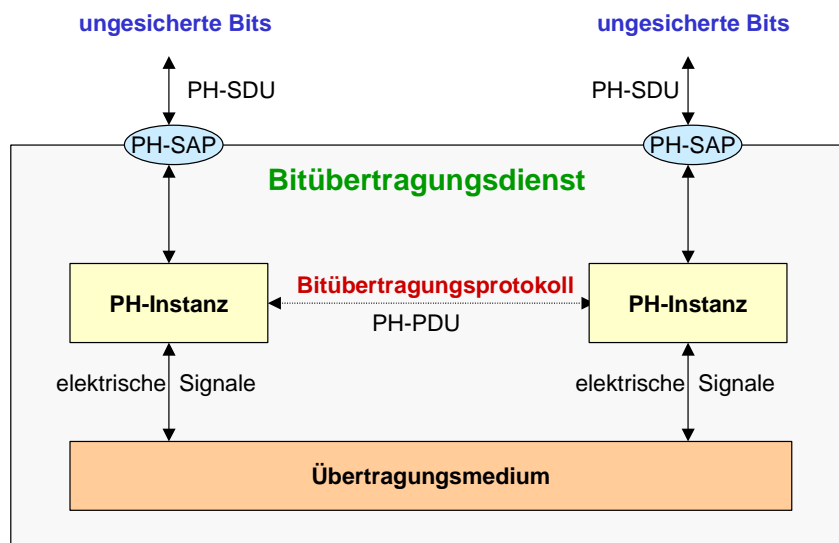
**(1) Aktivierung und Deaktivierung von physikalischen Verbindungen**

Verbindungen zwischen Instanzen der Sicherungsschicht werden auf Aufforderung einer dieser Instanzen aktiviert bzw. deaktiviert

**(2) Übertragung von physikalischen Dienstdateneinheiten**

sowohl synchron als auch asynchron

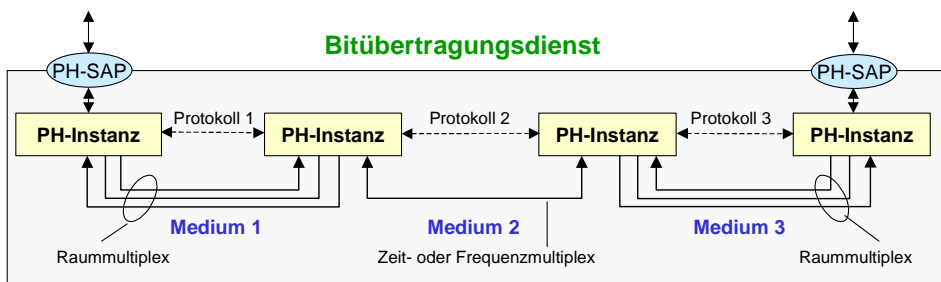
Bild: Funktionen der physikalischen Schicht



PH: Physical Layer  
PDU: Protocol Data Unit  
SDU: Service Data Unit

SAP: Service Access Point

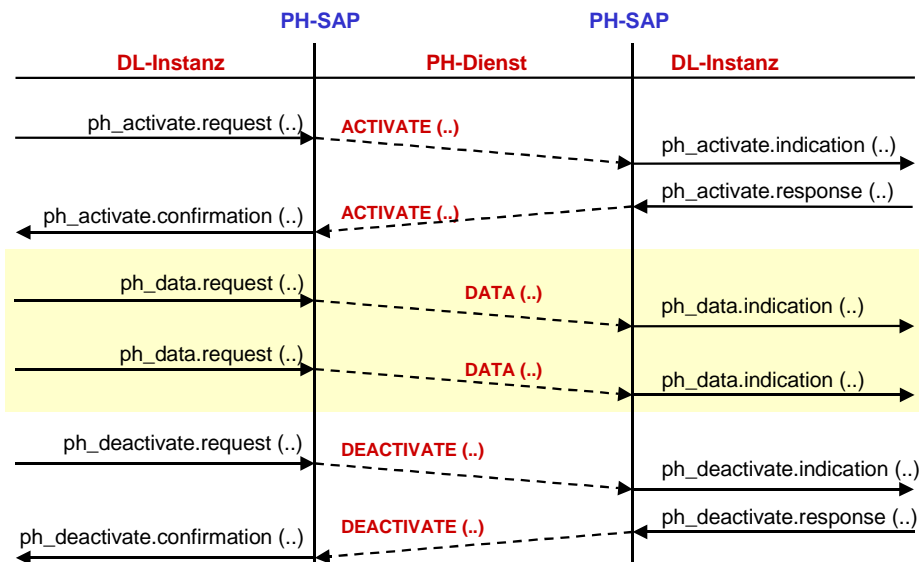
Bild: Bitübertragungsdienst



Dienst	request	indication	response	confirmation	Parameter
activate	x	x	x	x	Dienstgüteparameter
data	x	x			Bit: 0 oder 1 (oder Bitblock)
abort		x			Ursache(n)
deactivate	x	x	x	x	

SAP: Service Access Point

Bild: Bitübertragungsdienst



PH: Physical DL: Data Link SAP: Service Access Point

Bild: Zeitfolgediagramm der PH-Dienst

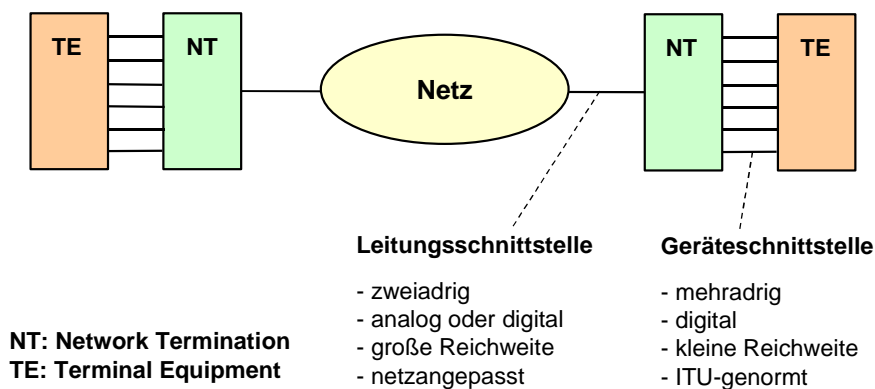
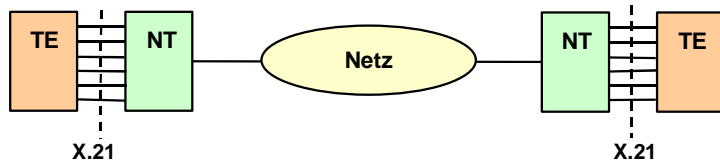


Bild: Datenübertragung



Benutzerklasse	Datenübertragungsrate (netto)	Signalisierung - IA 5
3	600 bit/s	600 bit/s
4	2,4 kbit/s	2,4 kbit/s
5	4,8 kbit/s	4,8 kbit/s
6	9,6 kbit/s	9,6 kbit/s
7	48 kbit/s	48 kbit/s
19	64 kbit/s	64 kbit/s

**X.1: Benutzerklasse für Synchronbetrieb**

IA 5 - International Alphabet Number 5

Bild: Synchrone Datenübertragung: X.21

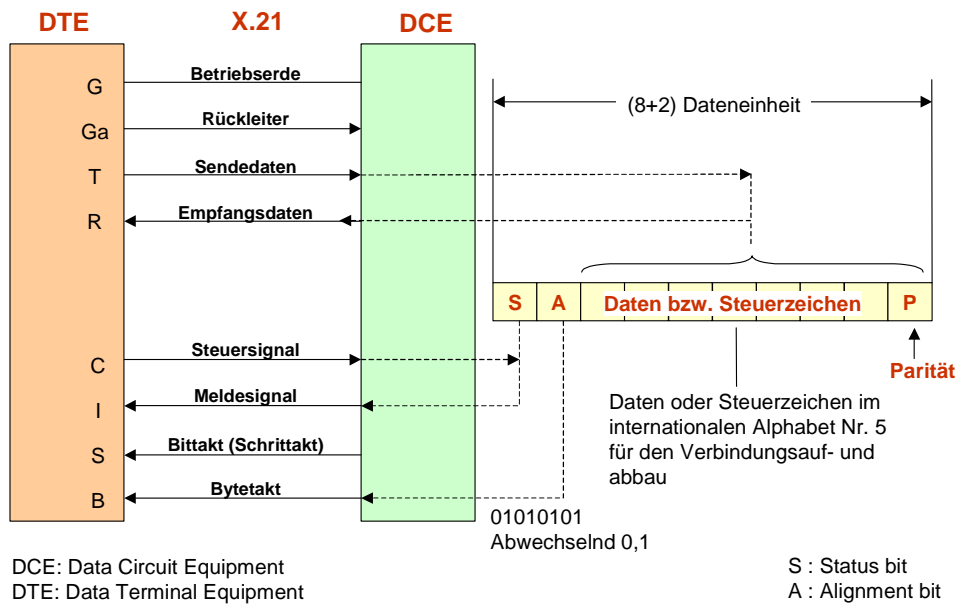
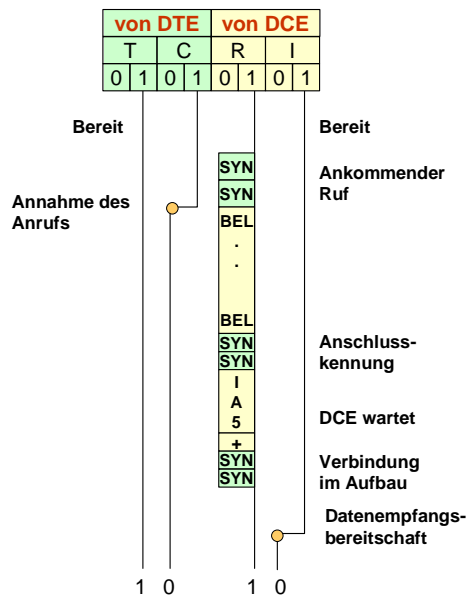


Bild: X.21 Schnittstelle

7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	NUL	(TC7) DLE	Sp	0	@	P	'	p	
0	0	0	1	1	0	0	(TC1) SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
0	0	1	0	1	0	0	(TC2) STX	DC2	"	2	B	R	b	r	
0	0	1	1	0	0	0	(TC3) ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	
0	1	0	0	0	0	0	(TC4) EOT	DC4	(S)	4	D	T	d	t	
0	1	0	1	0	0	0	(TC5) ENQ	(TC8) NAK	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	0	0	0	(TC3) ACK	(TC9) SYN	&	6	F	V	f	v	
0	1	1	1	0	0	0	BEL	(TC10) ETB	'	7	G	W	g	w	
1	0	0	0	0	0	0	FE0 (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x	
1	0	0	1	0	0	0	FE1 (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y	
1	0	1	0	0	0	0	FE2 (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z	
1	0	1	1	0	0	0	FE3 (VT)	ESC	+	;	K	Ä	k	ä	
1	1	0	0	0	0	0	FE4 (FF)	IS4 (FS)	,	<	L	Ö	l	ö	
1	1	0	1	0	0	0	FE5 (CR)	IS3 (GS)	-	=	M	Ü	m	ü	
1	1	1	0	0	0	0	SO	IS2 (RS)	.	>	N	^	n	ß	
1	1	1	1	0	0	0	SI)	IS1 (US)	/	?	O	—	o	DEL	

Kurzzeichen	Benennung	Übersetzung
Übertragungszeichen		
SOH	Start of Header	Kopf-Anfang
STX	Start of Text	Text-Anfang
ETX	End of Text	Text-Ende
EOT	End of Transmission	Ende der Übertragung
ENQ	Enquiry	Stationsaufforderung
ACK	Acknowledge	Positive Rückmeldung
DLE	Data Link Escape	Übertragungsumschaltung
NAK	Negative Acknowledgment	Negative Rückmeldung
SYN	Synchron., IDLE	Synchronisierung
ETB	End of Transmission Block	Ende des Übertragungsblockes
Formatsteuerzeichen		
BS	Backspace	Rückwärtsschritt
HT	Horizontal Tabulation	Horizontal Tab.
LF	Line Feed	Zeilenvorschub
VT	Vertical Tabulation	Vertikal Tab.
FF	Form Feed	Formularvorschub
CR	Carriage Return	Wagenrücklauf

### Verbindung gestartet von DCE



### Fortsetzung

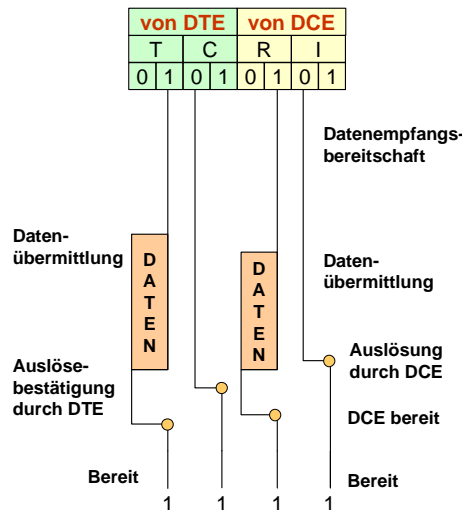
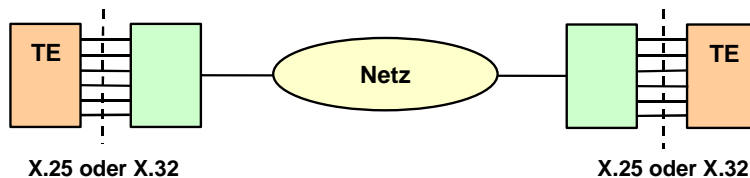


Bild: Zeitlicher Ablauf an X.21 Schnittstelle



Benutzerklasse	Datenübertragungsrate	Signalisierung
8	2,4 kbit/s	2,4 kbit/s
9	4,8 kbit/s	4,8 kbit/s
10	9,6 kbit/s	9,6 kbit/s
11	48 kbit/s	48 kbit/s
12	1,2 kbit/s	1,2 kbit/s
13	64 kbit/s	64 kbit/s

### X.1 Benutzerklasse für Paketbetrieb

Bild: Asynchrone Datenübertragung: X.25 oder X.32

### Schnittstellen von DTE zu DCE

#### V.24 und RS-232

Die Schnittstelle (interface) nach V.24 entspricht im Wesentlichen RS-232-C. Sie ist sehr weit verbreitet, erlaubt jedoch nur eine maximale Datenrate von 20 kbit/s bei einer maximalen Distanz von 15 m. Bei kleineren Distanzen können jedoch wesentlich höhere Datenraten erreicht werden.

V.24 beschreibt nur die logische Definition der Schnittstellenleitungen und die darauf ablaufenden Vorgänge. Die elektrischen und mechanischen Eigenschaften sind in V.28 festgelegt. Eine logische Null wird durch eine Spannung von weniger als -3V repräsentiert, eine logische Eins durch mindestens +4V. Maximal bzw. minimal sind +15 V bzw. -15 V zulässig. Alle Leitungen werden unsymmetrisch gegen Masse betrieben. Die standardisierte Steckverbindung ist 25-polig. Die Leitungen der Pins 1 bis 8 und 20 werden praktisch immer benötigt, während die anderen weniger wichtige Funktionen repräsentieren und deshalb oft weggelassen werden. Dann kann auch eine kleinere 9-polige Steckverbindung eingesetzt werden.

Die Pins 1 bzw. 7 werden als Schutzterde (protective ground) bzw. Betriebserde (signal ground) genutzt. Sendedaten (TxD: Transmit Data) verwenden Pin 2, Empfangsdaten (RxD: Receive Data) Pin 3. Mit Pin 4 (RTS: Request To Send) wird von der DEE das Einschalten des Senders verlangt, die Sendebereitschaft wird über Pin 5 (CTS: Clear To Send) gemeldet. Pin 6 zeigt an, dass die DTE betriebsbereit ist (DSR: Data Set Ready), Pin 20 meldet dasselbe für die DCE (DTR: Data Terminal

Ready). Pin 22 (R1: Ring Indicator) meldet einen ankommenden Ruf. Pin 8 (RLSD/CD: Received Line Signal Detector, Carrier Detector; auch DCD: Data Carrier Detect) zeigt einen ausreichenden Pegel des empfangenen Signals an.

Takte werden auf den Pins 24, 15 und 17 übertragen. Auf Pin 24 (TC: Transmitter Clock) gibt die DEE der DCE den Sendeschritttakt vor. Ober Pin 15 (TxC: Transmitter Clock) taktet ein synchrones Modern die DEE beim Senden. Pin 17 (RxC: Receive Clock) übernimmt dieselbe Funktion beim Empfangen.

Die Pins 14, 16, 19, 13 und 12 beziehen sich auf einen Hilfskanal. Die Signale td, rd, rts, cts und dcd sind sinngemäß wie die entsprechenden Signale des Hauptkanals zu interpretieren. Die Pins 9 und 10 sind für Testzwecke reserviert. Pin 18 (LL: Local Loopba(-k) aktiviert einen Test, bei dem das gesendete Signal die lokale DIDE durchläuft und von dieser dann zum Sender zurückgegeben wird. Pin 21 verlangt einen Remote Loopback, sofern das Signal vom DEE gesendet wird. Der Loopback wird dann vom entfernten Modern ausgeführt, wodurch beide Modems und die Übertragungsstrecke getestet werden. Die entfernte DEE wird über Pin 25 (TM: Test Mode) informiert, dass ein Test stattfindet.

### **V.35, V.36, V.37**

Die Verbindungsschnittstellen V.35, V.36 und V.37 verwenden im Gegensatz zu V.24 erdsymmetrische Takt- und Datenleitungen. Dadurch werden höhere Datenraten erreicht (in derselben Reihenfolge: 48 kbit/s, 72 kbit/s und 144 kbit/s). Steuer- und Meldeleitungen bleiben unsymmetrisch. Die elektrischen Eigenschaften für unsymmetrische Leitungen werden (mit Ausnahme von V.35) in V.10 (bzw. in RS-423-A) spezifiziert, diejenigen für symmetrische Leitungen in V. 11 (bzw. RS-422-A). Die Funktion der Leitungen in V.35 bis V.37 entspricht der in V.24.

### **V.10, V.11, RS-449**

Für die erdsymmetrischen Takt- und Datenleitungen der Schnittstellen V.35 bis V.37 sind Stecker mit mehr Pins erforderlich. Der Stecker für V.35 weist 34 Pins auf, als Spannungspegel werden -0,55 V (logische 1) bzw. +0,55 V (logische 0) verwendet. Für V.36 werden 15-polige Stecker für Datennetze bzw. 37-polige Stecker für Telefonnetze eingesetzt. Für V.10 wird eine Datenrate von 20 kbit/s über eine Distanz von maximal 50 m bzw. 100 kbit/s über 19 m spezifiziert. Bei V.11 werden über maximal 1000 m 100 kbit/s, über 50 m 2 Mbit/s und über 10 m 10 Mbit/s erreicht, sofern die Leitungen mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen sind.

### **X.21, X.21 bis**

Leitungsvermittelte Datennetze besitzen keine große Bedeutung mehr. X.21 beschreibt eine Verbindungs-Schnittstelle für DTE-DCE für die synchrone Übertragung in solchen Netzen, wird aber auch in Paketnetzen wie X.25 eingesetzt. Die vorgesehenen Schnittstellenleitungen ermöglichen den Verbindungsauf- und -abbau sowie die eigentliche Datenübertragung. Wahlzeichen werden nach dem Code IA5) übertragen, nach Aufbau der Verbindung ist eine transparente Übertragung möglich.

X.21bis erlaubt den Einsatz von DTE mit V.24-Schnittstellen in digitalen Netzen mit Paket- oder Leitungsvermittlung.

### **Weitere Schnittstellen mit höherer Geschwindigkeit**

Die oben behandelten Schnittstellen sind Geräteschnittstellen (externe Schnittstellen) und stellen primär Punkt-zu-Punkt Verbindungen bereit. Als Schnittstellen zu DÜE können auch (geräteinterne) parallele Systembusse (PCI: Peripheral Component Interconnect) oder externe, serielle Busse (USB, Firewire) genutzt werden. Einige weitere Schnittstellen für höhere Geschwindigkeiten sind

- Ethernet
- **ATM25:** Eine vom ATM-Forum spezifizierte Schnittstelle für ADSL-Netzabschlüsse mit 25,6 Mbit/s. Sie ermöglicht den durchgängigen Transport von ATM-Zellen zwischen Dienstanbieter und Teilnehmer. Funktionen dieser Schnittstelle sind die Segmentierung und Reassemblierung von Datenpaketen in ATM-Zellen, die Erzeugung und Überprüfung der Zellen-Header und Leitungscodierung für das verwendete Übertragungsmedium.
- **ATM50:** Von der FSAN-Initiative (Full Service Access Network) erarbeitete Spezifikation für eine VDSL-Schnittstelle mit 50 Mbit/s.
- **UTOPIA, UTOPIA-2** (Universal Test and Operations Physical interface for ATM): Vom ATM-Forum definierte Schnittstellen zwischen ATM-Bausteinen für die OSI-Schichten 1 und 2. UTOPIA-1 verwendet einen bidirektionalen Datenbus der Breite 8 Bit mit einer Taktfrequenz 7 bis 25 MHz und ATM-Datenraten bis 155 Mbit/s. Bei UTOPIA-2 kann der Bus 8 oder 16 bit breit sein und mit bis zu 50 MHz getaktet werden.

Zudem kann mehr als ein Baustein der PHY-Schicht (OSI-Schicht 1) angesprochen werden.

TAXI (Transparent Asynchronous Receive Transnit Interface) steht für eine optische Schnittstelle, mit der Endgeräte oder FDDI-Netze an einen ATM-Switch angeschlossen werden können. Die Datenrate ist 100 Mbit/s, als Leitungscode wird eine 4B5B-Codierung genutzt.

Netzinterne Schnittstellen (z. B. V5. 1, V5.2) werden hier nicht betrachtet.