



Breitbandige Technologien ATM

Dipl.-Inform. Herbert Almus

EANTC Research

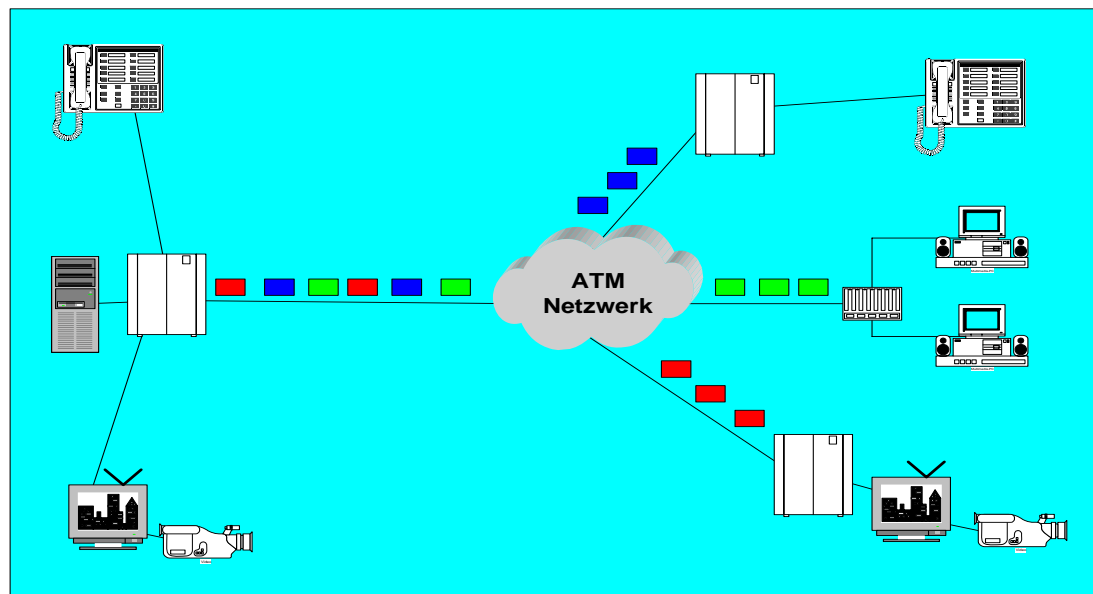
TU Berlin / FSP-PV

**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

ATM's Vision

Das Integrierte Dienste-Netzwerk

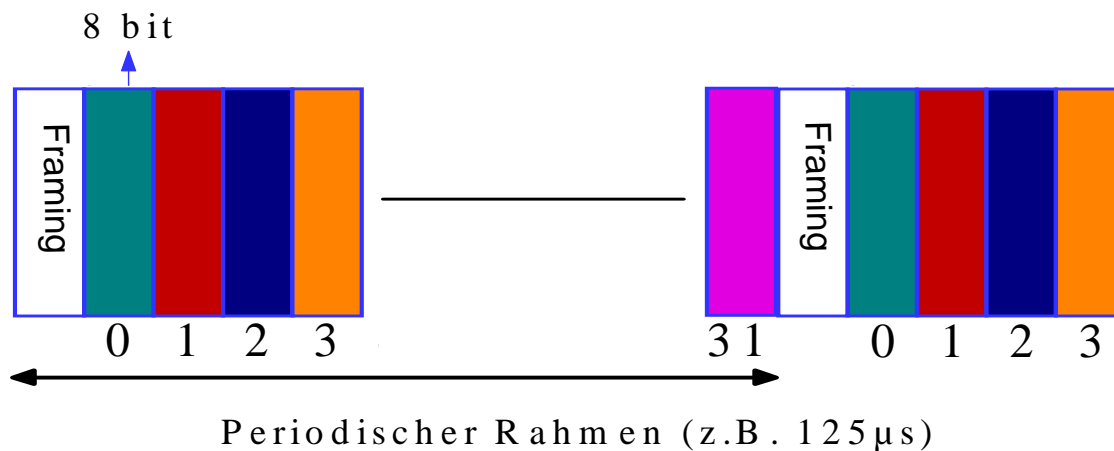


- ATM-Netze übertragen Zellen (Pakete fester Länge mit geringem Delay und Jitter in hoher Geschwindigkeit)
- Endsysteme führen die Umformung (das Segmentieren und Reassemblieren) zwischen den originalen Datenpaketen und Zellen durch

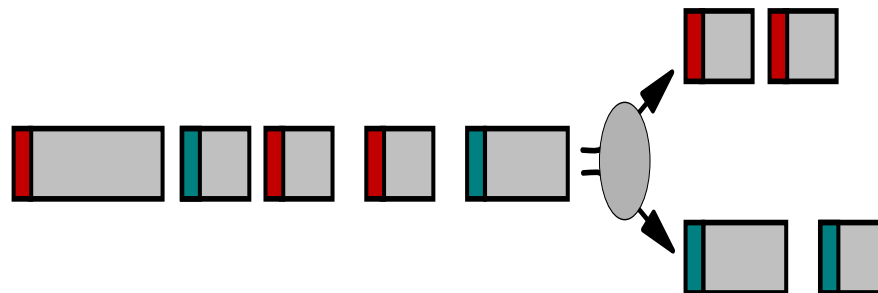
- Kombination von STM (Synchronous Transfer Mode) und PTM (Paket Transfer Mode)



STM



PTM



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



ATM's Idee: Die Zelle

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

Header
(5 Byte)

Payload (48 Bytes)

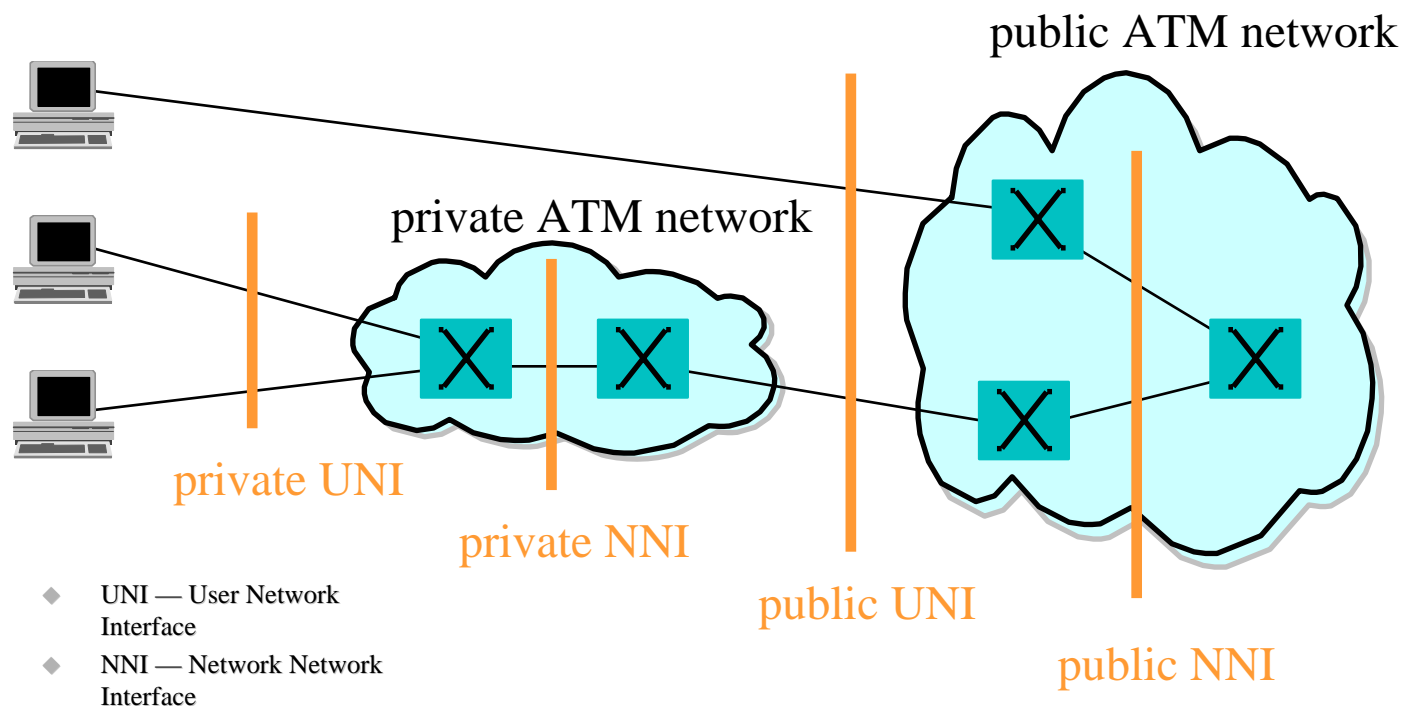
- Verwendung kleiner Übertragungseinheiten
 - vereinfacht die Übertragung von Audiodaten (z.B. Telefonie)
 - Verlust einer einzelnen Zelle bedeutet nur geringen Datenverlust
- Header mit **kurzem Verbindungs-Identifizier**
 - Statistisches Multiplexing verschiedener Verbindungen über gemeinsame Übertragungsstrecken.
- **ATM-Historie**
 - 1986 als Basis für B-ISDN beschlossen
 - Entwicklung begann 1988 durch CCITT
 - ATM Forum (gegründet 1991)
 - Schwerpunkt: ATM als LAN Technologie

Interfaces / B-ISDN Konfiguration



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik





Standardisierungs-Organisationen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- ITU-T (International Telecommunications Union, Telecommunications Standardization Sector)
- ANSI (American National Standard Institute, Standards für Nord-Amerika)
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute, Europäische Standards)
- TTC (Telecommunications Technology Committee, Japanische Standards)
- IETF (Internet Engineering Task Force RFCs betrifft IP über ATM)
- ATM Forum
 - Spezifikationen für ATM im lokalen / privaten Bereich

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



ATM Spezifikationen (Auswahl)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- ATM Forum
 - UNI 3.0 / 3.1 / 4.0 (User-Network-Interface)
 - IISP (Interim Inter-switch Signaling Protocol)
 - LAN Emulation V 1.0
 - PNNI V1.0
 - Traffic Management V4.0
 - MPOA V1.0
- IETF
 - IP over ATM (RFC 1483 / RFC 1577 / RFC 1755)
 - Default IP MTU for use over ATM AAL5 (RFC 1626)
 - Ipv6 Support for ATM Services (RFC 1680)
 - IP over ATM: A Framework Document (RFC 1932)

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



UNI 3.0 / 3.1 Spezifikation

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Physical Layer Interface
 - Nutzung des Übertragungsmediums
- ATM Layer
 - Cell Structure, Traffic Management
- ILMI (Integrated Local Management Interface)
 - Adress-Registrierung
- Signaling
 - dynamischer Auf- und Abbau von Verbindungen

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

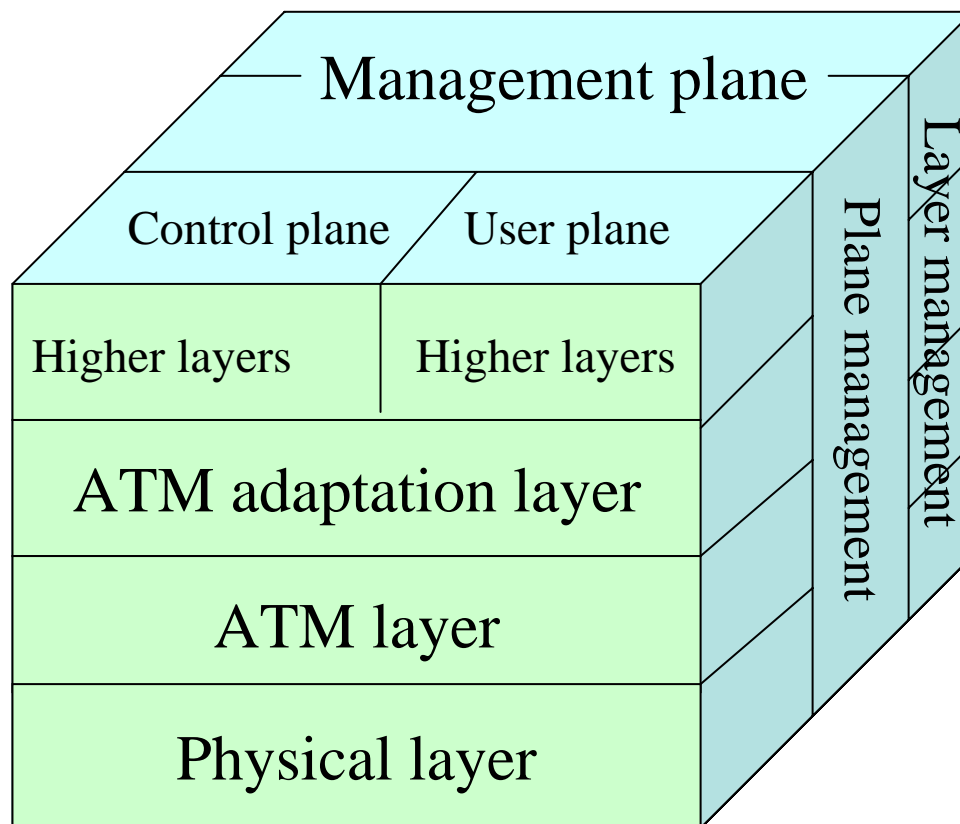


B-ISDN Protocol Reference Model

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik





B-ISDN Layers / ATM Layer Model

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Higher Layer

Video

Audio

Signaling

IP

LANE

ATM Adaptation Layer

AAL 1

AAL 2

AAL 3/4

AAL 5

ATM Layer

ATM Cells

Physical Layer

E3

DS3

SDH/Sonet

Fib.Chan.

TAXI

Coax Pair

UTP

SM Fiber

MM Fiber

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Higher Layers

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- End-to-End Services, Encapsulation, Services Layers
- End-to-End-Services:
 - Video, Audio, Transport Protocols (TCP/IP, IPX, ...)
- Encapsulation (SNAP, LLC, ...)
- Services
 - Cell Relay Service, MPEG2, SMDS SIP-3, ILMI, SNMP, Frame Relay, LAN Emulation, ATM Forum UNI / P-NNI, Q.2931, ...

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



ATM Adaptation Layer

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- assembliert und reassembliert PDUs (protocol data units)
- definiert verschiedene AAL Protokolle (AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5)
 - besteht aus einem spezifischen SAR-Sublayer (segmentation and reassembly) und CS-Sublayer (convergence) .
 - SAR ist zuständig für das Mapping der PDUs (der höheren Layer) in die ATM-Zellen
 - CS ist dienstespezifisch.
 - Typische Funktionen: Behandlung von Cell Delay Variation (CDV), clock frequency recovery, transfer of structure information, forward error correction.

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



ATM Layer

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Multiplexing und Demultiplexing der Zellen
- Traffic Management
- Umsetzung der *ATM-Verbindungsidentifikatoren*
- Generierung bzw. Entfernung der Cell-Header an den Endpunkten der ATM-Verbindungen (ATM-Endsysteme)

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- TC-Sublayer (Transmission Convergence)
- PM-Sublayer (Physical Medium)
 - TC sublayer
 - Senden und Empfangen der transmission frames
 - Cell delineation (Erkennung der cell boundaries)
 - HEC-Generierung (Header Error Control)
 - Cell rate decoupling
 - PM sublayer
 - beinhaltet nur die für das physikalische Übertragungsmedium spezifischen Funktionen
 - realisiert die physikalische Übertragung inkl. Bit Alignment und, falls erforderlich, des Line Coding und der elektrisch-optischen Umsetzung

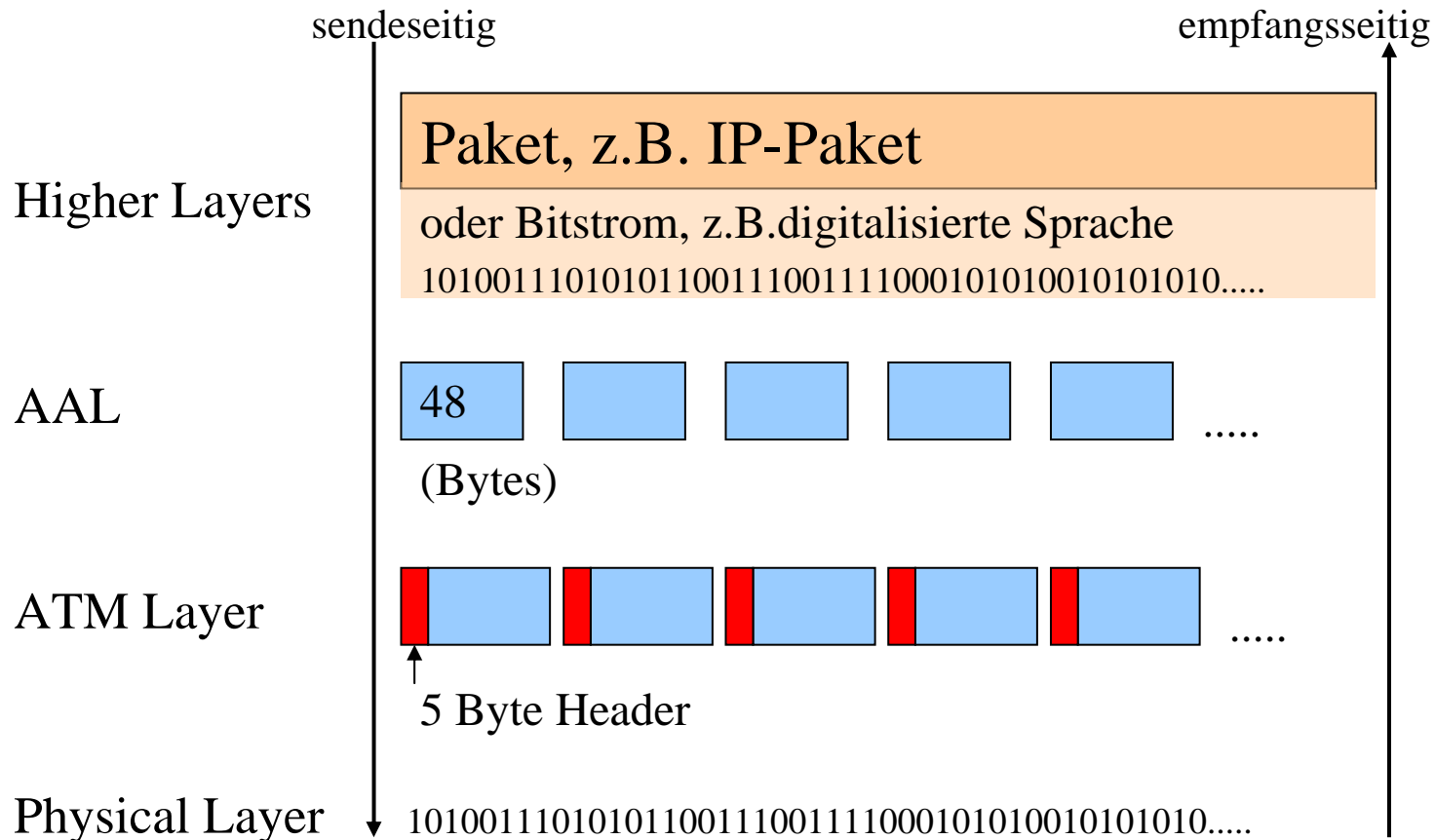


Information / Übertragung

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik





B-ISDN Planes

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Management Plane
 - Layer management
 - Layer-spezifische Aufgaben (z.B. OAM-Datenfluß)
 - Plane management
 - Management-Funktionen bezüglich Gesamtsystem
 - Koordinierung zwischen allen Planes
- User Plane
 - Übertragung der Benutzerdaten (user data)
 - erforderliche Mechanismen (flow control, error recovery usw.)
- Control Plane
 - Verbindungs-Kontrolle (call control)
 - Kontrolle der Verbindungen (connection control)



ATM-Layer Funktionen (1)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Transparente Übertragung der Zellen
 - anwendungsunabhängig, für anwendungsspezifische Aspekte ist der AAL zuständig
- Cell (De)Multiplexing
 - (De)Multiplexing der ATM-Zellen in/aus einem kontinuierlichen Zellstrom
 - Einfügung von „idle“ oder „unassigned“ cells (cell rate decoupling)
- Bearbeitung des Cell-Headers
 - Generierung, Modifizierung und Entfernung

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



ATM-Layer Funktionen (2)

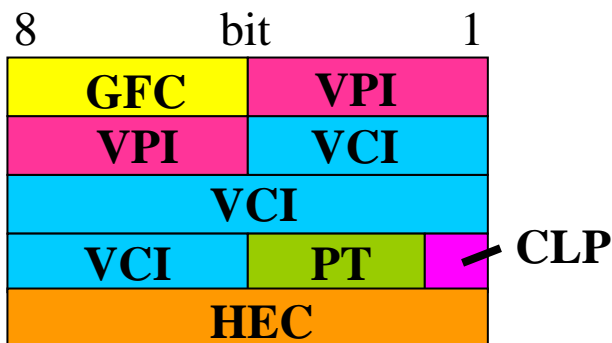
Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



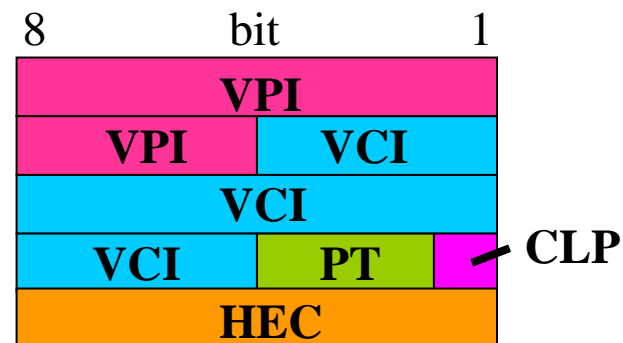
- Quality of Service (QoS) Policing für jede Verbindung
 - QoS wird beim Verbindungsaufbau ausgehandelt
 - QoS Parameter: peak cell rate, cell delay variation tolerance (CDVT) (optional), sustainable cell rate (optional), burst tolerance (optional)
- Sicherstellung der Einhaltung der QoS-Parameter (Traffic shaping)
 - Traffic Monitoring, Veranlassung von geeigneten Aktionen bei Überschreitungen (z.B. Verwerfen von Zellen)
- Congestion Control
- Error Management — OAM cells (F4–F5)

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



UNI cell header



NNI cell header

- GFC — generic flow control
- VPI / VCI — virtual path / channel identifier
- PT — payload type
- CLP — cell loss priority
- HEC — header error control



ATM Zell-Header Aufbau (1)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- GFC — generic flow control
 - definiert für lokale Datenflußkontrolle
 - Die Nutzung ist nicht spezifiziert (Wert daher immer 0).
- VPI — virtual path identifier
 - 8 Bit-Feld im UNI-Header, 12 bit im NNI-Header
 - adressiert den Virtual Path einer ATM-Verbindung; der Default-Wert ist 0. Bei „idle cells“, Meta-Signaling- und OAM-Zellen ist der Wert ebenfalls 0.
- VCI — virtual channel identifier
 - Dieses Feld (16 Bits) adressiert den Virtual Channel einer ATM-Verbindung; der Default-Wert ist 0. Bei „idle cells“ ist der Wert ebenfalls 0. Ansonsten gibt es vordefinierte Werte für besondere Aufgaben.



Payload Type

000	user data cell, congestion not experienced, SDU-type = 0
001	user data cell, congestion not experienced, SDU-type = 1
010	user data cell, congestion experienced, SDU-type = 0
011	user data cell, congestion experienced, SDU-type = 1
100	Segment OAM F5 flow related cell
101	End-toEnd OAM F5 flow related cell
110	Resource Management Cells for Available Bit Rate (ABR)
111	Reserved for future functions



ATM Zell-Header Aufbau (3)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



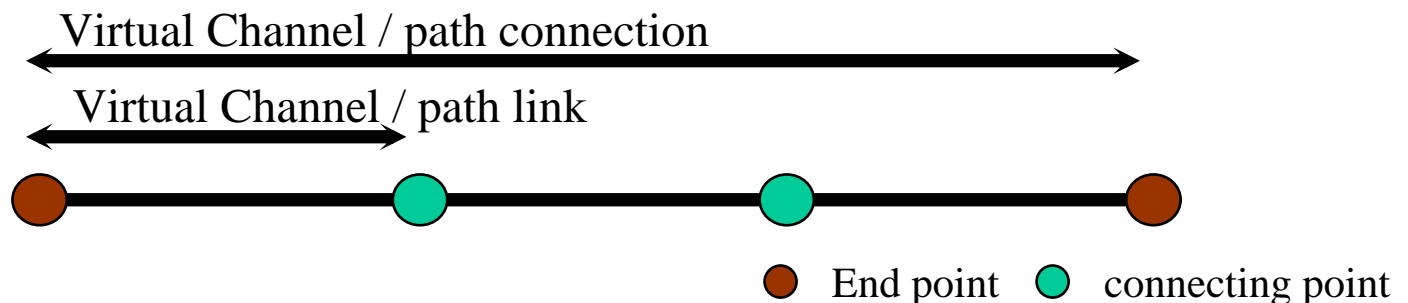
Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- CLP — Cell Loss Priority
 - 3 unterschiedene Situationen: cell passing, cell tagging, cell discarding
 - Beim Auftreten von Congestion werden Zellen mit low priority (CLP=1) als erste verworfen.
 - Submitted Loss Priority
 - CLP, mit der die Zelle vom AAL an den ATM-Layer übergeben wird
 - Received Loss Priority
 - CLP, die der ATM-Layer beim Hochreichen der Zelle an den AAL übergibt.
- HEC — Header Error Control
 - Das HEC-Byte enthält eine 8-Bit CRC-Checksumme über die ersten 4 Bytes des Headers.

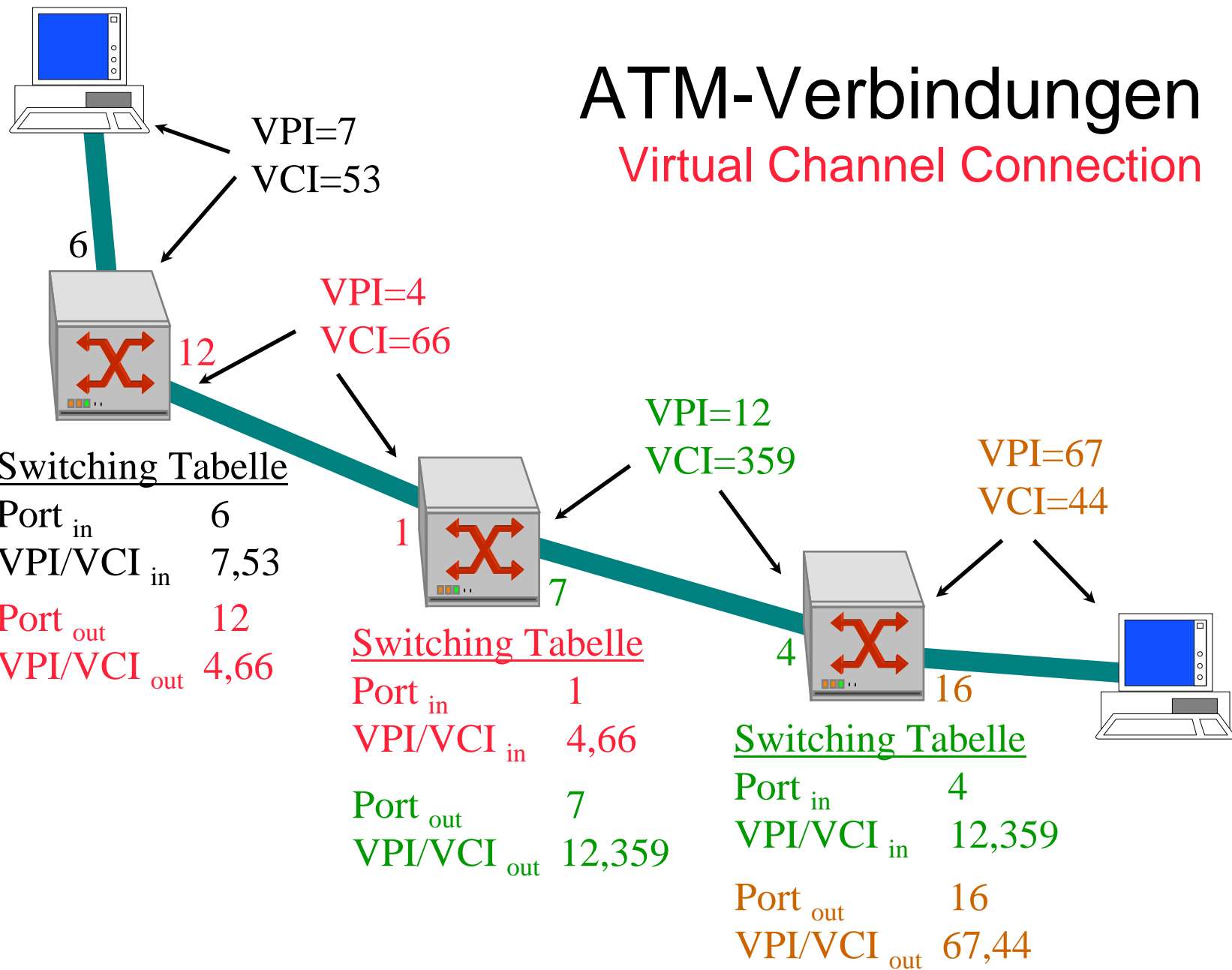


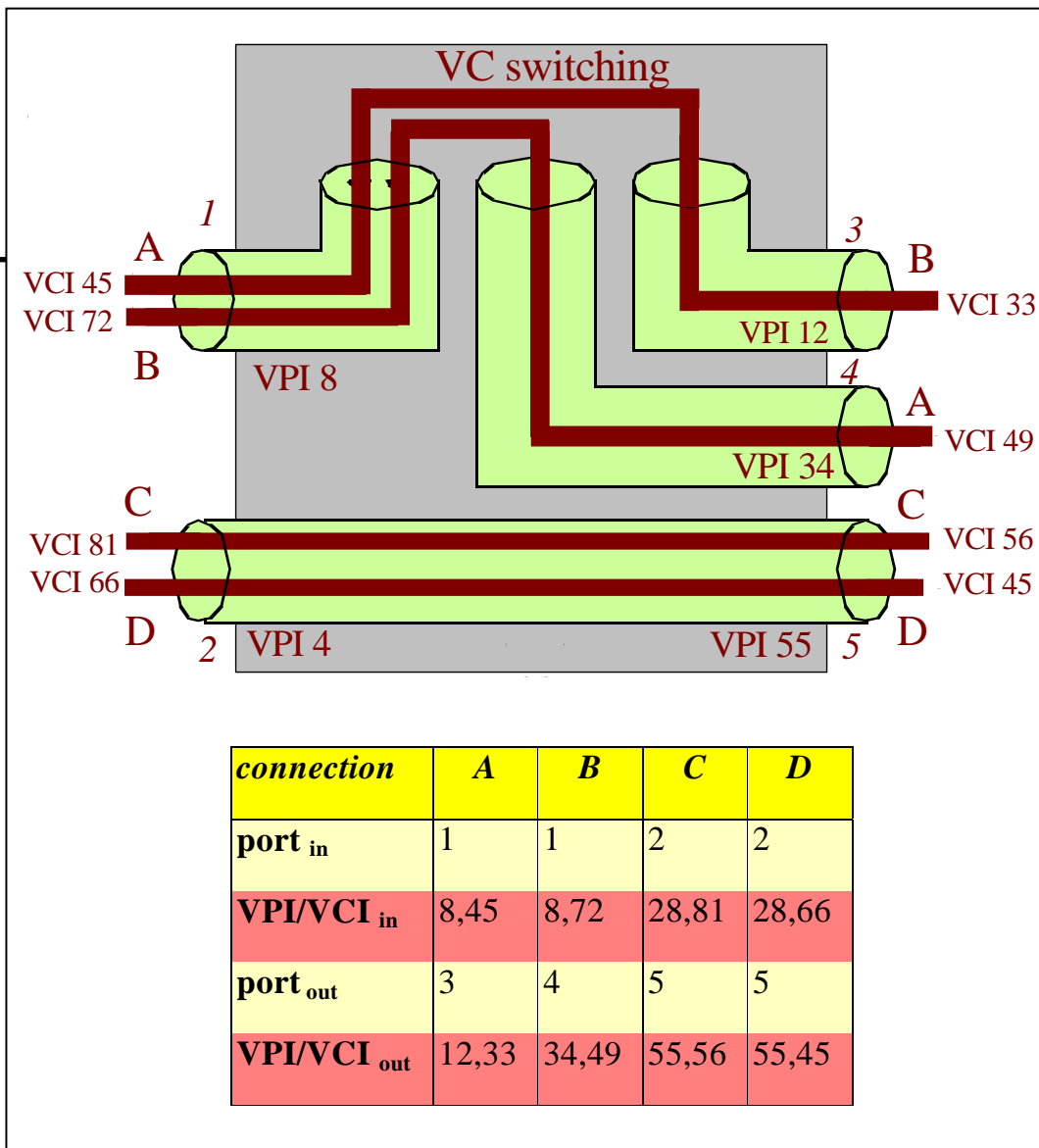
- virtual channel connections
- virtual path connections
- Verbindungsarten
 - point-to-point
 - point-to-multipoint
- Verbindungsaufbauarten
 - statisch (PVC - permanent virtual circuits)
 - dynamisch (SVC - switched virtual circuits)



ATM-Verbindungen

Virtual Channel Connection







Virtual Channel Connection (VCC)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



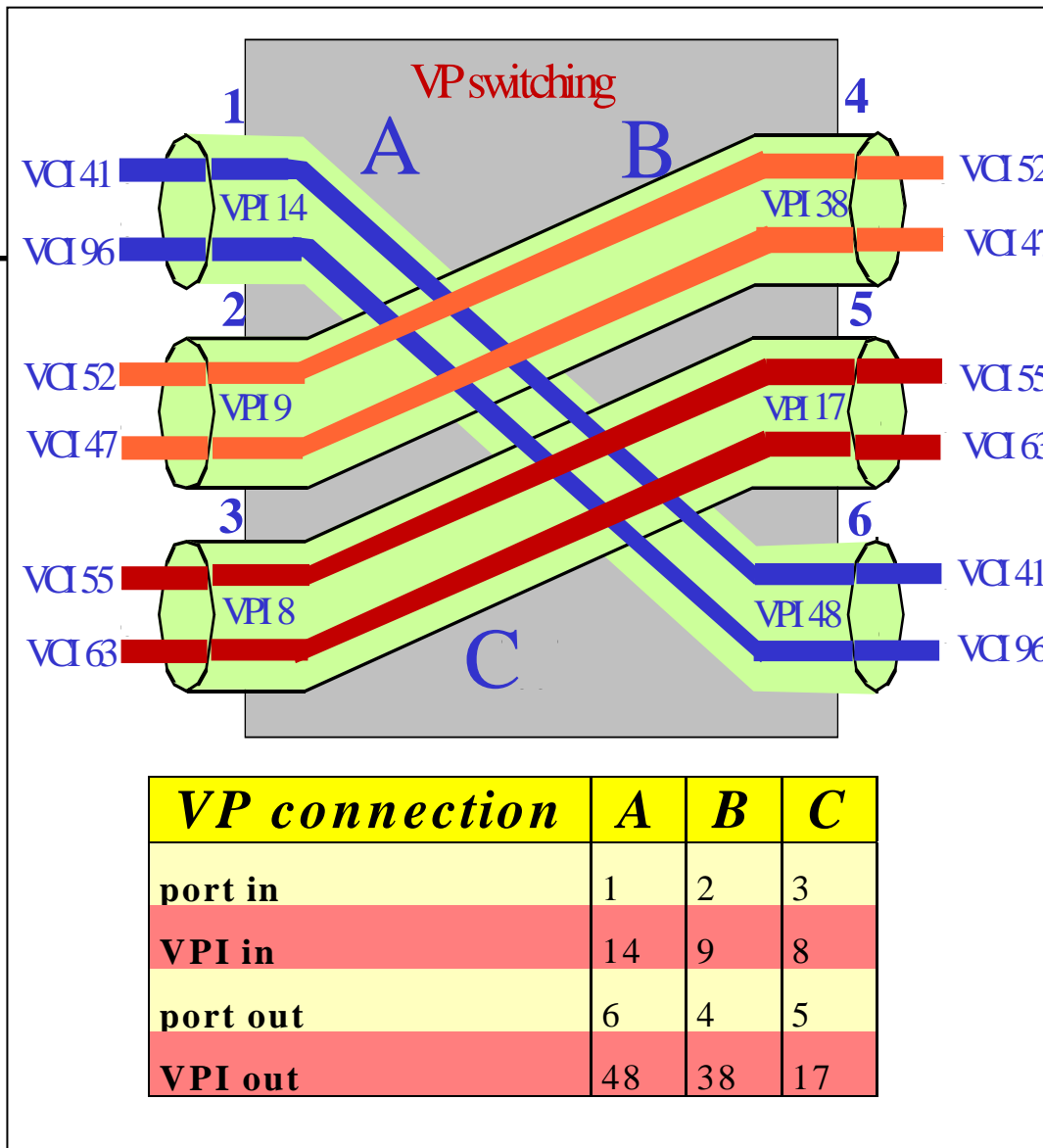
- Grundlegender Verbindungstyp
- Eine VCC ist die Aneinanderreihung der virtual channel links, definiert in den Switching-Tabellen der entsprechenden Switche
 - Die Tabellen werden beim Aufbau der Verbindung aufgestellt
- Der Aufbau der VCC ist
 - eine logische Verbindung, die den Weg der Zelle festlegt
 - eine Festlegung der für diese Verbindung einzuhaltenden Verkehrsparameter und „Quality of Service“-Attribute

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Virtual Path Connection (VPC)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Sonderfall, bündelt verschiedene VCCs
- Wegeentscheidung nur definiert über den VPI
- 2 Endsysteme können VPCs nutzen, um einzelne Datenströme zu multiplexen.
 - Z.B. Multimedia-Konferenz: ein VP mit 3 VCs (Audio, Video, Daten)
 - Nur die 2 Endsysteme nutzen die VCs zur Unterscheidung der Datenströme
 - Das Netzwerk verändert die VCs nicht und verwendet / interpretiert sie nicht.
- Nutzung von VPCs reduziert die Größe der Switching-Tabellen in den betroffenen Systemen.
- Mehrere VPCs können sich einen physikalischen Link teilen.

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Typen von ATM-Zellen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Reservierte VCIs: ITU: 0-15, ATM-Forum: 16-31
- Idle cells (nur ITU) / Unassigned cells
 - Eingesetzt für „Cell rate decoupling“
 - werden beim Empfänger durch den Physikalischen Layer entfernt
- VP/VC cells
 - User data cell: VCI > 31
 - Signaling cell: VPI = 0, VCI = 5
 - VC OAM cell:
 - F4 Flow: VCI = 3 (segment), VCI = 4 (end-to-end)
 - F5 Flow: Kennung im „Payload Typ“
 - SMDS cell: VPI = 0, VCI = 15
 - ILMI cell: VPI = 0, VCI = 16
 - LANE cell: VPI = 0, VCI = 17
 - PNNI cell: VPI = 0, VCI = 18
 - Meta-signaling cell: VPI = X, VCI = 1

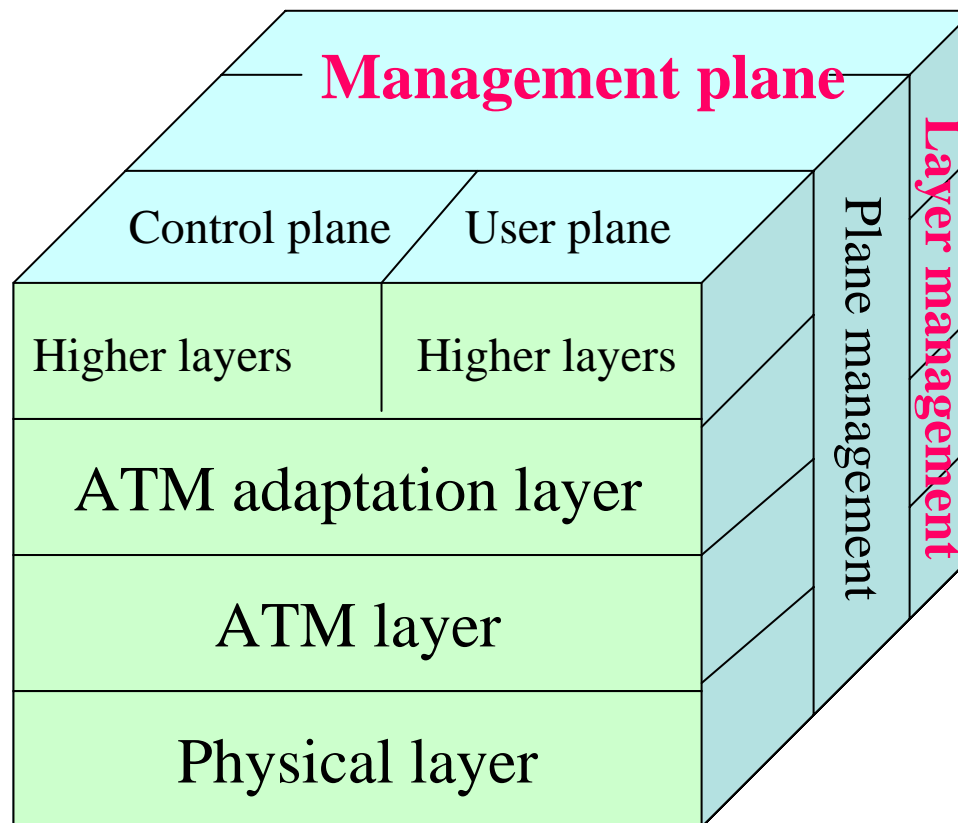


OAM Plane

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik





OAM Aufgaben

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Performance Monitoring
 - Monitoren der korrekten Funktion durch kontinuierliche oder periodische Überprüfungen
 - Generierung von wartungsunterstützender Information
- Fault Management
 - Erkennung von Defekten und Fehlern und Generierung entsprechender Alarme
 - fault localization: Lokalisieren fehlerhafter Komponenten durch interne oder externe Tests
 - system protection: Reduzierung der Auswirkung von Fehlern durch Beeinflussung/Einschaltung anderer Komponenten
- Facility Testing
 - durch path traces
 - Definition weiterer Funktionen geplant

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



F4/F5 cell
format

Header	Payload				
	OAM Type	Function Type	Function Specific Field	Res.	CRC-10
5 octets	4 bits	4 bits	45 octets	6 bits	10 bits

Types /
Function Types

OAM Type	4 bits	Function Type	4 bits
Fault Management	0001	AIS	0000
		RDI	0001
		Continuity Check	0100

Performance Management	0010	Forward Monitoring	0000
		Backward Reporting	0001
		Monitoring/Reporting	0010

Activation/ Deactivation	1000	Performance Monitoring	0000
		Continuity Check	0001

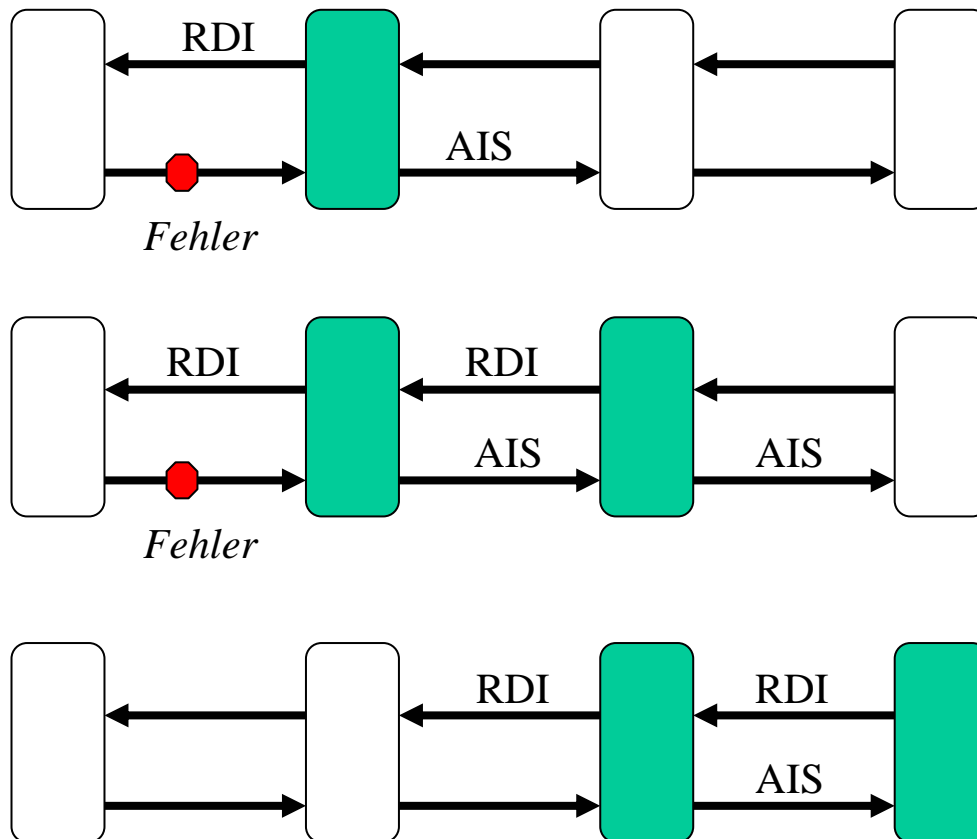
Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

Beispiel: Fault Management: AIS/RDI



- Alarm Indication Signal (AIS):
 - wird downstream gesendet im Fehlerfall oder bei Empfang von AIS
- Remote Defect Indication (RDI):
 - wird upstream gesendet im Fehlerfall oder bei Empfang von AIS





OAM Flows / Levels

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Physical Layer
 - F1: Regenerator Section Level
 - F2: Digital (Multiplexer) Section Level
 - F3: Transmission Path Level
- ATM-Layer
 - F4: Virtual Path Level
 - zwischen Netzwerkelementen, die virtuelle Pfade terminieren
 - F5: Virtual Channel Level
 - zwischen Netzwerkelementen, die virtuelle Kanäle terminieren
- *Alle OAM-Flüsse sind unabhängig voneinander.*

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Standards zu OAM



- ITU-T Recommendation I.610
 - B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions
 - detaillierte Definition der grundlegenden OAM für den ATM layer, auch in Bezug auf OAM des Physical Layers
- ITU-T Recommendation I.432
 - B-ISDN User-Network Interface: Physical Layer
 - Definition der OAM-Funktionen der Physical Layer für SDH und cell-basierte Übertragungsmedien
- ITU-T Recommendations M-Series
 - Maintenance Terminologie, Prinzipien und Konzepte
- UNI-3.0 / 3.1
 - ITU Definitionen erläutert, aufgeteilt in vorgeschriebene und optional Funktionen; einige zusätzliche Features

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

Physical Layer	TC	Transmission Convergence
	PMD	Physical Medium Dependent

- Physical Medium Dependent (PMD)
 - beinhaltet die spezifischen Aspekte des gewählten Übertragungsverfahrens
 - spezifiziert das physikalische Medium und Übertragungscharakteristiken
- Transmission Convergence (TC)
 - behandelt die Aspekte des Physical Layers, die unabhängig von den Eigenschaften des Übertragungsmediums sind
 - Funktionen zur Adaption der vom Physical Medium Dependent (PMD) angebotenen Dienste an die vom ATM Layer geforderten Dienste



Physical Medium Dependent (PMD)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Kategorien:
 - existierende Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)
 - neue Synchronous Digital Hierarchy (SDH)
 - Physikalische Medien, wie sie in LANs eingesetzt werden
- Funktionen des Physical Medium Dependent (PMD)
 - Bit-Transport, elektrische oder optische Übertragung
 - encoding / decoding der Bits in elektrische / optische Signale
 - Bereitstellung eines Point-to-Point-Übertragungssystems
 - Bit timing
- *Praktisch jedes Medium kann eingesetzt werden, wenn die Transmission Convergence (TC) definiert ist (z.B. Koaxialkabel, Twisted-Pair-Kabel, Glasfaser)*



Transmission Convergence (TC)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Mapping der Zellen auf das Übertragungsmedium
- Identifizierung des Beginns einer Zelle (cell delineation)
- Bereitstellung der für das Cell-Mapping erforderlichen Management-Funktionen
- Entkopplung der Zell-Übertragungsrate von der Übertragungsrate des physikalischen Mediums durch Einfügen / Entfernen von idle cells.
- Bereitstellung der geforderten Kodierung und des Scramblings
- Generierung und Prüfung der Header Error Control (HEC)

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Cell Mapping: SDH

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Wichtigste ATM-Übertragungsverfahren ist die Synchronous Digital Hierarchy (SDH) / ITU-T I.432.
 - Scrambling der Payload, Kodierungsschema ist Synchronized Sample Scrambling (SSS)
 - Cell-Scrambling vermeidet längere Phasen gleicher Bit-Pattern, erleichtert die Erkennung des Beginns von Zellen (cell delineation)
 - Nach dem Scrambling werden die Zellen in sogenannten Virtual Containers übertragen
 - Cell delineation function benutzt das HEC-Feld (Header Error Control) zur Identifizierung der Zellgrenzen
 - Entkopplung von Zellrate und Übertragungsrates durch Einfügen / Entfernen von Idle cells
 - definiert für verschiedenen Übertragungsrates



- wesentlicher Vorteil gegenüber PDH:
 - direct demultiplexing
- in Nordamerika als SONET bekannt
 - SONET wurde so definiert, daß es interoperable mit PDH ist

SONET	SDH	Mbps
STS - 1	—	51,84
STS - 3	STM - 1	155,52
STS - 9	STM - 3	466,56
STS - 12	STM - 4	622,08
STS - 18	STM - 6	933,12
STS - 24	STM - 8	1244,16
STS - 48	STM - 16	2488,37
STS - 64	STM - 64	9953,28



SDH-Hierarchie



- Erster SDH-Level: Synchronous Transport Module 1 (STM-1)
- Übertragung von 2430-Byte-Frames mit 155.520 Mbps
 - aufgeteilt in 9 Subframes von 270 Bytes
 - Jedes Byte repräsentiert eine Bandbreite von 64 kbps
 - Die ersten 9 Bytes jeder Reihe sind Overhead-Bytes
 - Section Overhead (SOH)
 - Die SOH-Bytes dienen der Sicherung des Transport der Payload zwischen zwei Netzknoten

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



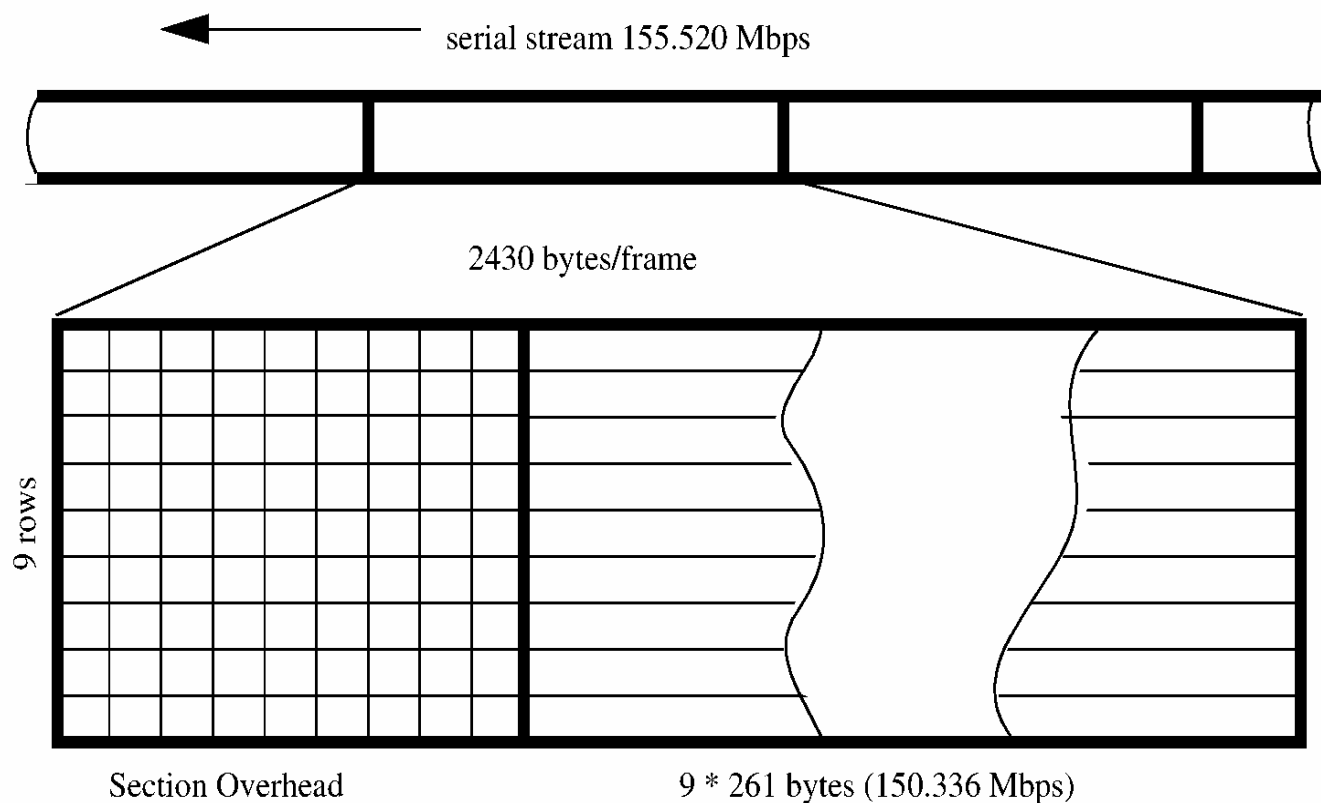
SDH-Frame

STM-1: Übertragung von 2430-Byte-Frames mit 155.520 Mbps



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



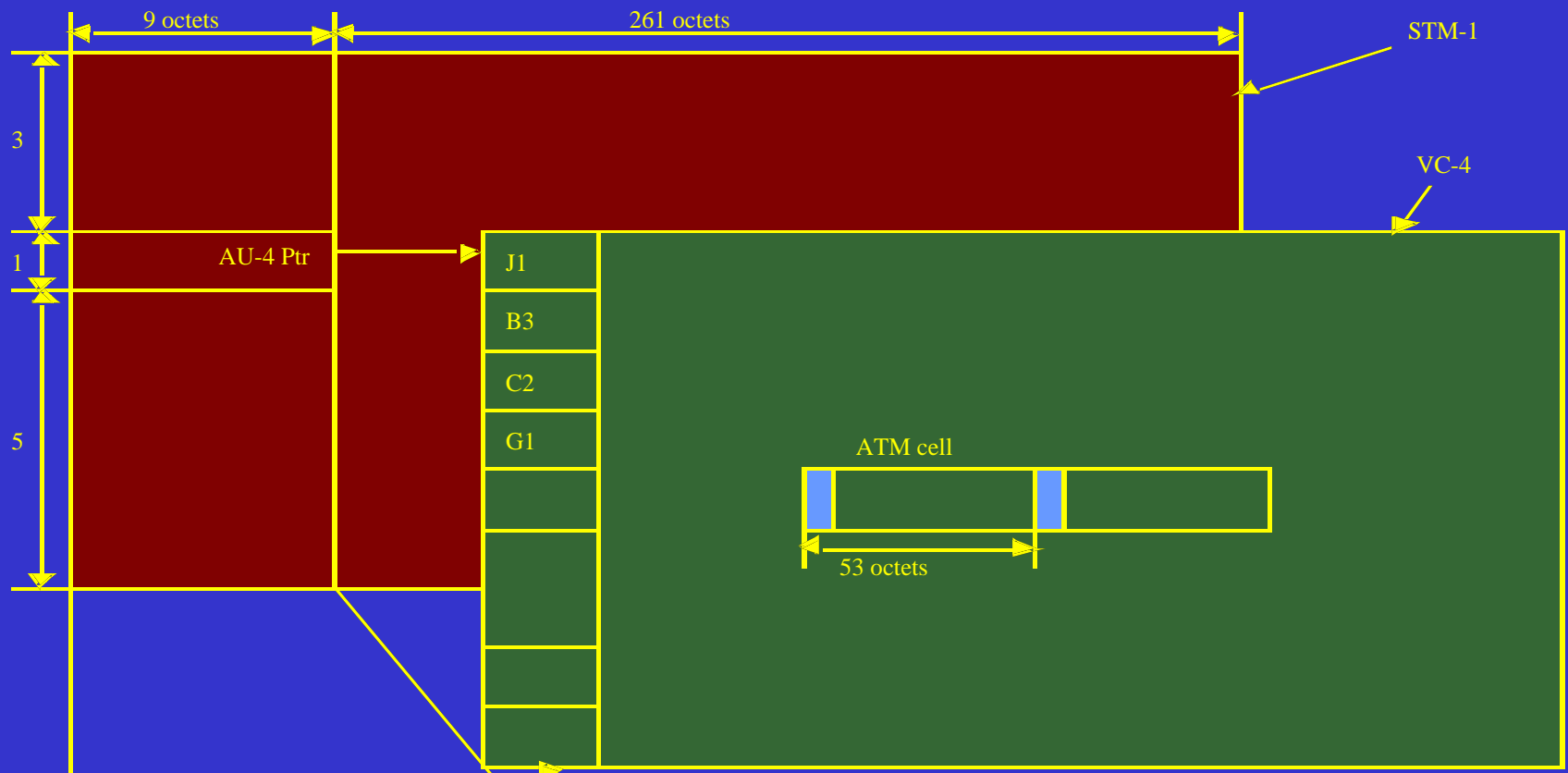


Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Transport der Payload erfolgt eingepackt in sogenannte Container des STM-1-Frames
 - Es sind Container für verschiedene Übertragungskapazitäten (C-xx) definiert
- Ein Virtual Container (VC) ist die Kombination eines basic containers mit einem POH-Feld (Path Overhead)
 - Der POH dient der Sicherung der Übertragungsqualität (Alarmüberwachung usw.)

Row	Byte 1..9	Byte 10..14	Byte 15..270
1	SOH	POH	Container C4 147.456 Mbps
..			
9			
		Virtual Container 4 VC4 150.336 Mbps	



STM-1 SOH

A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1		
B1								
H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3
B2	B2	B2				K2		
			Z2	Z2	Z2			

TC Sublayer

- Übertragung von ATM-Zellen über SONET/SDH ist definiert in ITU-T I.432



SDH STM-1 PHY- Interface

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- eingesetzt sowohl im lokalen Bereich als auch in WANs
- SONET/SDH Kanal ist unterteilt in Payload- und Overhead-Bereich
 - der Overhead wird zur Übertragung von Management-Information genutzt
- Physical Layer Funktionen:

Transmission Convergence Sublayer (TC)	HEC generation/verification	B	
	Cell scrambling/descrambling	B	
	Cell delineation (HEC)	B	
	Path signal identification (C2)	B	S
	Frequency justification/Pointer processing		S
	Multiplexing		S
	Scrambling/descrambling		S
Physical Medium Dependent Sublayer (PMD)	Transmission frame generation/recovery		S
	Bit timing		S
	Line coding		S
	Physical Medium		S

B = B-ISDN spezifisch, S = SDH spezifisch



PMD - Physical Media Dependent



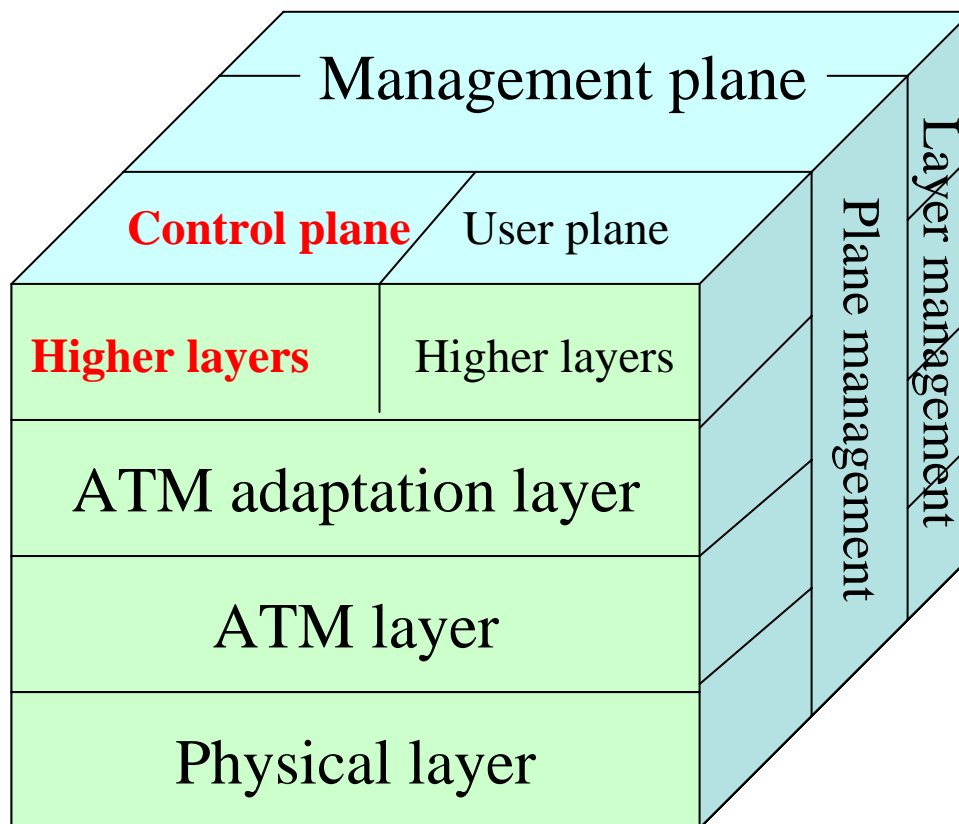
- optisches Interface:
 - definiert in ITU-T G.957
 - optischer Transmitter:
 - Light-Emitting Diode (LED)
 - Single-Longitudinal-Mode Laser (SLM)
 - Multi-Longitudinal-Mode Laser (MLM)
 - Line-Coding: non-return-to-zero (NRZ)
 - Licht an: binäre Eins, Licht aus: binäre Null

	Intra-Office	Inter-Office			
		Short haul		Long haul	
Wavelength (nm)	1310	1310	1550	1310	1550
Fiber Type		G.652		G.652 G.654	G.653
Optical Power min..max (dBm)	-15..-8	-15..-8	-15..-8	-5..0	-5..0
Distance (km)	<= 2	~ 15		~ 40	~ 60



Signaling ATM Forum UNI 3.1

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



Signaling-Funktionen



- Point-to-Point, Point-to-Multipoint Verbindungsaufbau (connection setup) und -abbau (connection release)
- Derivat von Q.931 (spezifiziert durch die CCITT für N-ISDN) und Q.933 (User-Network-Interface Signaling Protocol für Frame Relay)
 - Zur Signallisierung wird im UNI 3.0/3.1 und in Q.2931 (B-ISDN-Signalisierung nach ITU-T) eine VPI/VCI-Verbindung (statt des in Q.931 genutzten D-Kanals) benutzt
- Aushandlung von Performance-Parametern
- Nutzung eines speziellen VCs (VCI=5)
- End-to-End-Kompatibilitätsprüfung
 - z.B. AAL-Typ
- Spezifizierung der Quality of Service - Klasse

Universität
Potsdam

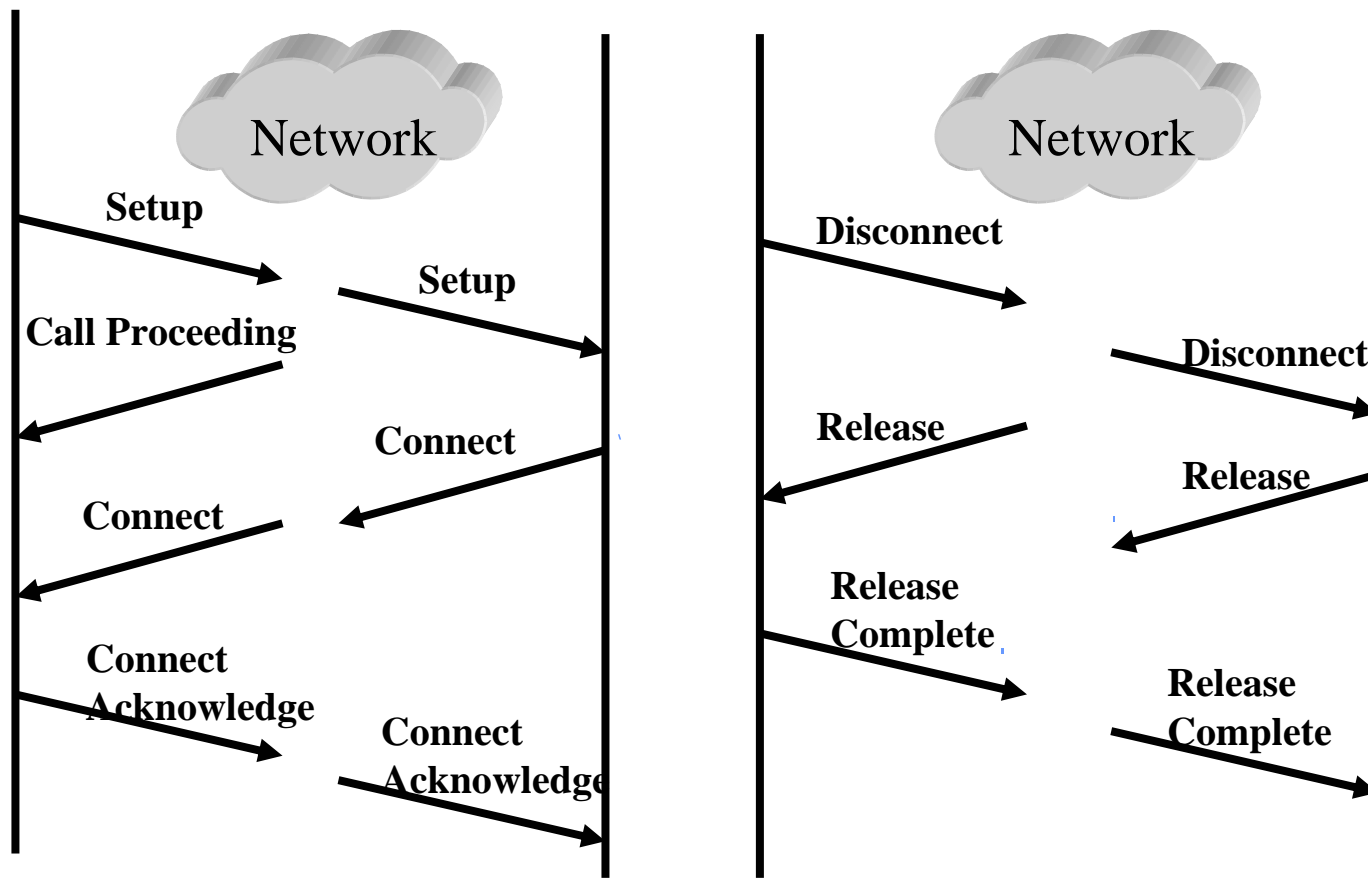
Institut für
Informatik



Connection Setup und Release



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

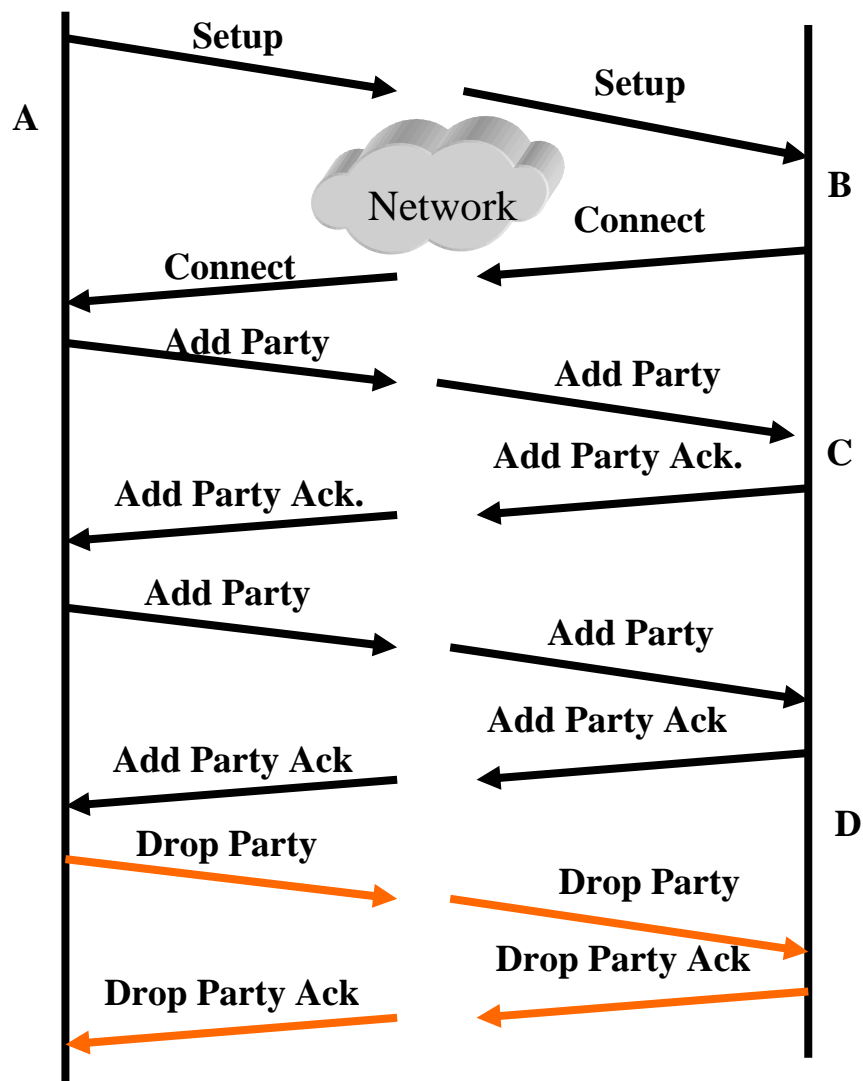




Point-to-Multipoint



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik





Protocol Format



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

8	7	6	5	4	3	2	1	
Protocol Discriminator								1 Byte
0	0	0	0	Call Ref. Length				1 Byte
Call Reference								1–16 Bytes
Message Type								1 Byte
0/ 1	Message Length							1 Byte
Information elements								
...								1-n
...								Byte

- Protocol Discriminator
 - Q.2931, Q.931/I.415
- Call Reference
 - identifiziert, zu welchem Call die Message gehört
- Message Type
 - Es werden 21 Message-Typen unterschieden
- Message Length
- Information Elements
 - Inhalt ist abhängig vom Message-Typ



Protocol Discriminator

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



0 0 0 0 0 0 0 0 to 0 0 0 0 0 1 1 1	RESERVED
0 0 0 0 1 0 0 0	Q.931/I.415 User-Network Call-Control (N-ISDN)
0 0 0 0 1 0 0 1	Q.2931 User-Network Call/Bearer-Control
0 0 0 1 0 0 0 0 to 0 0 1 1 1 1 1 1	reserved for layer 3 protocols
0 1 0 0 0 0 0 0 to 0 1 0 0 1 1 1 1	for national usage
0 1 0 1 0 0 0 0 to 1 1 1 1 1 1 1 0	reserved for layer 3 protocols

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Call Reference

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Die Call Reference dient der eindeutigen Identifizierung der Zugehörigkeit einer Message zu einem bestimmten Call
- Call Reference wird vergeben durch den Initiator eines Calls
- Call Reference wird zugewiesen zu Beginn eines Calls und ist gültig für die gesamte Dauer der Verbindung

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Message-Typen UNI 3.1

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

Bit	8 7 6 5 4 3 2 1	ATM-Forum UNI 3.1
Call establishment		
	0 0 0 0 1 1 1 1	CONNECT ACKNOWLEDGE
	0 0 0 0 0 1 1 1	CONNECT
	0 0 0 0 0 0 1 0	CALL-PROCEEDING
	0 0 0 0 0 1 0 1	SETUP
Point to multipoint		
	1 0 0 0 0 0 0 0	ADD PARTY
	1 0 0 0 0 0 0 1	ADD PARTY ACKNOWLEDGE
	1 0 0 0 0 0 1 0	ADD PARTY REJECT
	1 0 0 0 0 0 1 1	DROP PARTY
	1 0 0 0 0 1 0 0	DROP PARTY ACKNOWLEDGE
Call Clearing		
	0 1 0 0 1 1 1 0	RESTART-ACKNOWLEDGE
	0 1 0 0 0 1 1 0	RESTART
	0 1 0 1 1 0 1 0	RELEASE-COMPLETE
	0 1 0 0 1 1 0 1	RELEASE
Status messages		
	0 1 1 1 0 1 0 1	STATUS-ENQUIRY
	0 1 1 1 1 1 0 1	STATUS



Information Elements

8	7	6	5	4	3	2	1
Information element-Identifizier							
1 ext	Coding Standard	Information element-Instruction					
		Flag	Res	not used	action Indicator		
0/1	Length of Information element						
Content of the Information element							
...							



- Information element-Identifizier spezifiziert das Element
- Extension indicator ist reserviert für zukünftige Verwendung
- Coding standard bit 7 und 6 sind reserviert
- Flag zeigt an, ob der „action indicator“-Feld interpretiert wird oder nicht
- Action indicator
 - 00 Clear Call; 01 Discard and ignore
 - 10 Discard and report status; 11 Reserved
- In UNI 3.1 sollen Flag und Action Indicator auf Null gesetzt sein

Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



Beispiel: SETUP Message



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

- M - Mandatory
- O - Optional
- U - User
- N - Network

	<i>Allowed Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Length</i>
Protocol Discriminator	both	M	1
Call Reference	both	M	1 - 16
Message Type	both	M	2
Message length	both	M	1 - 2
Broadband-Bearer Capability	both	M	6 - 7
ATM Traffic Descriptor PCR	both	M	12 - 30
AAL Parameter	both	O	4 - 21
Calling Party Number	both	O	4 - 26
Calling Party Subaddress	both	O	4 - 25
Called Party Number	both	M	25
Called Party Subaddress	both	O	4 - 25
Endpoint Reference	both	O	4 - 7
Transit Network Selection	U → N	O	4 - 8
B- Low Layer Information	both	O	4 - 17
B- High Layer Information	both	O	4 - 13
Broadband Repeat Indicator	both	O	4 - 5
Quality of Service	both	M	6
Connection Identifier	N → U	M	9



Beispiel: Cause



- beschreibt den Grund für die Generierung bestimmter Messages und enthält Informationen zur Diagnose
- wird nur in RELEASE, RELEASE COMPLETE oder STATUS Messages verwendet

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

3	no route to destination called party cannot be reached because the network through which the call has been routed does not serve the destination desired.
18	no user responding called party does not respond to a call establishment message with a connect indication within the prescribed period of time allocated.
28	invalid number format (address incomplete) the called user cannot be reached because the called party number is not in a valid format or is not complete.
31	normal, unspecified report a normal event only when no other cause in the normal class applies.
49	Quality of Service unavailable report that the requested Quality of Service cannot be provided.
51	user cell rate not available report that the requested ATM Traffic Descriptor is unobtainable.
73	unsupported combination of traffic parameters combination of not supported ATM traffic parameters.
81	invalid call reference value message received with a call reference which is not currently in use.
96	mandatory information element missing message received which is missing an information element.
101	message not compatible with call state message has been received which is incompatible with call state.



UNI 4.0

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Switched virtual path services
 - Multiple Signaling Channels: VPI=X, VCI=5 über Crossconnects
 - ILMI Channels: VPI=X, VCI=16
- Leaf Initiated Join Call Paradigm
- Prozeduren für Proxy Signaling
- ATM Anycast
- Zusätzliche Message-Typen
 - z.B. für Interworking mit N-ISDN
- Neue Informationselemente
 - ABR Parameter
 - erweiterte QoS-Parameter

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



UNI 4.0 Features

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

<i>Capability</i>	<i>Terminal Equipment</i>	<i>Switching System</i>
Point-to-point Calls	M	M
Point-to-multipoint Calls	O	M
Signalling of individual QoS Parameters	M	M
Leaf initiated join	O	O
ATM Anycast	O	Note
ABR Signalling for point-to-point calls	O	O
Generic identifier transport	O	O
Virtual UNIs	O	O
Switched virtual path service	O	O
Proxy signalling	O	O
Frame discard	O	O Note
Traffic parameter negotiation	O	O
Supplementary service for interworking with N-ISDN	—	—
Calling Line Identification Presentation (CLIP)	O	O
Calling Line Identification Restriction (CLIR)	O	O
Connected Line Identification Presentation (COLP)	O	O
Connected Line Identification Restriction (COLR)	O	O
Subaddressing (SUB)	O	Note
User-User Signalling (UUS)	O	O



Adressierung

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



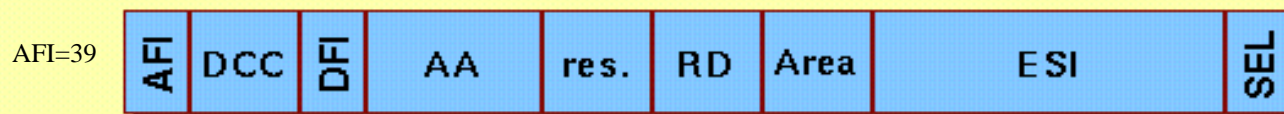
- **Private Netzwerke**
 - Eine ATM-Adresse identifiziert einen ATM-Endpunkt eindeutig
 - Das Format einer NSAP-ATM-Adresse ist spezifiziert in ISO 8348 und CCITT X.213
- **Öffentliche Netzwerke**
 - Diese sollen eine der 3 Adreßformate (DCC, ICD, E.164) unterstützen.

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



- DCC: Data Country Code (ISO 3166)



- ICD: International Code Designator



- E.164: ISDN number





ATM Adreßformate

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- AFI — identifiziert das Adreßformat
- DFI — spezifiziert Struktur, Semantik und administrative Anforderungen für den Rest der Adresse
- AA — kennzeichnet die für die Adreßvergabe zuständige Organisation
- RD — spezifiziert eine eindeutige Routing-Domain für E.164, DCC oder ICD
- Area — identifiziert einen eindeutigen Bereich in einer Routing-Domain
- ESI — identifiziert ein Endsystem in einem Bereich und muß in diesem Bereich eindeutig sein
- SEL — durch Endsysteme genutzt (virtuelle Interfaces)

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



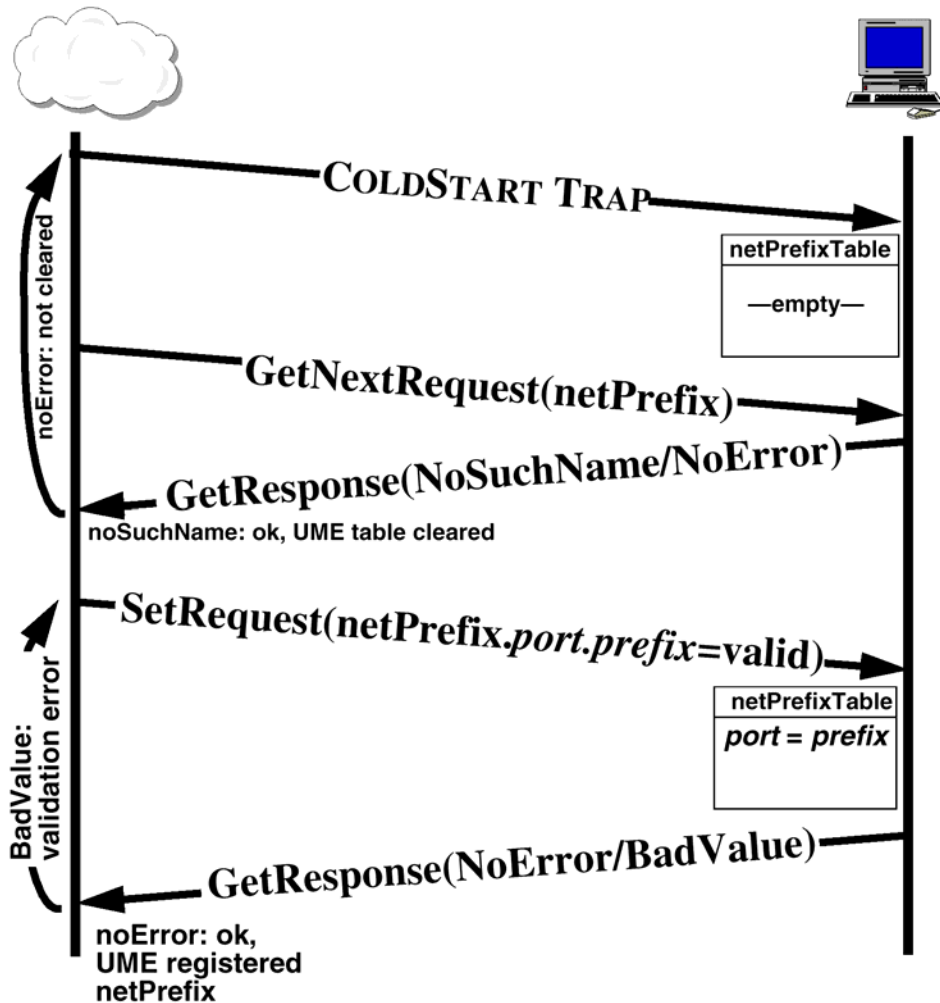
Adreß-Registrierung



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

network→user:





PNNI



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Private Network Node Interface / Private Network-to-Network Interface
- P-NNI definiert die Protokolle für die Verbindung privater Switches untereinander.
- P-NNI beinhaltet 2 Protokolle:
 - Protokoll zur Verteilung von Topologie-Informationen zwischen Switchen / Switch-Cluster
 - zur Ermittlung von Wegen durch das Netz (paths)
 - hierarchischer Aufbau, berücksichtigt große, weltweite Netze
 - selbst-konfigurierend unter der Voraussetzung, daß die Adreßstruktur die Netzhierarchie widerspiegelt
 - Signaling-Protokoll
 - zum Aufbau von End-to-End-Verbindungen über das Netzwerk
 - basiert auf dem UNI Signaling-Protokoll



PNNI-Eigenschaften (1)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Generierung von Point-to-Point-Routen
- Unterstützung von Point-to-Multipoint-Verbindungen
- P-NNI unterstützt alle 3 ATM-Adreßarten der privaten ATM-Netze
- PNNI ist Source Routing
 - Netzwerktopologie-Information wird im Netz verbreitet
 - Verteilung über Routing Control Channels (RCC)
 - RCC nutzt AAL5
 - RCC nutzt auf physikalischer Ebene oder auf Virtual Path Level nutzt PVC mit VCI=18
 - RCC auf höheren Hierarchie-Leveln nutzen SVCs
- Manuelle Konfiguration wird weitestgehend vermieden
 - selbstständige Erkennung des Interface-Typs (UNI / NNI)
 - quasi-automatische Gruppen- und Hierarchiebildung



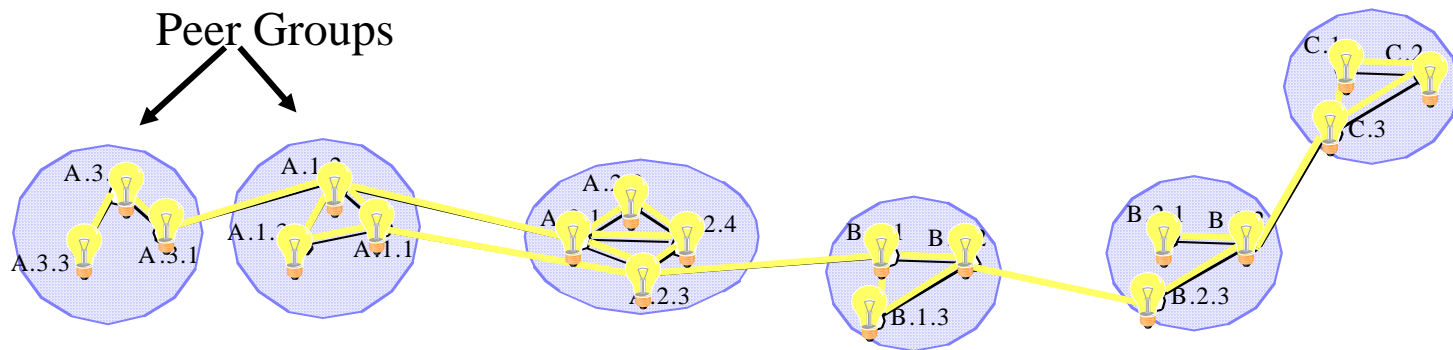
PNNI-Eigenschaften (2)



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- P-NNI ist prinzipiell in der Lage, zu einer Verbindung eine Menge von Pfaden mit adäquaten QoS-Eigenschaften zu ermitteln.
- Existierende, permanente VCCs werden unterstützt
 - Beachtung der dafür allozierten Ressourcen
 - Unterstützung des Wiederaufsetzens im Fehlerfall
- PNNI erlaubt Routing-Hierarchien
 - Systeme auf einer Hierarchieebene sind in sogenannten Peer Groups zusammenfaßbar
 - Routing-Updates erfordern wegen Topologie-Aggregation nur minimalen Overhead und geringe Bandbreite
- Protokolle sind für zukünftige Anforderungen (policy usw.) erweiterbar.



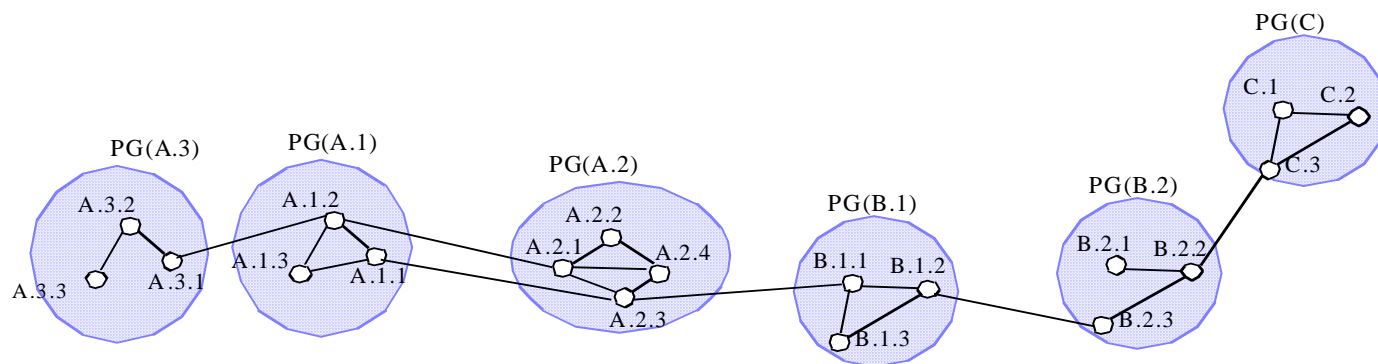
- **Logical Nodes**

- Simple Nodes (Knoten ohne *outside links*)
- Border Nodes (Knoten mit einem oder mehreren *outside links*)

- **Logical Links**

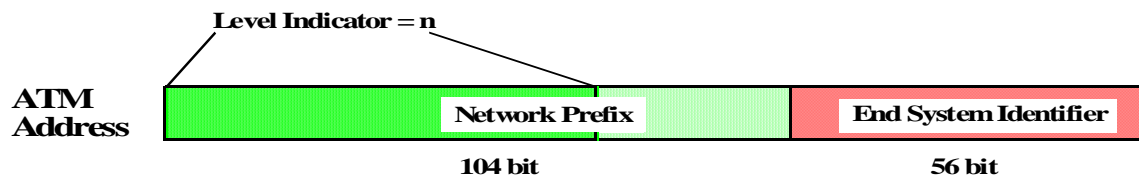
- Inside Links (Verbindungen zwischen Knoten innerhalb einer Peer Group)
- Outside Links (between nodes of different peer groups)

Unterste Ebene der Hierarchie (physikalische Repräsentation)



- **PNNI Identifier**

- Node ID
- Hierarchy Level Indicator (to create a peer group)
- Peer Group ID





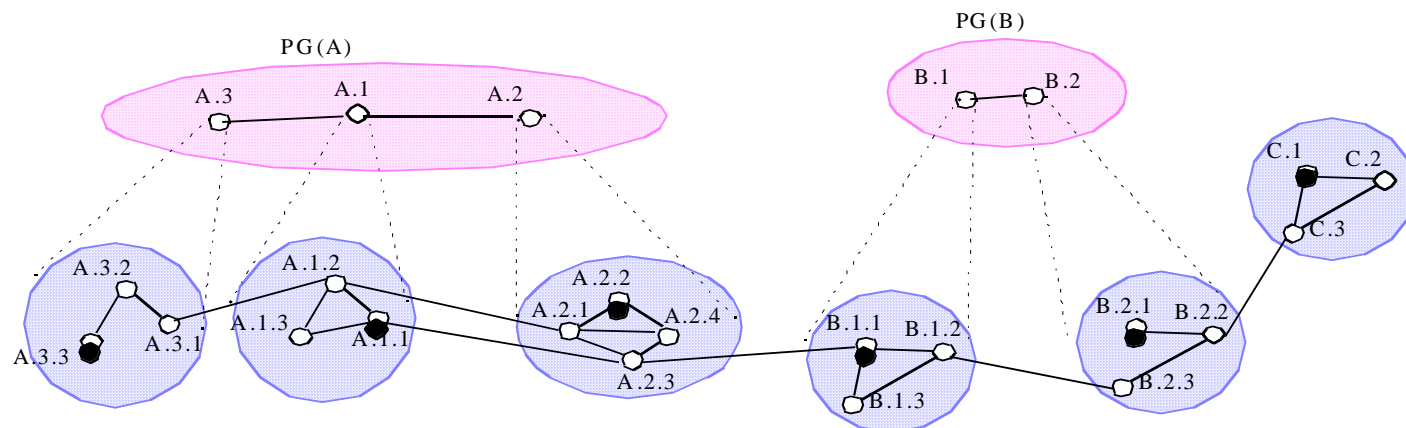
PNNI-Hierarchien (2)



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- Peer Groups sind in Cluster zusammengefaßte Switche
 - Peer Groups sind definiert durch ihre *Peer Group Identifier* (ID)
 - Peer Groups bestehen aus *Logical Nodes* (die einzelnen Switching-Systeme)
 - Peer Group IDs werden zur Konfigurationszeit vergeben
 - Peer group leader election process
 - Mitglieder der Gruppe 'lernen einander kennen' durch Informationsaustausch mittels des *Hello*-Protokolls (gleiche Peer Group ID!)
 - Das Hello-Protokoll benutzt einen reservierten VCI (VCI=18)
 - Der Informationsaustausch erfolgt mittels *Information Exchange Elements* des P-NNI



- **Peer Group Leader (PGL)**
 - Wahl erfolgt während des Austausches der Topologie-Information
 - PGL repräsentiert die Peer Group nach außen
- **Logical Group Nodes**
 - Gebildet durch den PGL der *child peer group*, gleiche Funktion wie ein *physical node*
- **Link Aggregation**
 - Mehrfache Links zwischen zwei Peer Groups werden zusammengefaßt zu einem *logical link*



PNNI-Hierarchien (4)



- Logical Group Nodes bilden die nächste Hierarchiestufe
- Peer Group A (PG(A)) ist parent peer group der Peer Groups A.1, A.2, ... (child peer groups)
 - Peer Group ID von Parent Peer Groups ist kürzer als die der zugehörigen Child Peer Groups
 - ☞ verhindert Loopbildung in den Peer Group Hierarchien
 - ☞ Die Länge der ID definiert den Hierarchielevel
- Peer Group Leader reichen hoch
 - Reachability (Adressierungsinformation)
 - Topology Aggregation (Topologieinformationen)
- Peer Group Leader informieren unterliegende Hierarchien
 - Routing-Information zur Adressierung aller erreichbaren Knoten aus Sicht des unteren Layers

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Information Exchange (Basics)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- **Hello Protocol**
 - Aufbau eines **Routing Control Channel (RCC)** zwischen **neighbour nodes**
 - Austausch von ATM-Adresse, Node ID, Peer Group ID, ...
 - Ermittelt, ob der Nachbar zur gleichen Peer Group gehört
- **Topology Information Representation**
 - **PNNI Topology State Element (PTSE)** bündeln Topologie-Information
 - PTSE enthalten beispielsweise
 - Nodal state information
 - Link attributes
 - Higher level bindings
 - ...
 - Die **Topology Data Base** eines Knotens setzt sich aus den selbst erzeugten PTSEs und den von Nachbarknoten erhaltenen PTSEs zusammen.



Information Exchange (Database Synchronization)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Die **topology database** beinhaltet **alle** für das Routing erforderliche Informationen.
- Alle Mitglieder einer Peer Group müssen ihre Topologie-Datenbank synchronisieren.
 - Direkte Nachbarn tauschen eine Zusammenfassung ihrer Topologie-Datenbank miteinander aus.
 - Beim Erhalt einer Zusammenfassung antwortet ein Knoten mit der Anforderung nach allen, von ihm zum Update benötigten PTSEs
- Mehrere **PNNI Topology State Element** (PTSE) können in einem **PNNI Topology State Packet** (PTSP) zusammengefaßt werden.
- Die Topologie-Datenbank wird periodisch aktualisiert.

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Information Exchange (Information Flow)

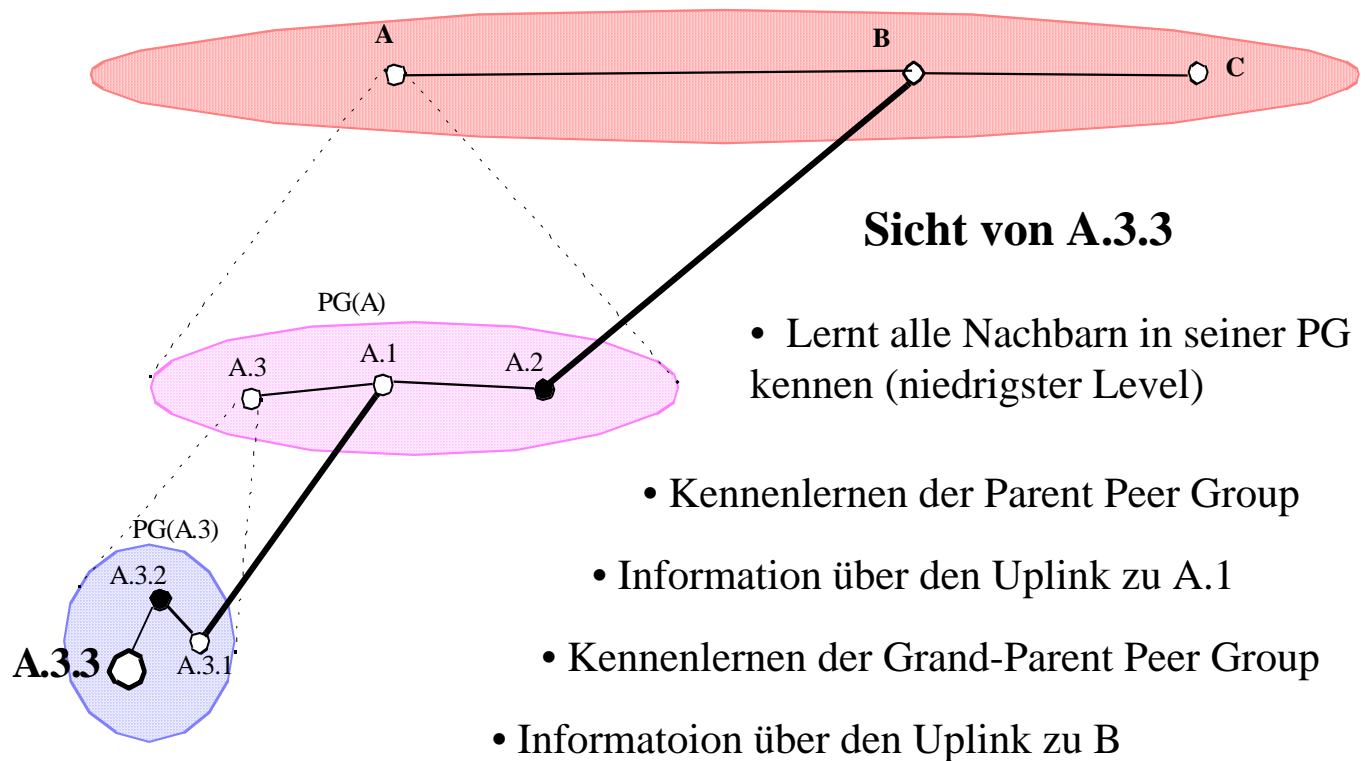
Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- PTSE werden nur innerhalb einer Peer Group verteilt (Flooding)
- **Informationsfluß zur nächsthöheren Hierarchieebene**
 - Alle innerhalb einer Peer Group zirkulierende PTSE werden durch den Peer Group Leader (PGL) gesammelt.
 - Der PGL faßt diese Information zur Beschreibung des Logical Group Nodes (LGN) auf *Parent-Level* zusammen.
 - representing this peer group on the parent level
 - Der LGN generiert daraus PTSEs und verteilt diese in der Parent Peer Group
- **Informationsfluß zur niedrigeren Hierarchieebene**
 - Alle PTSE der Topologie-Datenbank der LGN's werden zu der dem jeweiligen PGL zugehörigen Children Peer Group gesendet.

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik





PNNI 1.0 Signaling

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- P-NNI Call Control
stellt den Higher Layers zur Verfügung:
 - Routing-Informationen
 - Funktionen zur Ressourcen-Reservierung
- P-NNI Protocol Control
 - basiert auf ATM Forum UNI 4.0/ ITU-T Q.2931 Signalling
 - Erweitert um zusätzliche Features:
 - Übertragung von Routing-Information durch das Netzwerk
 - Aufbau permanenter virtueller Verbindungen
- Signalling ATM Adaptation Layer
 - Identisch mit ATM Forum UNI 4.0/ ITU-T Q.2931 signalling



Designated Transit Lists (DTL)

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- Eine DTL beinhaltet den kompletten Weg durch die lokale Peer Group. Ein Pointer bestimmt den “next hop”.
- Jede DTL wird in einem eigenen DTL Information Element (IE) transportiert
- Eine hierarchische Route is repräsentiert durch ein Stack (last-in, first-out) aus DTLs.
- Der DTL-Stack wird übertragen in SETUP oder ADD PARTY Messages als eine Folge von DTL IEs.
- DTLs werden erzeugt durch den **source node** oder einem **border entry node**.

Universität
Potsdam

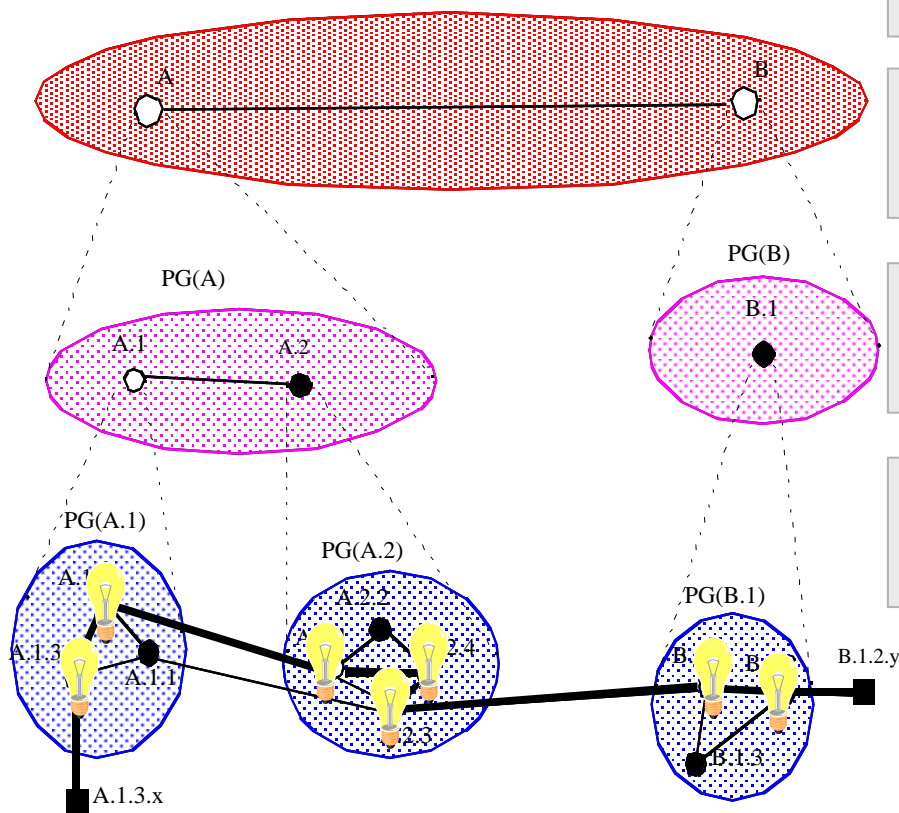
Institut für
Informatik

DTL - Beispiel

Verbindung Endsystem A.1.3.x zu Endsystem B.1.2.y



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



DTL stacks sent by the nodes:

Node A.1.3
[A.1.3, A.1.2]
[A.1, A.2]
[A, B]

Node A.1.2
[A.1, A.2]
[A, B]

Node A.2.1
[A.2.1, A.2.4, A.2.3]
[A.1, A.2]
[A, B]

Node A.2.4
[A.2.1, A.2.4, A.2.3]
[A.1, A.2]
[A, B]

Node A.2.3
[A, B]

Node B.1.1
[B.1.1, B.1.2]
[B.1]
[A, B]

Node B.1.2



Crankback



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- **Problem:** Beim Aufbau einer DTL wird die zu dem Zeitpunkt verfügbare Information genutzt.
 - Die Information kann aber überholt sein und infolge dessen kann ein Verbindungsaufbau entlang der angegebenen Route evtl. nicht mehr möglich sein.
 - In diesem Fall wird der Verbindungsaufbau abgelehnt (durch RELEASE, RELEASE COMPLETE or ADD PARTY REJECT Message)
- **Lösung:** Crankback Information
 - Crankback Information beinhaltet, wo und warum eine Verbindungsaufbau abgewiesen wurde
 - Versand erfolgt zusammen mit der **call clearing message**
 - Erlaubt einem vorherigen Knoten die Berechnung einer alternativen Route
 - Nur der **border entry node** jeder Peer Group darf alternative Routen berechnen!



Traffic Management

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

Traffic Contract

Connection Traffic Descriptor

Source Traffic Descriptor

Traffic Parameters:

Peak Cell Rate,
Sustainable Cell Rate, ...

Cell Delay Variation
Tolerance

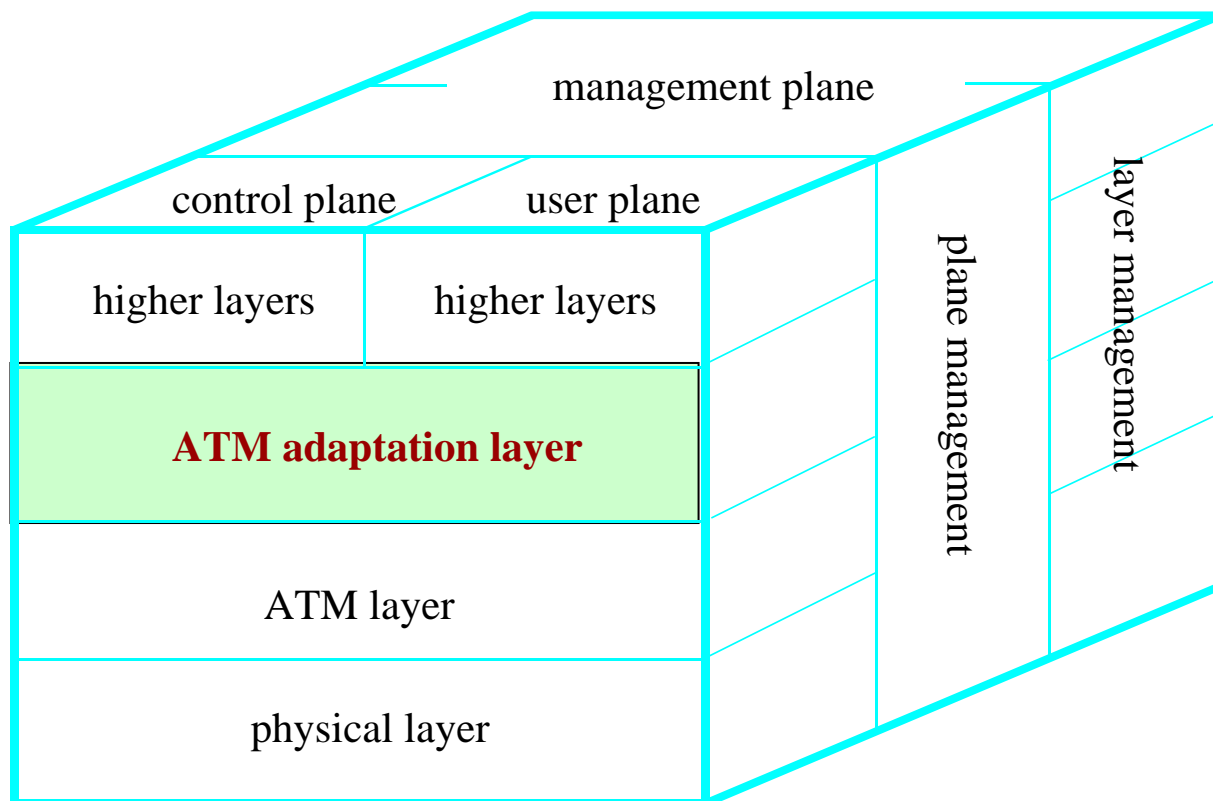
Conformance
Definition

Quality of Service Class



ATM Adaptation Layer

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste

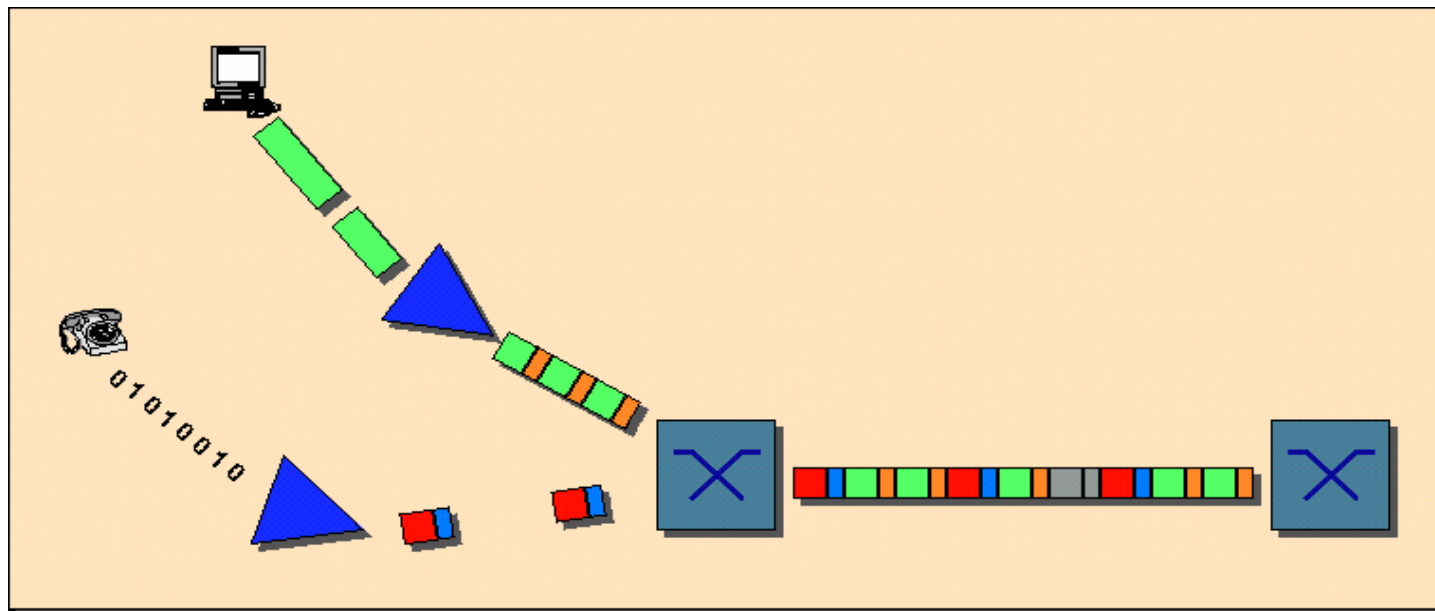


Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



- Abbildung der PDUs der höheren Layer auf die ATM-Zellstruktur
- Bereitstellung von Kontroll- und Managementfunktionen



AAL Sublayers



AAL	CS	Convergence Sublayer
	SAR	Segmentation and Reassembling Sublayer

- CS – Convergence Sublayer
 - Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)
 - dienstespezifischer AAL–SAP
 - Common Part Convergence Sublayer (CPCS)
- SAR – Segmentation and Reassembly Sublayer
 - Segmentation und Reassembling des 48-Bytes großen Informationsfelds der ATM-Zelle

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



AAL Service Classes

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Service Classes	Class A	Class B	Class C	Class D
Timing Relation between source and destination	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection-oriented			Conn.- less
Adaptation Types	AAL 1	AAL 2	AAL 3,4 / AAL 5	

- Verbindungsart (connection mode)
 - Class A: Circuit Emulation; konstante Bitrate, Video
 - Class B: variable Bitrate , Video und Audio
 - Class C: verbindungsorientierte Datenübertragung
 - Class D: verbindungsloser Datentransfer

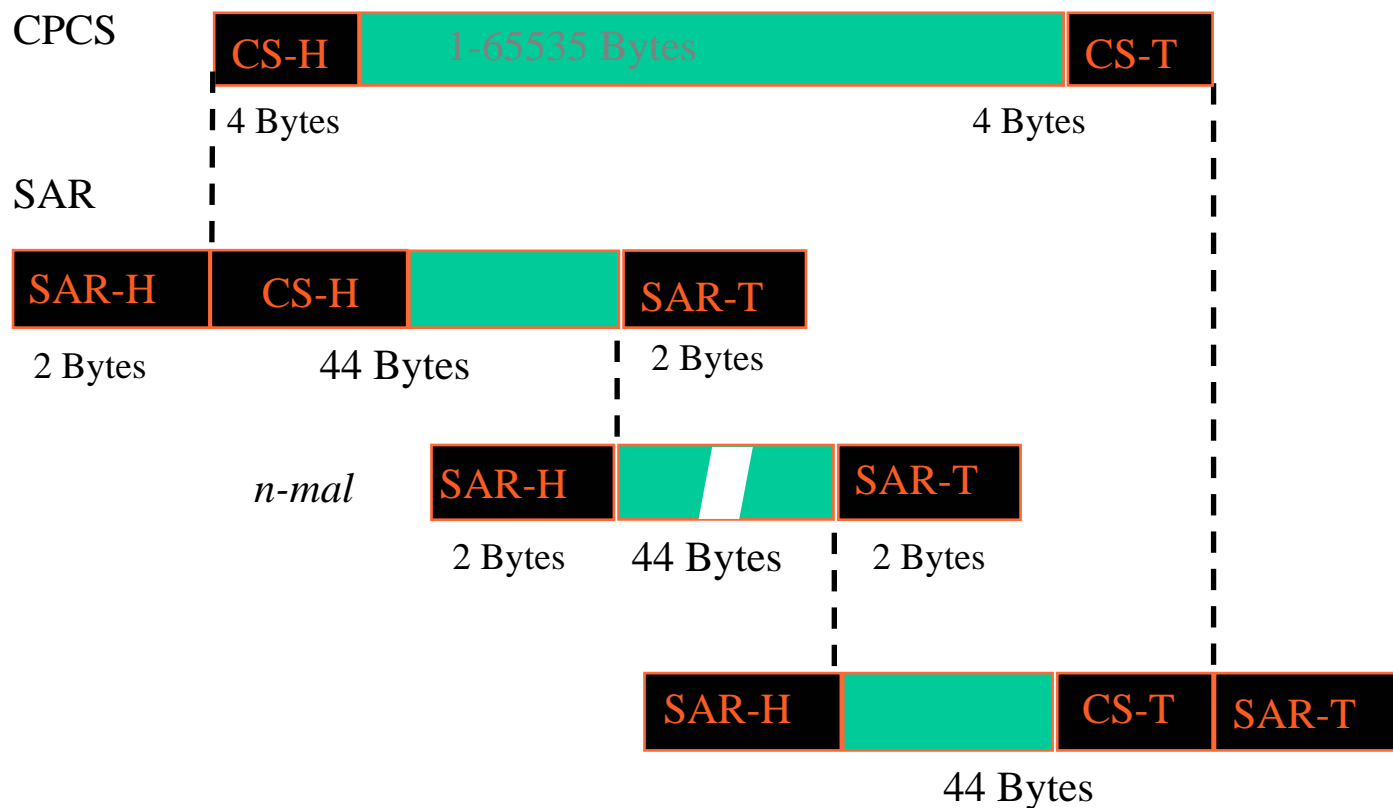
Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



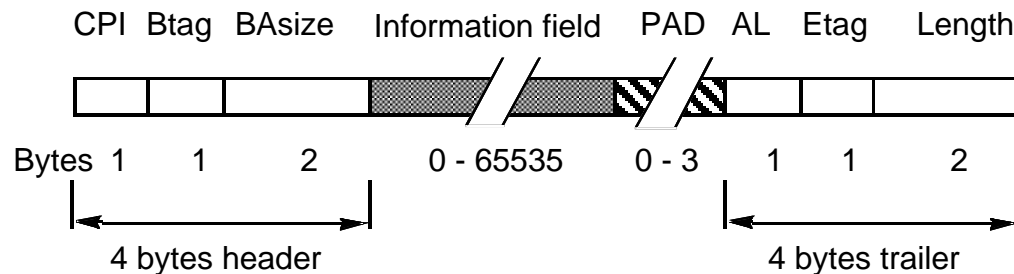
AAL	CS	Service Specific Convergence Sublayer
		Common Part Convergence Sublayer
	SAR	Segmentation and Reassembling Sublayer

- Message Mode / Streaming Mode
- Garantierte (assured) und nicht garantierte (non-assured) Datenübertragung
- CS unterteilt in Service Specific und Common Part Sublayer
- Point-to-Point und Point-to-Multipoint (ATM layer) Verbindungen (unterstützt durch den CPCS)





CS Header / Trailer



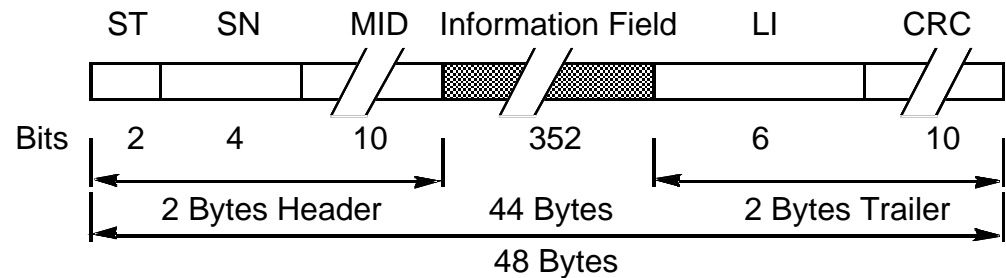
- CCPI - Common part indicator
 - Angabe der Maßeinheit für BAsize und length field (nur 0 für 'bytes' erlaubt)
- Btag - Beginning tag
 - Für eine CPCS-PDU derselbe Wert wie ETAG, verschieden von den Werten für B/Etag der vorhergehenden und nachfolgenden PDU
- BAsize - Buffer allocation size
 - Im *message mode* = length field, im *streaming mode* \geq length field
- Information field
- PAD - Padding
- AL - Alignment
 - 32 bit alignment of the trailer
- Etag - End tag
 - identisch mit Btag
- Length - Länge des Information field

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



SAR Header / Trailer



- ST: Segment Type

Symbol	Code	Name
BOM	10	Begin of Messages
COM	00	Continuation of Message
EOM	01	End of Message
SSM	11	Single Segment Message

- SN: Sequence Number
- MID: Multiplex Identifier
- LI: Length Indication

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



AAL5



- vereinfachter AAL 3/4
- Message-Mode und Streaming-Mode wie in AAL 3/4
- Übertragungsarten (assured / non-assured data transfer) wie in AAL 3/4
- CS unterteilt in Service Specific und Common Part Sublayer (wie in AAL 3/4)
- Point-to-Point und Point-to-Multipoint (ATM layer) Verbindungen (unterstützt durch den SSCS)

Universität
Potsdam

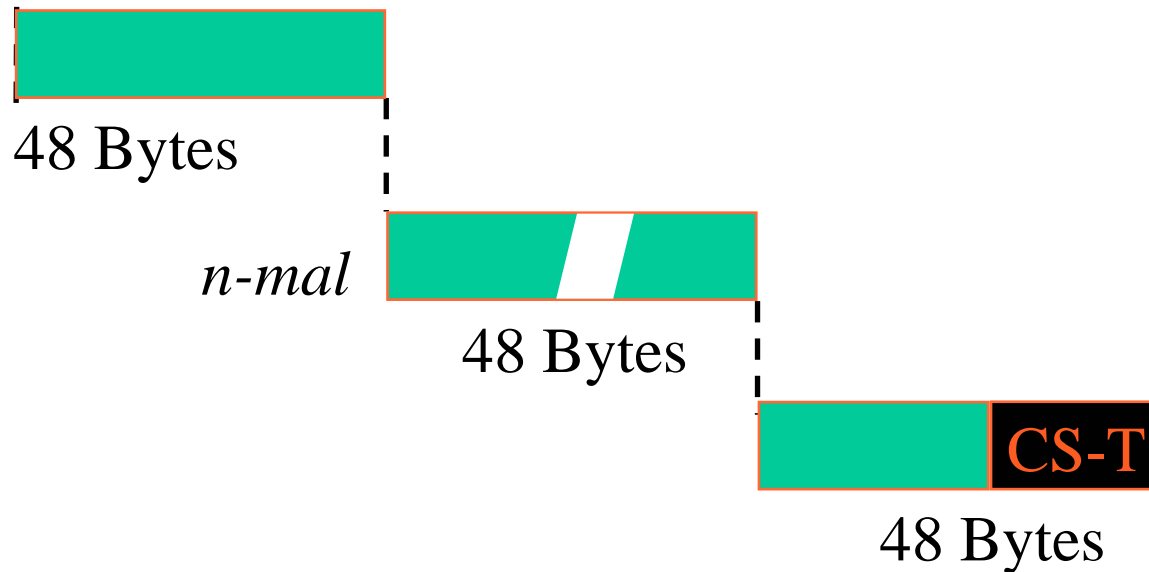
Institut für
Informatik



CPCS



SAR





AAL5 Sublayer - Funktionen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



AAL5 CPCS

- Fehlererkennung und Behandlung
 - Verwerfen der PDU oder Lieferung einer *error indication*
- Behandlung von
 - congestion information
 - loss priority information

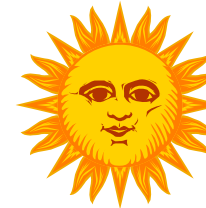
durch Lieferung der Information an niedrigere / höhere Layer

AAL5 SAR

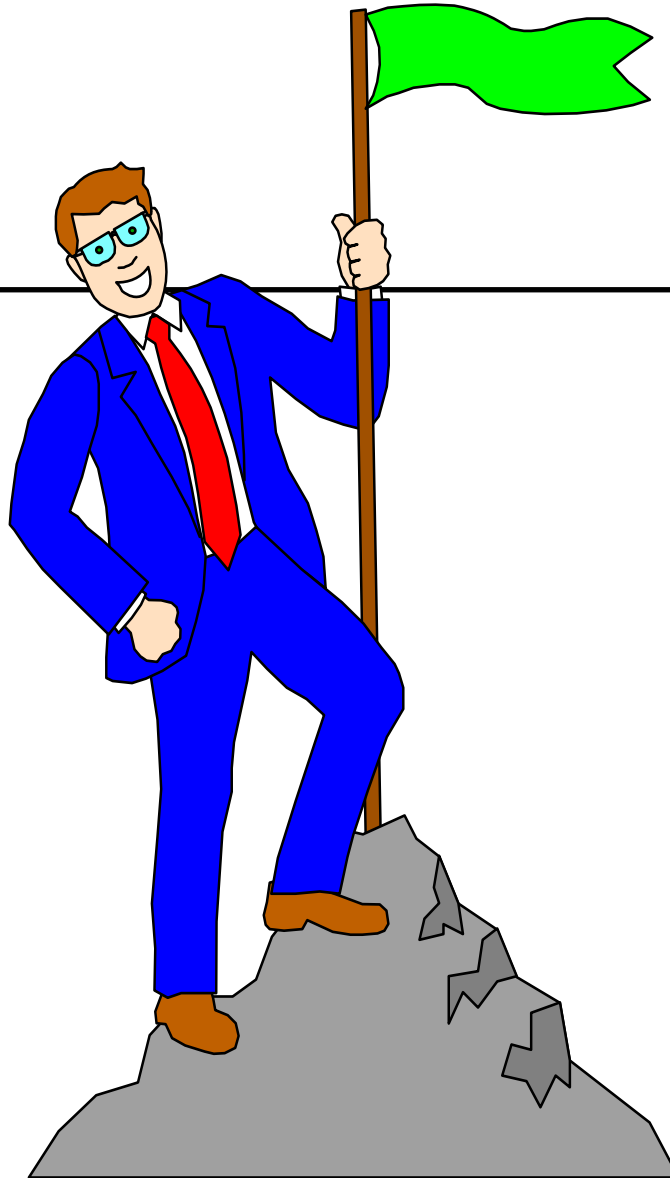
- SAR-SDU sequence continuity
 - ◆ Markierung: begin (0) und end (1) der CPCS-PDU im PT-Feld des ATM-Headers

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik



ENDE

Herzlichen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit
und Beteiligung!



Anhang

ATM standards and recommendations



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

The following organizations are working in the field of ATM standardization

- **ITU-TS**
 - (formerly CCITT), focus on international standards
- **ETSI**
 - (European Telecommunication Standardization Institute) development of European standards

Specifications are developed by:

- **ATM Forum**
 - vendor driven organization with different technical groups
 - groups are established only on demand
- **IETF** -> RFC`s
 - one of the task forces of the Internet Activities Board
 - small group of core participants
 - document result: RFC
 - interim reports in IETF Proceedings

ITU-TS

- The ATM related standards are in the following series:
 - E - General provisions concerning Administrations, users, accounts
 - G - International telephone connections and international telephone circuits
 - I - ISDN - General structure - Terminology
 - M - Principles of maintenance and maintenance organization
 - Q - Signaling in international services



ITU ATM related recommendations

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

- E.164 - addressing
- G.702 - Digital Hierarchy Bit Rates
- G.703 - Physical/electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces
- G.704 - Synchronous Frame Structure used at Primary and Secondary Hierarchical Levels
- G.706 - Frame Alignment and Cyclic Redundancy Check (CRC) Procedures relating to Basic Frame Structures defined in Recommendation G.704
- G.707 - Synchronous Digital Hierarchy Bit Rates
- G.708 - Network-Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy
- G.709 - Synchronous Multiplexing Structure
- I.113 - Vocabulary of Terms for Broadband Aspects of ISDN
- I.121 - Broadband Aspects of ISDN
- I.142 - B-ISDN Meta-Signaling
- I.150 - B-ISDN ATM Functional Characteristics
- I.211 - B-ISDN Service Aspects
- I.311 - B-ISDN General Network Aspects
- I.321 - B-ISDN Protocol Reference Model and its Application
- I.327 - B-ISDN Network Functional Architecture
- I.350 - Quality of Service (QoS) for Bearer Service and Tele Service
- I.356 - B-ISDN ATM Layer Cell Transfer Performance
- I.361 - B-ISDN ATM Layer Specification
- I.362 - B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Functional Description
- I.363 - B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Specification
- I.364 - Support of broadband connectionless data service on B-ISDN
- I.371 - Traffic and Congestion control in B-ISDN
- I.413 - B-ISDN User-Network Interface
- I.414 - Overview of Recommendations on layer 1 for ISDN and B-ISDN customer accesses
- I.430 - Layer 1 Specification at the Basic Rate
- I.431 - Layer 1 Specification at the Primary Rate User-Network Interface
- I.432 - B-ISDN User-Network Interface Physical Layer Specification
- I.441 - ISDN User-Network Interface Data Link Layer Specification



ITU ATM related recommendations

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



- I.600 - Application of Maintenance Principles to ISDN Subscriber Access and Subscriber Installation
- I.610 - OAM Principles of B-ISDN Access
- M.20 - Maintenance Philosophy for Telecommunications Network
- M.30 - Principles for a Telecommunication Management Network
- M.36 - Principles for the Maintenance of ISDNs
- Q.2010 - General Introduction to Signaling in B-ISDN
- Q.2100 - B-ISDN Signaling AAL, overview
- Q.2110 - AAL, SSCOP
- Q.2120 - Meta-Signaling Protocol
- Q.2130 - SSCF at UNI
- Q.2140 - SSCF at NNI
- Q.2931 - Signaling in B-ISDN

**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**



ETSI ATM related recommendations

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

European standards developed by ETSI:

- User Network Interface
 - pr ETS 300 299
 - pr ETS 300 300
- ATM Layer
 - pr ETS 300 298-1
 - pr ETS 300 298-2
- Resource Management / Traffic Control
 - pr ETS 300 301
- ATM Adaptation Layer
 - DE / NA - 52617 (AAL 1)
 - DE / NA - 52618 (AAL 3/4)
 - DE / NA - 52619 (AAL 5)
 - DE / NA - 52620
- Operating and Maintenance
 - DE / NA - 52209
 - DTR / NA - 52204
 - DE / NA - 52806

- User Network Interface Signaling
 - DE / SPS - 5024 (Basic Calls)
 - DE / SPS - 5034 (Supplementary service)
- Signaling AAL
 - DE / SPS - 5026 -1
 - DE / SPS - 5026 -2

Address ETSI:

ETSI Secretariat
06921 Sophia Antipolis
Route des Lucioles, Valleebonne
Tel.: +33.92944200
Fax: +33.93654716



ATM Forum

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



Universität
Potsdam

Institut für
Informatik

Goal:

Acceleration of ATM products and services deployment through rapid convergence on interoperability specifications and promotion of industry cooperation.

- Characterization:
 - world-wide non-profit organization
 - vendor driven, founded by Northern Telecom, US Sprint, Cisco and Adaptive Corp. in 1991
 - more than 800 members (spring 1997)
- principal members
 - get all information, are expected to contribute full time people
 - pay \$10.000 per year
- auditing members / user members
 - get a lot of information (especially all draftm specifications), can attend plenary or general meetings
 - pay \$1.500 per year

Approved ATM-Forum Specifications

WWW-Page to order or download the above specifications:

http://www.atmforum.com/atmforum/spec_order.html

- Technical Working Groups
 - Physical Layer
 - Signaling
 - Private NNI
 - Network Management
 - Traffic Management
 - B-ICI
 - Service Aspects and Applications
 - LAN Emulation
 - Testing
 - Multiprotocol
 - Residential Broadband
 - ...

Groups are established only on demand!



RFCs



In the area of ATM networking different Requests for Comment (RFC`s) were developed and presented within the framework of the internet engineering task force (IETF):

- RFC 1483 - Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5.
- RFC 1754 - IP over ATM Working Group's Recommendations for the ATM Forum's Multiprotocol BOF. Version 1. January 1995
- RFC 1577 - Classical IP and ARP over ATM.
- RFC1755 - UNI Signaling Support for IP over ATM
- RFC 1626 - Default IP MTU for use over ATM AAL5.
- RFC 1680 - IPng Support for ATM Services.
- RFC 1695 - Definitions of Managed Objects for ATM Management Version 8.0 using SMI v2.
- RFC 1821 - Integration of realtime services in IP ATM
- RFC 1932 - IP over ATM: A Framework Document

Universität
Potsdam

Institut für
Informatik



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

AA - administrative authority
AAE - abgesetzte ATM Einheit
AAL - ATM adaptation layer
ABR - Available Bitrate
ADM - add/drop multiplexer
AFI - authority and format identifier
AIS - alarm indication signal (SDH)
AL - alignment
AMS - audiovisual multimedia services
ANP - AAL2 negotiation procedure (AAL2)
ANSI - american national standard institute
APS - automatic protecting switching
ARP - address resolution protocol
ASC - american standards committee
ASN.1 - abstract syntax notation one
ATDM - asynchronous time division
multiplexing
ATE - ATM terminating equipment
ATM - asynchronous transfer mode
ATMR - ATM Ring
ATV - advanced television
AU - administrative unit OR access unit
BALI - Berlin ATM LAN Interconnection
BAsize buffer allocation size
BCD - binary coded digit
BCOB - Broadband Connection Oriented Bearer
B-ICI - Broadband Intercarrier Interface
B-ISDN - broadband integrated services digital network
B-ISUP broadband ISDN user part
BE - beginning-end-tag
BECN - backward explicit congestion notification
Bellcore - Bell Communication Research
BER - bit error rate
B-ET - exchange termination for B-ISDN
BGREJ - begin reject
BIP - bit interleave parity
B-ISDN - broadband integrated service digital network
B-LT - line termination for B-ISDN
B-NT1 - network termination equipment type 1 for B-
ISDN
B-NT2 - network termination equipment type 2 for B-
ISDN



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

BOC - Bell operating company

BOM - begin of message

bps - bits per second

BRI - basic rate interface

BT - burst tolerance

Btag - begin tag

B-TA - terminal adapter for B-ISDN

B-TE1 - terminal equipment type 1 for B-ISDN

B-TE2 - terminal equipment type 2 for B-ISDN

BUS - broadcast and unknown server

CAC - connection admission control

CBDS - connectionless broadband data service

CBOS - connectionless broadband data service

CBR - constant bit rate

CC - connection control timer

CCITT - Comité Consultatif International
Telephonique et Telegraphique

CCR - Current Cell Rate

CDV - cell delay variation

CDVT - CDV tolerance

CEQ - customer equipment

CEPT - conference of european postal &
telecommunication administration

CER - cell error ratio

CIR - committed information rate

CL - connectionless (service)

CLDS - connectionless data service

CLNAP - connectionless network access protocol

CLNIP - connectionless network interface protocol

CLNP - connectionless network protocol

CLNS - connectionless network service

CLP - cell loss priority

CLR - cell loss ratio

CLS - connectionless server

CLSF - connectionless service-function

CMI - coded mark inversion

CMIP - common management information protocol

CMIS - common management information service

CMISE - CMIS element

CMR - cell misinsertion rate

CN - customer network

CNM - customer network management



Abkürzungen



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

CO - connection oriented (service) OR central office
COM - continuation of message
CONS - connection oriented network services
CPCS - common part convergence sublayer (AAL)
CPE - customer premises equipment
CPI - common part identifier
CPS - Common Part Sublayer (AAL2)
CPS-PP - CPS packet payload (AAL2)
CRC - cyclic redundancy check
CRF(VC) - virtual channel connection related functions
CRF(VP) - virtual path connection related functions
CS - convergence sublayer
CSA - canadian standards association
CSI - CS Indication
CSU - channel service unit
CSMA/CD - carrier sense multiple access with collision detection
CVs - coding violations

DA - destination address
DACS - digital access and cross-connect system
dB - decibel
dBm - decibel (referencing 1 mW)
DFI - domain specific part format identifier
DCC - data communication channel
DCC - data country code
DCE - data circuit terminating equipment
DCS - digital cross-connect system
DE - discard eligible
DLCI - data link connection identifier
DNA - digital network architecture
DoD - department of defense
DQDB - distributed queue dual bus
DSP - digital signal processor
DSS - distributed sample scrambler
DSU - data service unit OR digital switching unit
DSX - digital signal cross-connect
DS-x - digital signal x (i.e. x=3, DS-3)
DTE - data terminal equipment
DTMF - dual tone multifrequency
DXC - digital cross-connect
DXI - data exchange interface



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

EA - extended address

ECSA - exchange carriers standards
association

EDFG - Edge Device Functional Group

EFCI - explicit forward congestion indication

EFI - errored frame indicator (DS3)

EMA - enterprise management architecture

END - end

ENDAK - end acknowledgment

EOC - embedded operations channel

EOM - end of message

ES - errored seconds

ESI - end system identifier

ET - exchange termination

Etag - end tag (AAL3/4)

ETSI - european telecommunications
standards institute

FCS - frame check sequence

FC - forward congestion indicator

FDDI - fiber distributed data interface

FDM - frequency division multiplexing

FEBE - far end block error (PDH)

FEC - forward error correction

FECN - forward explicit congestion notification

FERF - far end receive failure (SDH)

FFOL - FDDI follow-on-LAN

FG - Functional Group

FIFO - first in first out

FOT - fiber optic terminal

fps - frames per second

FR - frame relay

FRM - fast resource management

FTAM - file transfer access and management

FTP - file transfer protocol

FTTC - fiber to the curb

FTTH - fiber to the home

GCRA - generic cell rate algorithm

GFC - generic flow control

GPS - Navstar global positioning satellite

GSM - global system for mobile communications

GW - gateway



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam
Institut für
Informatik**

HBFG - Host Behavior Functional Group

HEC -header error control

HDLC - high-level data link control

HDTV - high definition television

HIPPI - high performance parallel interface

HSC - header check sequence

HSLAN - high speed LAN

HSSI - high speed service interface

Hz - Hertz (cycles per second)

IAB - internet activity board

ASG - Internetwork Address Sub-Group

IASGid - Internetwork Address Sub-Group
Identifier

IBSG - Internetwork Broadcast Sub-Group

IBUFG - Internetwork Broadcast/Unknown
Functional Group

ICD - international code designator

ICFG - IASG Coordination Function Group

ICI - interexchange carrier interface

ICMP - internet control message protocol

IDLC - integrated digital loop carrier

IDMR - inter domain multicast routing

IDU - interface data unit

IE - information element

IEEE - institute of electrical and electronic engineers

IETF - internet engineering task force

IISP - interim interswitch Signaling protocol

ILMI - integrated local management interface

IN - intelligent network

InARP - inverse address resolution protocol

IP - internet protocol

I-PNNI - integrated private network-network interface

IPX - internetwork packet exchange

ISDN - integrated services digital network

ISO - international standards organization

ISSI - inter-switching system interface

ISUP - ISDN user part

ITU - international telecommunication union

ITU-TS - telecommunication standardisation sector of
ITU

IUT - implementation under test

IWU - interworking unit



Abkürzungen



**Universität
Potsdam
Institut für
Informatik**

JPEG - joint photographic experts group

LAN - local area network

LANE - LAN Emulation

LAP-B - link access procedure balanced (X.25)

LAP-D - link access procedure D (ISDN)

LAP-F - link access procedure F

LATA - local access and transport area

LBA - leaky bucket algorithm

LE - layer entity

LEC - LANE client (LANE)

LEC - local exchange carrier

LECS - LANE configuration server

LEN - local exchange node

LES - LANE server (LANE)

LGN - logical group node

LI - length indication

LIS - logical IP subnet (Classical IP)

LLC - logical link control

LL-ID - loopback location identification

LME - layer management entity

LMI - local management interface

LOCS - loss of cell synchronization (SDH)

LOF - loss of framing (SDH)

LOH - Line overhead

LOP - loss of pointer (SDH)

LOPS - loss of PRBS synchronization (SDH)

LOS - loss of signal

LSB - least significant bit

LSCR - loss of scrambler synchronization (SDH)

LT - line termination

LTE - line terminating equipment (SDH)

LUNI - LANE UNI

MAC - media access control

MAN - metropolitan area network

MARS - multicast address resolution server

MAU - media access unit

MBS - maximum burst size

MCR - Minimum Cell Rate

MIB - management information base

MID - multiplexing identifier (ATM) OR message
identifier (DQDB)

MIS - management information system



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

MMF - multi mode fiber
MPDU - management protocol data unit
MPEG - motion picture experts group
MPOA - Multiprotocol over ATM
MS - multiplexer section
MSB - most significant bit
MSOH - multiplexer section overhead
MSVC - meta-Signaling virtual channel
MT - message type
MTP - message transfer part
MTU - maximum transmission unit
MUX - multiplexer

NCP -network control point
NDIS - network device interface specification
NE - network element
NFS - SUN network file system
NI - network interconnect
N-ISDN -narrowband ISDN
NMS Network Management System
NNI - network-network-interface
NPC - network parameter control

NRZ - non-return-to-zero code
NSAP - network service access point
NT - network termination
NTSC - national television standards committee

OAM - operation and maintenance
OCD - out of cell delineation
OC-x - optical carrier level x
ODI - open data interface
OH - overhead
OOF - out of frame
OS - operating system
OSI - open system interconnection
OSPF - open shortest path first
OTDR - optical time domain reflector
OUI - organizationally unique identifier

PABX - private automatic branch exchange
PAD - packet assembler/disassembler
PBX - private branch exchange
PC - protocol control
PCM - puls code modulation



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

PCN - personal communications network
PCO - point of control and observation
PCR - peak cell rate
PDH - plesichronous digital hierachy
PDN - public data network
PDU - protocol data unit
PG - peer group
PGL - peer group leader
PHY - physical layer
PICS - protocol impelmentation conformance statements
PID - protocol identification
PIXIT protocol implementation eXtra information for testing
PLCP - physical layer convergence protocol
PM - physical medium
PMD- physical medium dependent
PNNI - private network-network interface
POH - path overhead
PRI - primary rate interface
PRN - pseudo random noise
PSPDN - packet switched public data network

PSTN - public switched telephone network
PT - payload type
PTE - path terminating equipment (SDH)
PTSE - PNNI topology state element (PNNI)
PTSP - PNNI topology state packet (PNNI)
PTT - postal, telegraph & telephone
PTI - payload type indicator
PVC - permanent virtual channel
PVCC - permanent virtual channel connection
PVPC - permanent virtual path connection

QoS - quality of service

RARP - reverse address resolution protocol
RBOC - regional Bell operating company
RD - routing domain
RDI - remote defect indicator (SDH)
RFC - request for comments
RIP - routing information protocol
RM - Resource Management
ROLC - routing over large clouds
RPC - remote procedure call



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



**Universität
Potsdam
Institut für
Informatik**

RSOH - regenerator section overhead (SDH)

RSFG - Route Server Functional Group

RT - router

RTS - residual time stamp (AAL1)

SA - source address

SAAL - Signaling ATM adaptation layer (AAL)

SAP - service access point

SAPI - service access point identifier

SAR - segmentation and reassembly sublayer
(AAL)

SC - sequence count (AAL)

SCR - sustainable cell rate

SDH - synchronous digital hierarchy

SDLC - synchronous data link control

SDU - service data unit

SEAL - simple and efficient AAL

SECB - severely errored cell block ratio

SEL - selector

SES - severely errored seconds

SIP - SMDS interface protocol

SIR - sustained information rate

SLC - subscriber loop carrier

SMDS - switched multimegabit data service

SMF - single mode fiber

SN - sequence number

SNA - system network architecture

SNAP - subnetwork access protocol

SNDCF - Sub-Network Dependent Convergence Function

SNI - subscriber network interface

SNMP - simple network management protocol

SNP - sequence number protection

SOH - section overhead

SONET - synchronous optical network

SPE - synchronous payload envelope

SPF - shortest path first protocol

SR - source routing

SRTS - synchronous residual time stamp (AAL1)

SSAP - source service access point

SS - SMDS switching system

SSCF - service specific coordination function

SSCOP - service specific connection oriented protocol
(SAAL)



Abkürzungen



**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**

SSCS - service specific convergence sublayer
(AAL)

SSS - self synchronizing sample scrambler

SS7 - Signaling system number 7

STDM - synchronous time division multiplexing

STE - section terminating equipment

STF - start field (AAL2)

STM - synchronous transfer mode

STM-x - synchronous transport module level
x(i.e. x=1, STM-1)

STP - shielded twisted pair OR spanning tree
protocol

STS-x - synchronous transport signal level x
(i.e. x=3, STS-3)

STS-xC - STS-x concatenated (i.e. x=3, STS-
3C)

SUT - system under test

SVC - Signaling virtual channel

TA - terminal adapter

TAT - theoretical arrival time

TC - transmission convergence sublayer
(Physical Layer)

TCP - transmission control protocol

TDM - time division multiplexing

TE - terminal equipment

TM - traffic management

TP4 - transport protocol class 4

TTCN - tree and tabular combined notation

TU - tributary unit

TUG - tributary unit group

UBR - Unspecified bitrate

UDP - user datagram protocol

UME - UNI Management Entity

UNI - user-network-interface

UPC - usage parameter control

UPT - universal personal telecommunications

UTP - unshielded twisted pair

UU - user-to-user indication

VBR - variable bit rate

VC - virtual channel

VC-n - virtual container n

VCC - virtual channel connection

VCI - virtual channel identifier



Abkürzungen

Netzwerktechnologien
und multimediale
Teledienste



VLAN - virtual LAN
VP - virtual path
VPC - virtual path connection
VPCI - VPC identifier
VPI - virtual path identifier
VPN - virtual private network
VSA - virtual scheduling algorithm
VT - virtual tributary
VTG - virtual tributary group
VTOH - virtual tributary overhead

WAN - wide area network

XTP - express transfer protocol

**Universität
Potsdam**

**Institut für
Informatik**