IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

IBM Seminar “Meet the Experts”

Integration von ATM in lokale Netze

Dr. Torsten Braun

braun@heidelbg.ibm.com

IBM Europäisches Zentrum für Netzwerkforschung
Vangerowstr. 18
69115 Heidelberg

IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Überblick

1. ATM – Zusammenfassung der wichtigsten Eigenschaften
2. Verkehrsmanagement – ABR Service
3. Standards für die physikalische Schicht
4. Internet-Protokolle
5. IP über ATM nach RFC 1577
6. Erweiterungen von RFC 1577: MARS und NHRP
7. LAN Emulation
8. Vergleich RFC 1577 / LAN Emulation

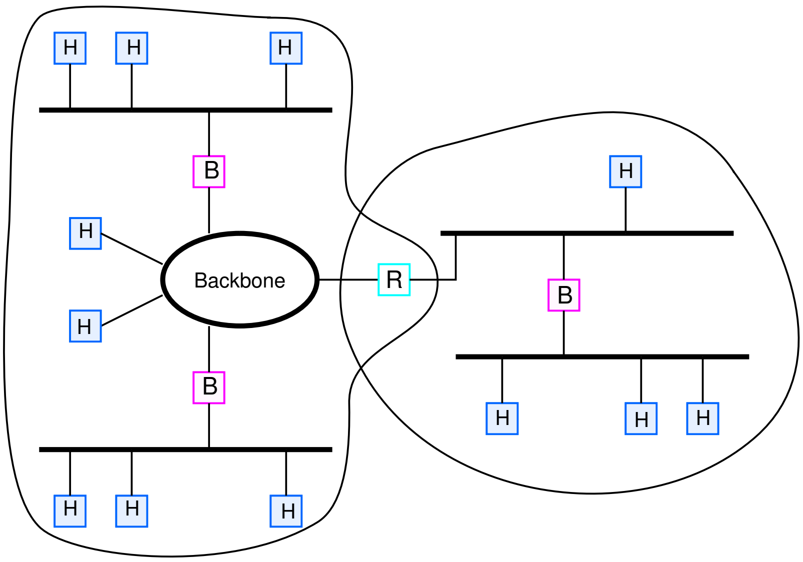
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Lokales Netz



IP Subnetz A

IP Subnetz B

H Endsysteme

B Bridge

R Router

Dr. Torsten Braun

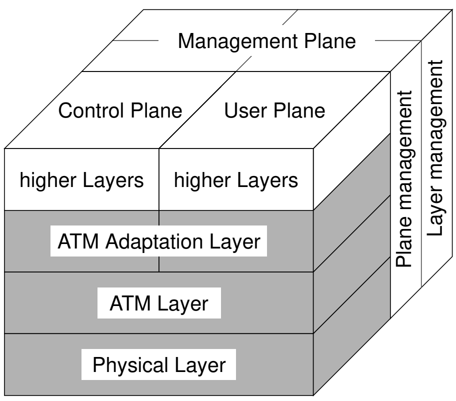
European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

© IBM Deutschland 1996

ATM Referenzmodell der ITU



- große Auswahl an Standards für die Physikalische Schicht
- ATM Schicht: Zellenvermittlung
- ATM Adaptionssschicht: paßt die Anforderungen der höheren Schichten an die ATM Schicht an
- Control Plane: *out-of-band* Signalisierung zur Verbindungssteuerung
- Management Plane: koordiniert die Schichten und die Planes

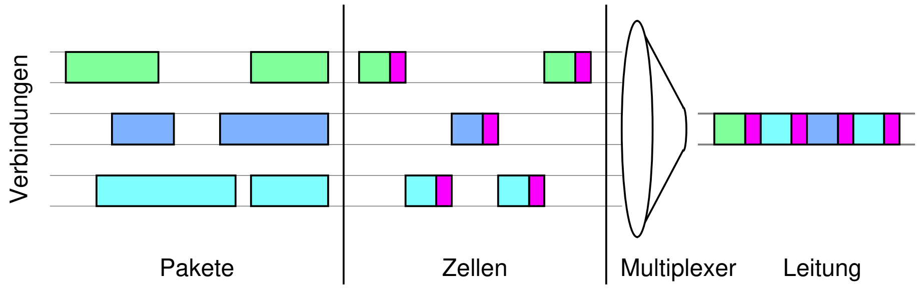
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

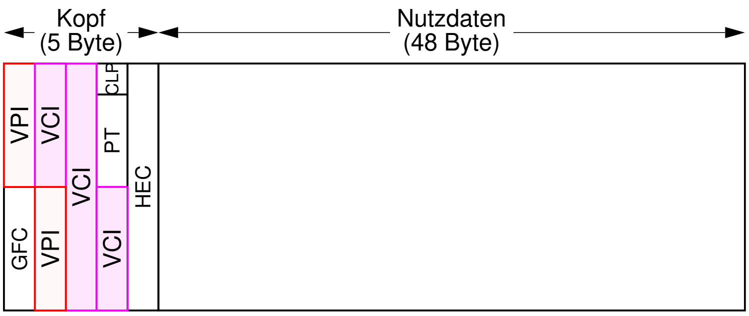
Heidelberg

Segmentierung in ATM-Zellen

Segmentierung der Anwendungsdaten in Zellen



ATM Zelle

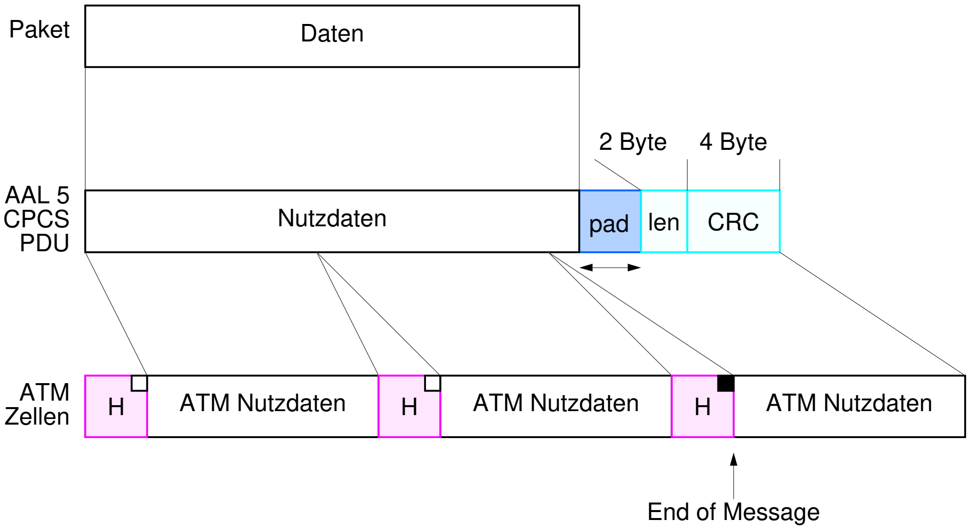


Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM Adaptionssschicht AAL 5



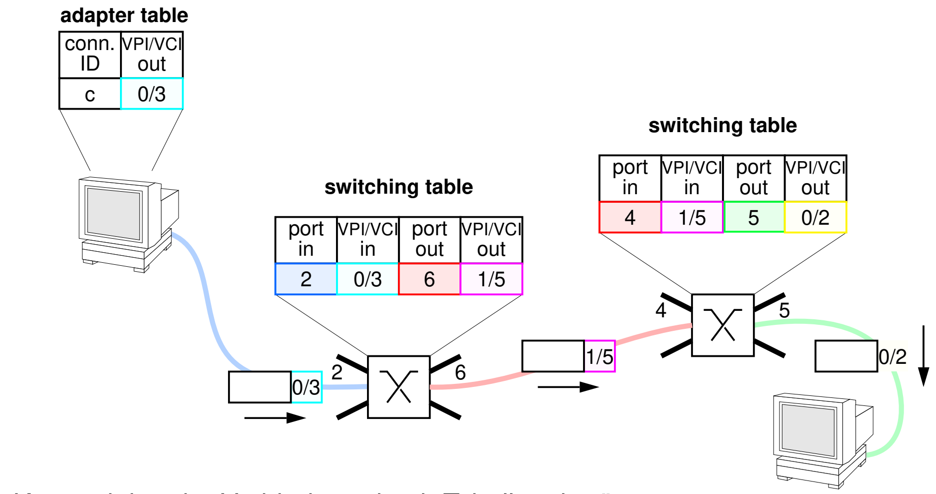
IBM

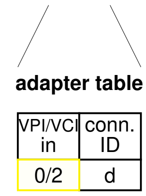
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM: *Virtuelle* Verbindungen





Konstruktion der Verbindung durch Tabelleneinträge
- statisch: PVC (Permanent Virtual Circuit)
- dynamisch: SVC (Switched Virtual Circuit)

IBM

Dr. Torsten Braun

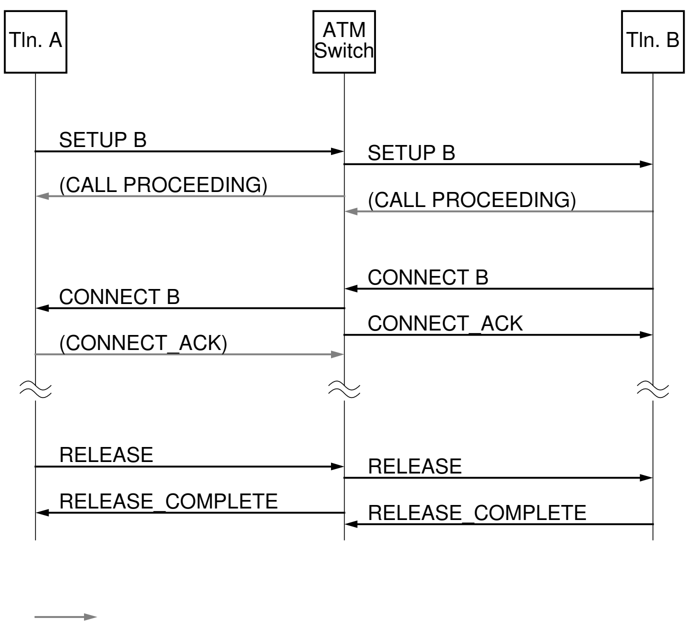
European Networking Center

Heidelberg

ATM SVC-Signalisierungsnachrichten

Verbindungsaufbau

Verbindungsabbau



optionale Nachrichten

IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 9

Adreßformate für private ATM Netze

(s. ATM Forum UNI 3.1)

E.164 ATM Format

1	8	4	6	1
AFI	E.164 number	High-Order Domain Specific Part (HO-DSP)	End System Identifier	SEL

Authority and Format Identifier — Domain Specific Part — NSAP Selector

DCC ATM Format

1	2	10	6	1
AFI	DCC	High-Order Domain Specific Part (HO-DSP)	End System Identifier	SEL

Authority and Format Identifier — Data Country Code — Domain Specific Part — NSAP Selector

ICD ATM Format

1	2	10	6	1
AFI	ICD	High-Order Domain Specific Part (HO-DSP)	End System Identifier	SEL

Authority and Format Identifier — International Code Designator — Domain Specific Part — NSAP Selector

IBM

Dr. Torsten Braun

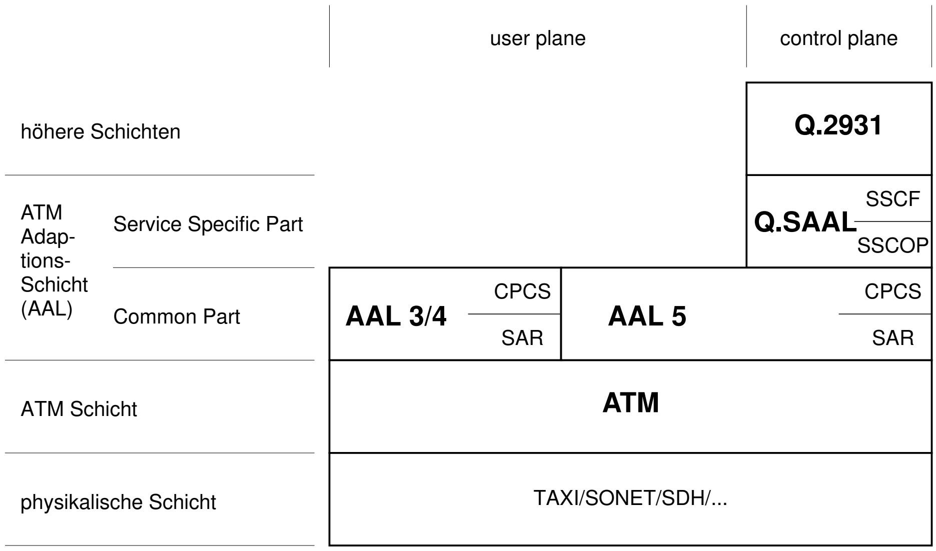
European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 10

ATM Protokollturm im Endsystem



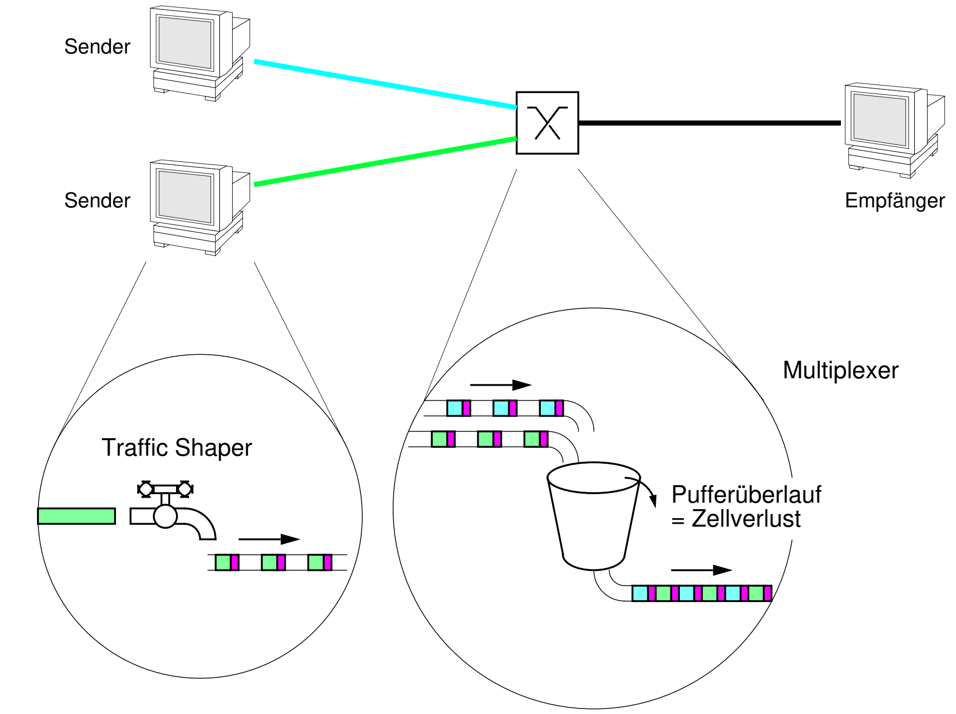
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM Verkehrsmanagement

Traffic Shaping im Endsystem verhindert Pufferüberlauf im Switch



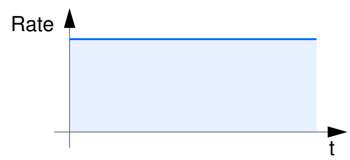
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

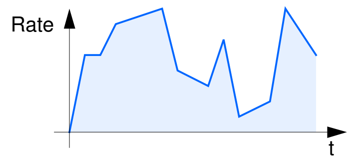
Heidelberg

ATM Verkehrsmanagement: Dienste

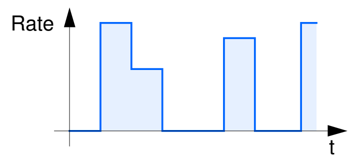
- CBR: Constant Bitrate Service
  (z.B. Telefon, Videokonferenz)
  konstante Rate,
  konstante Verzögerung,
  kein Zellverlust



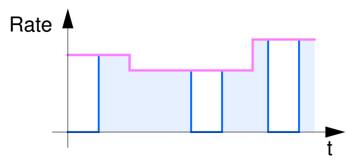
- VBR: Variable Bitrate Service
  (z.B. qualitativ hochwertiges Video)
  variable beschränkte Rate,
  beschränkte Verzögerung,
  kein Zellverlust



- UBR: Unspecified Bitrate Service
  (alle nicht-Multimedia Anwendungen)
  unbeschränkte Rate,
  unbeschränkte Verzögerung,
  Zellverlust



- ABR: Available Bitrate Service
  (alle nicht-Multimedia Anwendungen)
  vom Netz vorgegebene Rate,
  unbeschränkte Verzögerung,
  kein Zellverlust



IBM

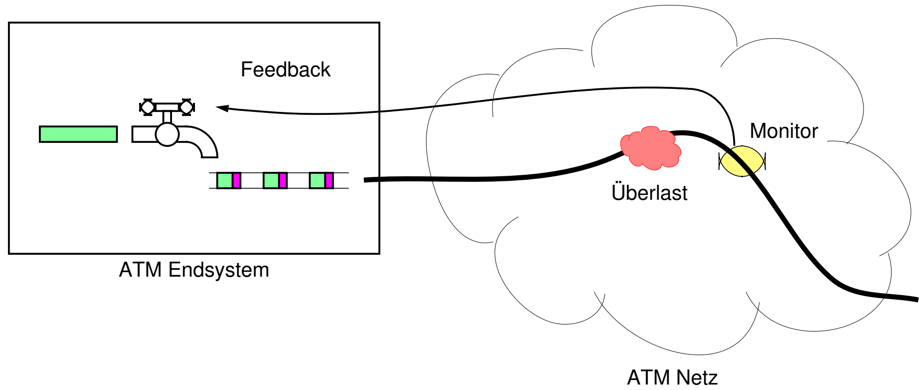
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM Verkehrsmanagement: Available Bitrate (ABR) Service

Senderate des Endsystems wird vom Netz bestimmt: geschlossener Regelkreis. Kein Zellverlust, aber keine garantierte Verzögerung.



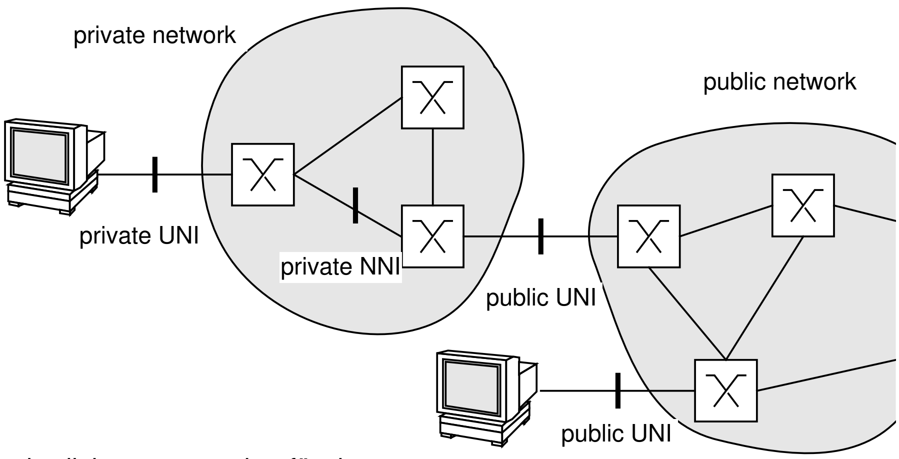
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Relevante ATM Standards für private Netze



Standardisierungsgremien für den

- öffentlichen Bereich: International Telecommunications Union (ITU)
- privaten Bereich (und teilw. öffentl. in USA): ATM Forum
  - ATM Forum UNI Specification Version 3.0 September 1993
  - ATM Forum UNI Specification Version 3.1 September 1994
  - ATM Forum UNI Specification Version 4.0 June 1996 (geplant)

Standards für die physikalische Schicht

ATM Forum *private* UNI

Frame Format	Bit Rate Line Rate	Transmission Media	Distance	Comments
Cell Stream	25.6 Mb/s 32 Mbaud	UTP-3	100 m	NRZI, 4B/5B
STS-1	51.84 Mb/s	SMF, MMF, Coax pair	2 km, 2 km, 900 ft	At Reference Points T_B
STS-1	51.84 Mb/s	UTP-3	100 m	CAP
FDDI	100 Mb/s 125 Mbaud	MMF	2 m	NRZ, 4B/5B
STS-3c	155.52 Mb/s	UTP-5	100 m	NRZ
STS-3c	155.52 Mb/s	SMF, MMF, Coax pair	2 km, 2 km, 450 ft	At Reference Points T_B
Cell Stream	155.52 Mb/s 194.4 Mbaud	MMF / STP	2 km	8B/10B
STS-3c	155.52 Mb/s	UTP-3	100 m	
STS-12	622.08 Mb/s	SMF	2 km	At Reference Points T_B
STS-12	622.08 Mb/s	MMF	300 m	NRZ

MMF: Multimode fiber, SMF: Single mode fiber, UTP: Unshielded twisted-pair, STP: Shielded twisted-pair
Stand 5/95. Quelle: http://www.atmforum.com/atmforum/53bytes-backissues/53bytes-0795-5.html

Standards für die physikalische Schicht

ATM Forum *public* UNI

Frame Format	Bit Rate	Transmission Media	Distance	Comments
DS1	1.544 Mb/s	Twisted Pair	3,000 ft	Can also be used as a Private UNI
DS3	44.736 Mb/s	Coax pair	900 ft	Direct mapping preferred, PLCP previously defined. Can also be used as a Private UNI.
STS-1	51.840 Mb/s	SMF	15 km	At Reference Points U_B
STS-3c	155.520 Mb/s	SMF	15 km	At Reference Points U_B
STS-12	622.080 Mb/s	SMF	15 km	At Reference Points U_B, T_B
E1*	2.048 Mb/s	Twisted pair, Coax pair	NDS	Mapping per ITU-T Rec. G.804
E3*	34.368 Mb/s	Coax pair	NDS	
J2	6.312 Mb/s	Coax pair	NDS	Japanese market
nxT1*	nx1.544 Mb/s	Twisted-pair	WIP	Inverse mux

* under development
SMF: Single mode fiber
NDS: No distance specified
WIP: Work in progress
Stand 5/95. Quelle: http://www.atmforum.com/atmforum/53bytes-backissues/53bytes-0795-5.html

IBM

Dr. Torsten Braun

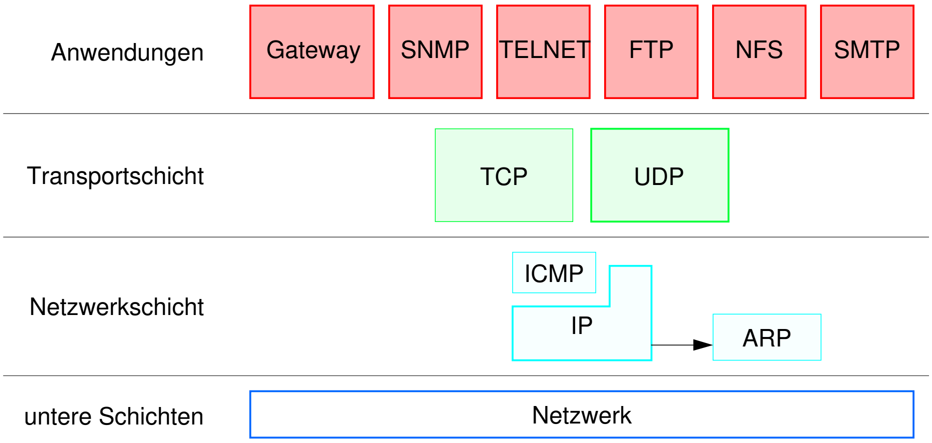
European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 17

Internet-Protokolle



IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

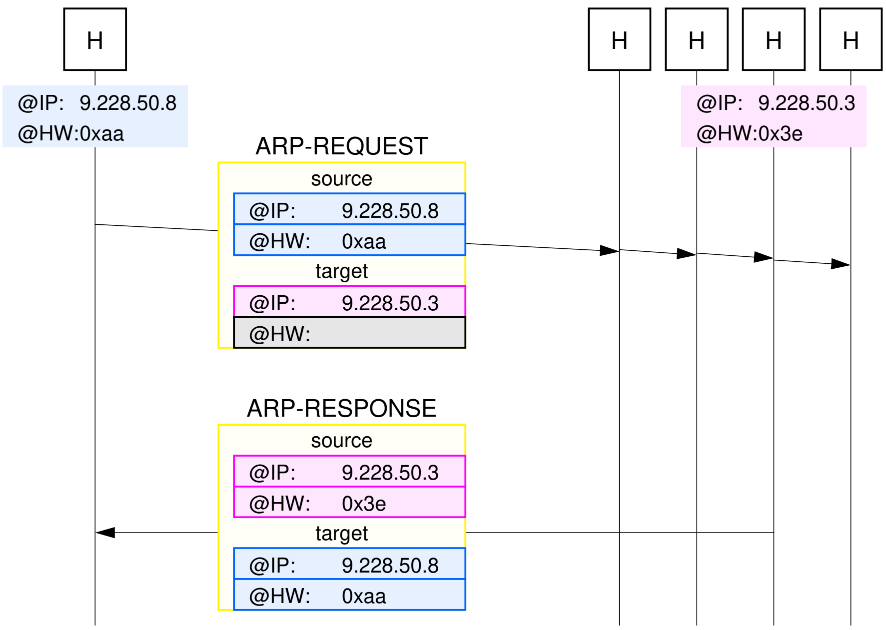
Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 18

Address Resolution Protocol (ARP) in traditionellen LANs

ARP ermittelt die Hardware-Adresse eines Endsystems aus seiner IP Adresse.



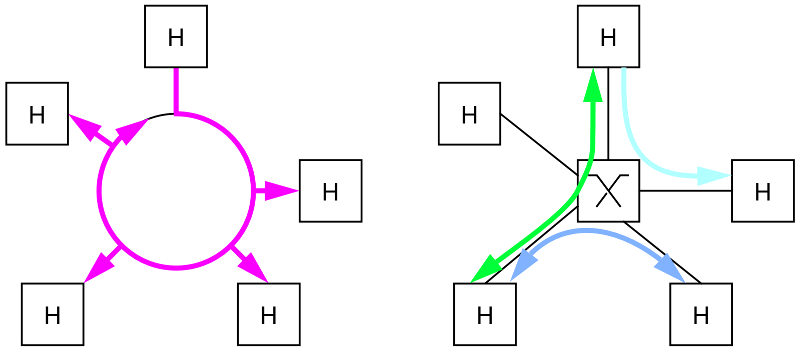
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM LANs vs. traditionelle LANs



traditionelle LANs

- 'broadcast and filter'-Prinzip
- ein Sender aktiv
- verbindungslos:
  - Unicast-Pakete
  - Multicast-Pakete
  - Broadcast-Pakete
- ***ein*** Medium mit ***einer*** Geschwindigkeit

ATM LANs

- virtuelle Verbindungen
- mehrere Sender gleichzeitig aktiv
- verbindungsorientiert:
  - unidirektionale oder bidirektionale Verbindungen
  - Punkt-zu-Punkt- oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen.
- verschiedene Medien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten

Integration von ATM in lokalen Netzen

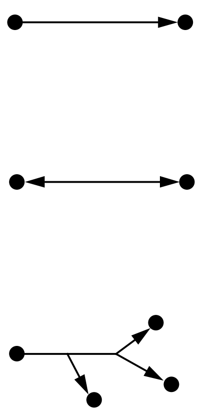
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

ATM Verbindungstypen



unidirektional Punkt-zu-Punkt

bidirektional Punkt-zu-Punkt

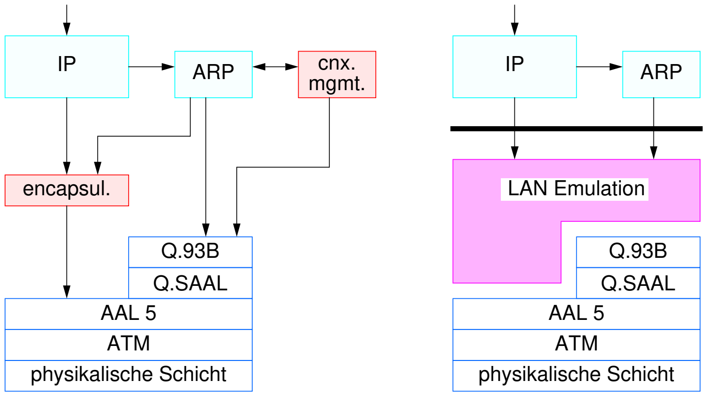
unidirektional Punkt-zu-Mehrpunkt

Integration von ATM in lokalen Netzen

IP über ATM

Alternative Ansätze

- Direkter Ansatz: RFC 1577 "*Classical IP and ARP over ATM*" der Internet Engineering Task Force (IETF).
- IP über *LAN Emulation* (ATM Forum)



RFC 1577 LAN Emulation

- LAN Emulation ist nicht nur in IP-Netzen einsetzbar, besitzt aber eine höhere Komplexität

Classical IP and ARP over ATM (RFC 1577)

Anwendungsbereich:

- für LANs und lokale Backbones *(nicht für tarifierten Weitverkehr)*
- für AAL 5 *(nicht für AAL 3/4)*
- für PVCs und SVCs, kommt bei SVCs ohne Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen aus *(für ATM-Forum- und ITU-Signalisierung)*

Normierungsaussagen des Standards:

- Konfigurationsvorschriften für die IP Subnetze
- Einkapselungsformate für AAL 5
- Größe der MTU (Maximum Transfer Unit)
- Adreßauflösungsprotokolle
  - für PVCs
  - für SVCs
- keine Aussagen über Verbindungsmanagement

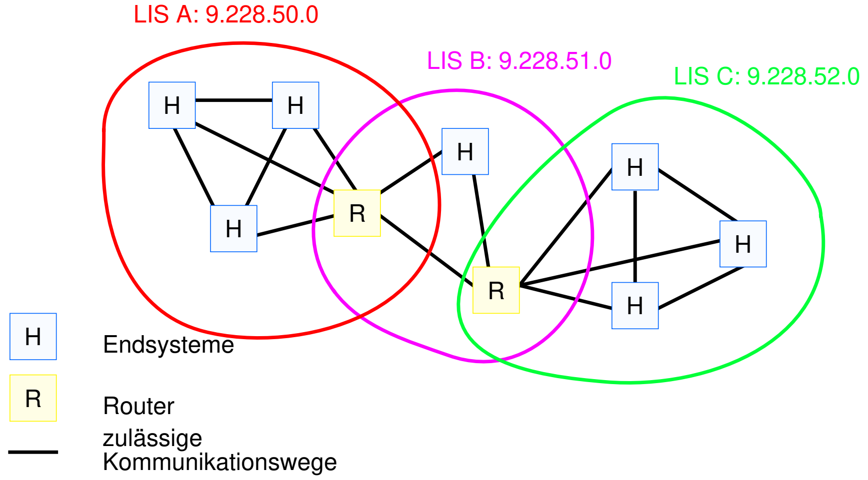
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Klassisches Modell

- ATM-Netz mit vollständiger Erreichbarkeit wird in *Logische IP Subnetze* (LIS) unterteilt:



- Die Mitglieder eines LIS haben dieselbe *netid* in ihrer IP-Adresse.
- Ein Host darf nur mit Hosts in seinem LIS kommunizieren.
- Um Hosts außerhalb des LIS zu erreichen muß ein Router benutzt werden.
- Ein Host kann mehreren LIS angehören.

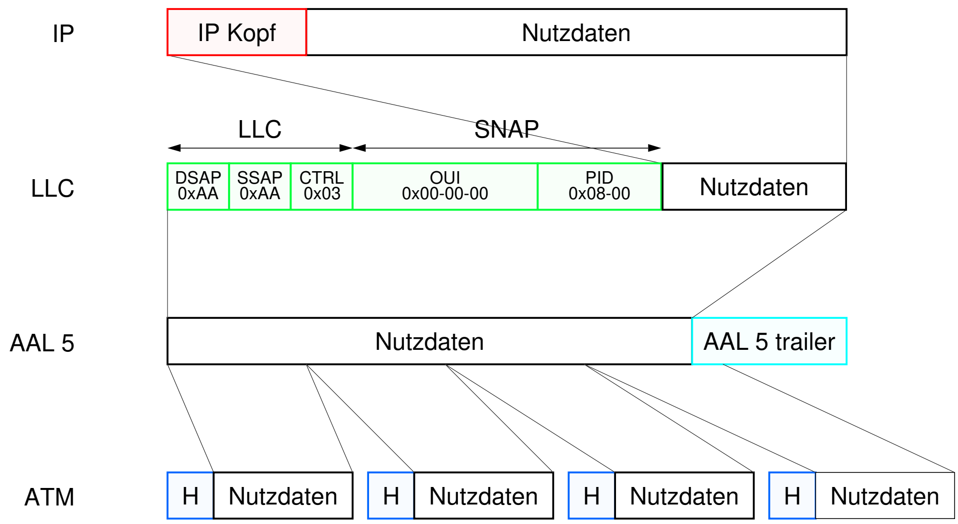
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Multiprotokoll-Einkapselung (RFC 1483)

- Gleiche Größe der MTU (Maximum Transmission Unit) innerhalb eines LIS, Standardwert 9180 Bytes.
- LLC/SNAP Kapselung von IP und ARP Paketen in AAL 5 ermöglicht Multiplexen verschiedener Protokolle.
  Beispiel: IP-Paket



IBM

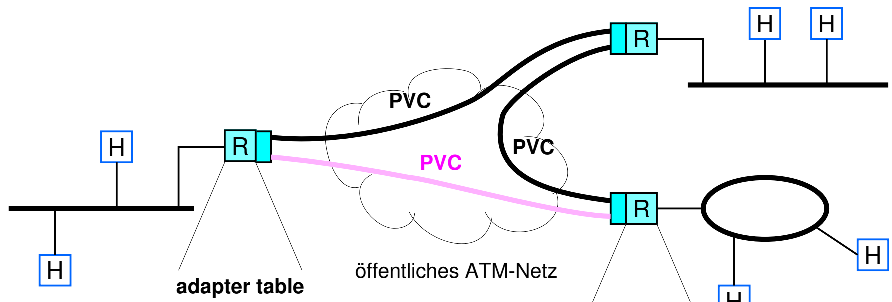
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Adreßauflösung für PVCs: Inverse Address Resolution Protocol (InARP)

Konfiguration der Hosts mit IP-Adresse und VPI/VCI der PVCs:



adapter table

conn. ID	VPI/VCI out
c	0/3
d	0/5

@IP: 9.228.50.1

adapter table

conn. ID	VPI/VCI out
g	0/2
h	0/7

@IP: 9.228.50.8

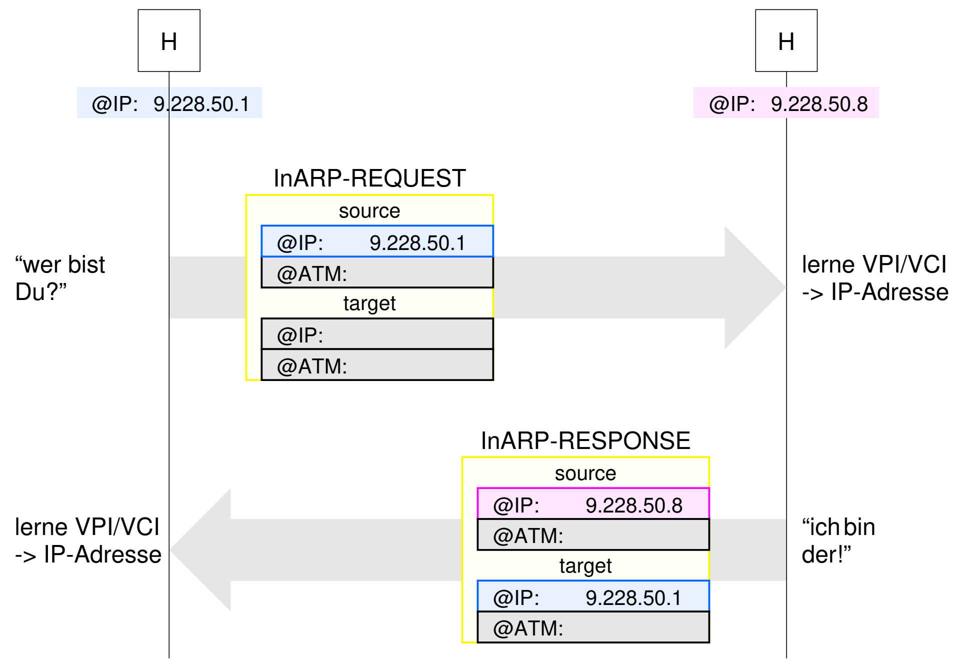
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Adreßauflösung eines PVCs



IBM

Dr. Torsten Braun

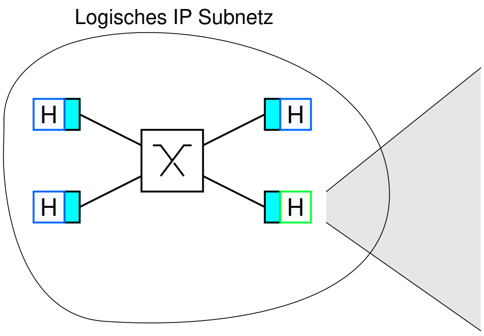
European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 27

Adreßauflösung für SVCs – ARP Server



ARP Server

Adreßauflösungstabelle

ATM Adr.	IP Adr.
4532	9.228.50.8
4008	9.228.50.3
...	...

ARP Server:

- kennt die IP- und ATM-Adressen aller Hosts im LIS
- wird von jedem Host “angerufen”, um sich bekanntzumachen *(Registrierung)*
- erteilt dann den Hosts Auskunft über ATM-Adressen *(Abfrage)*

Konfiguration der Hosts:

- eigene IP-Adresse
- ATM-Adresse des ARP Servers

Konfiguration des ARP-Servers:

- eigene IP-Adresse

IBM

Dr. Torsten Braun

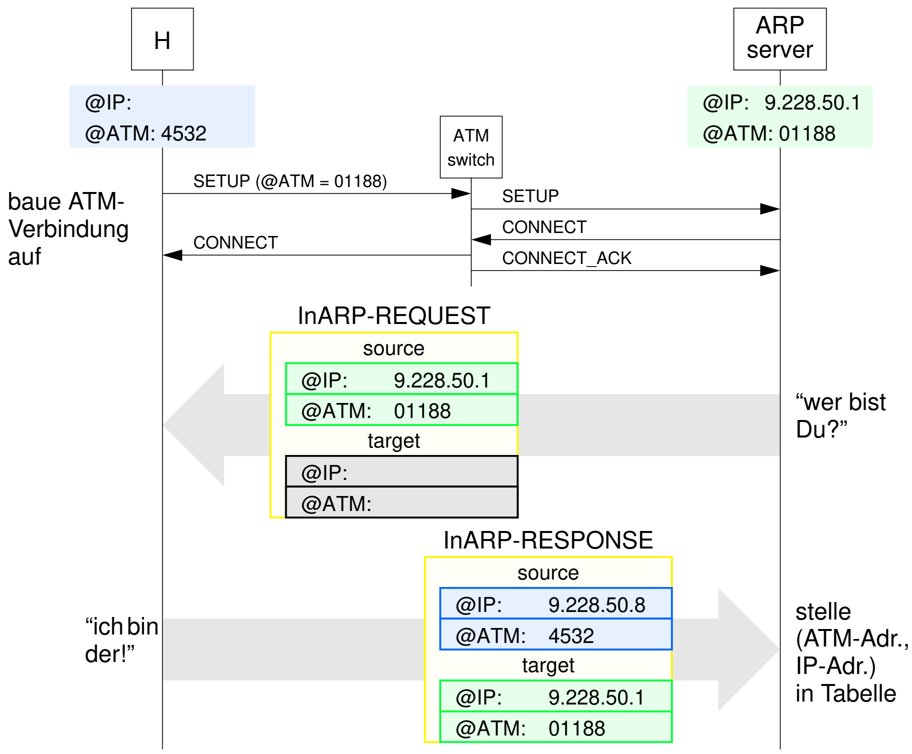
European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Mai 1996 - 28

Adreßauflösung: Registrierungsphase



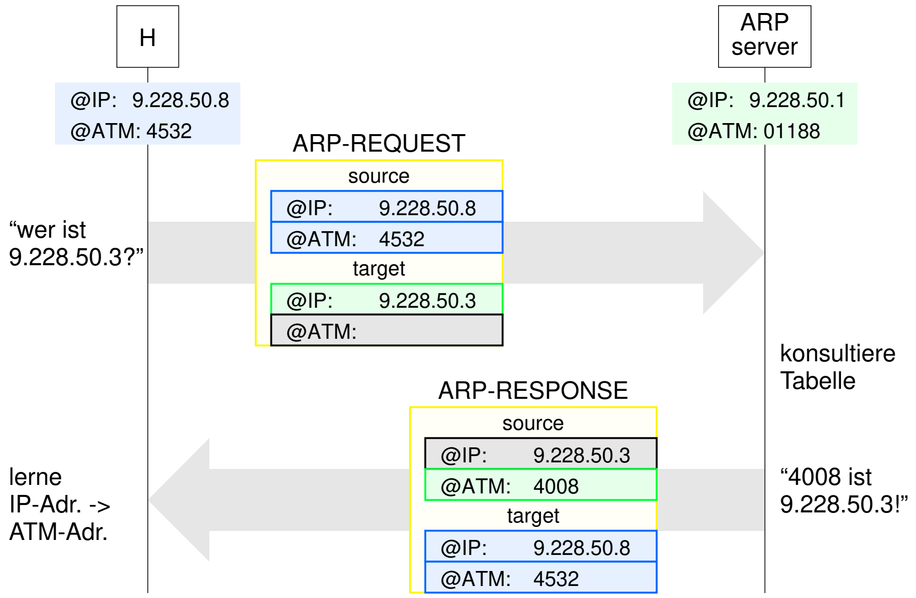
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Adreßauflösung: Abfragephase



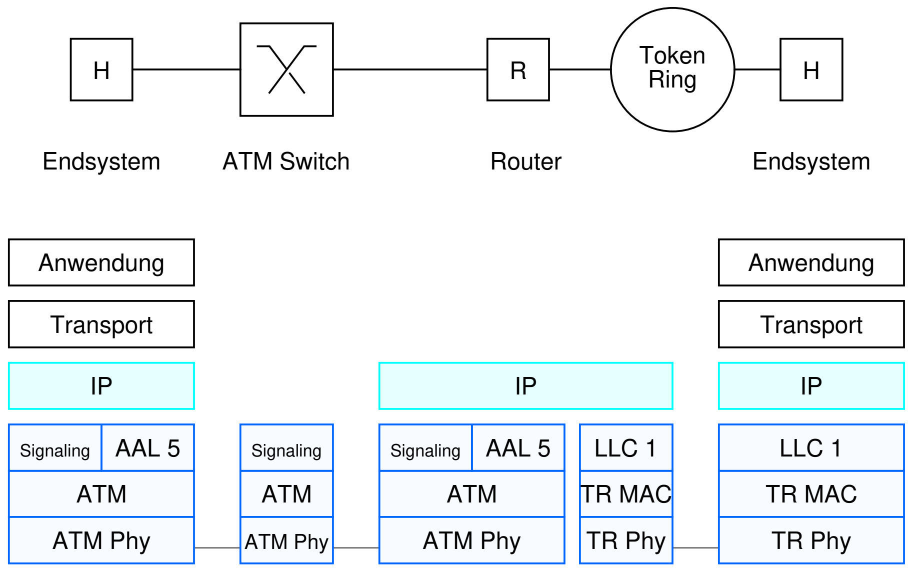
IBM

Dr. Torsten Braun

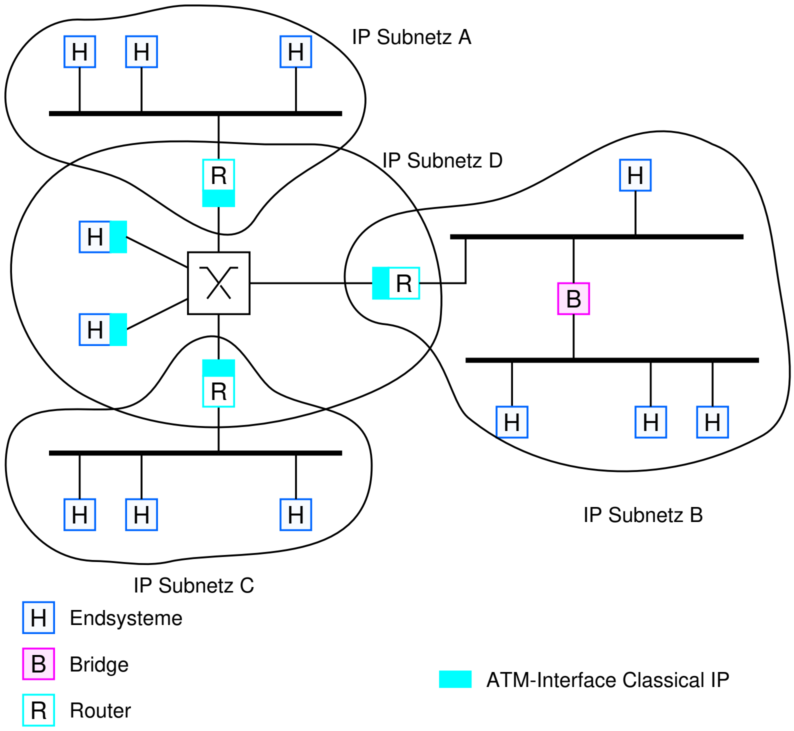
European Networking Center

Heidelberg

ATM/LAN-Interworking nach RFC 1577



Lokale Netze mit ATM und RFC 1577



Erweiterungen von RFC 1577

- Fortgeschrittene Konzepte
  - Multicast-Adreßauflösung mit Multicast Address Resolution Server (MARS)
  - Vermeiden von Routing zwischen über NBMA-Netze verbundene Knoten verschiedener logischer IP-Subnetze durch Einsatz des NHRP
    - NBMA: non-broadcast multi-access
    - NHRP: NBMA Next Hop Resolution Protocol
    - Beispiele f. NBMA-Netze: X.25, ISDN, SMDS, FR, ATM
- MARS und NHRP bilden die Grundlage von MPOA (Multiprotocol over ATM) nach ATM Forum
  Ziel: Layer-3-Konnektivität über ATM

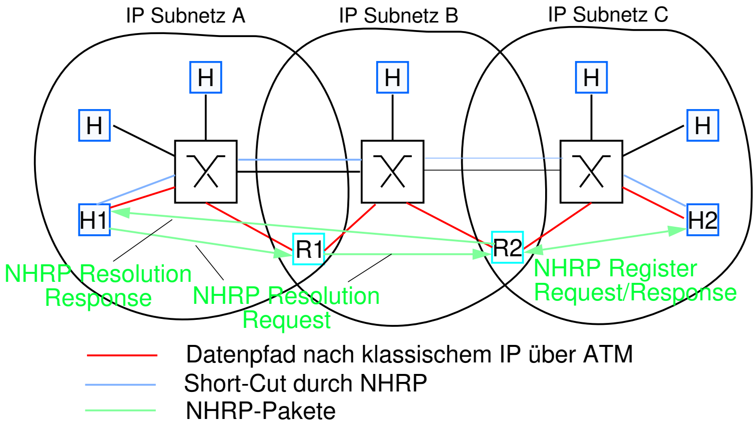
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP) in ATM-Subnetzen



1. Registrieren der Endsysteme (H1, H2) bei ihren Routern/NHRP-Servern (R1 bzw. R2) per NHRP Registration Request / Reply
2. H1 sendet NHRP Resolution Request um NBMA-Adresse des “NBMA next hop” (hier: Zielsystem) zu bestimmen
3. NHRP Resolution Request wird zwischen NHRP-Servern weitergeleitet
4. R2 sendet NHRP Resolution Reply mit der NBMA-Adresse v. H2 an H1
5. H1 sendet im folgenden Datenpakete direkt an H2

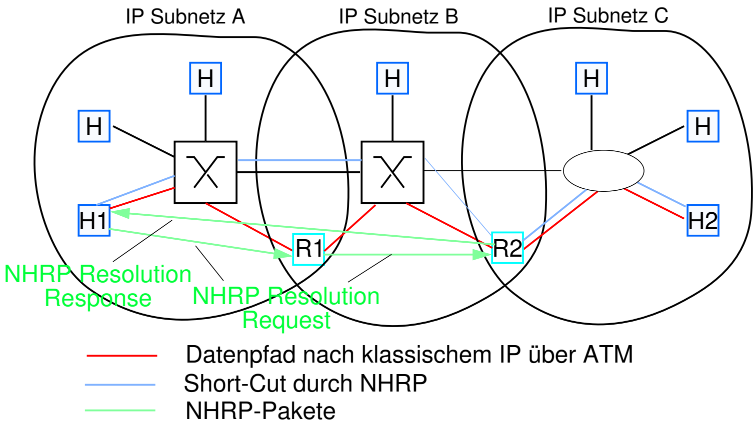
IBM

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

NHRP in heterogenen Netzen



1. Konfiguration von R1 als NHRP-Server für IP-Subnetz C
2. H1 sendet NHRP Resolution Request um NBMA-Adresse des “NBMA next hop” (hier: der am nächsten gelegener NBMA-Router) zu bestimmen
3. NHRP Resolution Request wird zwischen NHRP-Servern weitergeleitet
4. R2 sendet NHRP Resolution Reply mit seiner NBMA-Adresse an H1
5. H1 sendet im folgenden Datenpakete direkt an R2

Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

NHRP Protokollablauf

- NHRP Resolution Request wird an andere NHRP-Server entlang des normalen Routing-Pfads weitergeleitet bis ein NHRP-Server die gesuchte Adresse bestimmen kann.
- NHRP-Resolution Request-Nachrichten werden nur gesendet bzw. weitergeleitet, wenn der nächste Router über das NBMA-Netz erreichbar ist.
- Vorgehensweise beim Senden des 1. Datenpakets an ein Ziel
  1. Senden eines NHRP Resolution Request Pakets und Verzögern des Sendens bis zum Eintreffen des NHRP Resolution Reply Pakets
  2. Senden des Datenpakets an den Router entlang des “normalen” Pfads Nach Eintreffen der NHRP Resolution Reply Nachricht werden weitere Datenpakete an die erhaltene NBMA-Adresse gesendet.

Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

IP Multicast über ATM

- Multicast ist eine zentrale Funktion für die Unterstützung von Multimedia-Anwendungen,
  z.B. : Konferenz-Diensten, Video-Verteilung, etc.
- IP Multicast wird im MBone (Multcast-Backbone) angewendet
- IP Multicast basiert auf dem Gruppenverwaltungs-Protokoll IGMP und einem Multicast-Routing-Protokoll (z.B. DVMRP)
- IP Multicast ist für traditionelle shared medium LANs mit Mithörmöglichkeit entworfen
- IP Multicast-Lösungen über ATM:
  - LAN Emulation
  - Multicast-Server-Erweiterung eines IP Multicast Routers
  - Multicast Address Resolution (MARS)

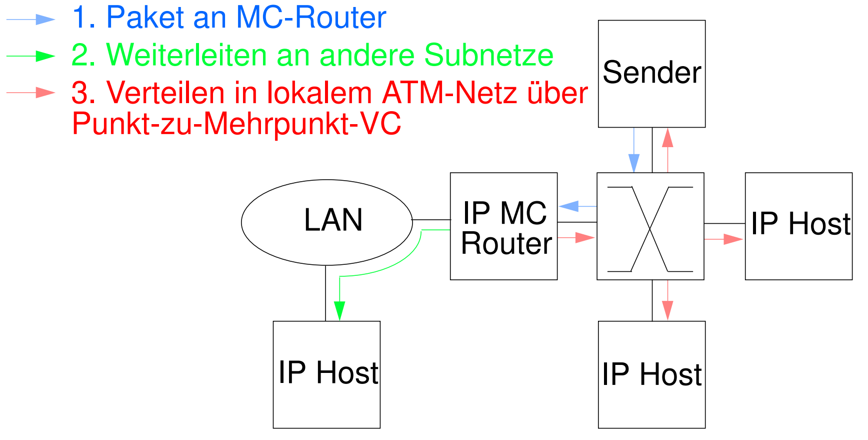
Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Multicast IP Router als Multicast Server

- Multipoint-VCs basierend auf Analyse von IGMP-Paketen



- Vorteile: kein zusätzliches Protokoll, geringe Änderungen an Endsystemimplementierungen
- Nachteile: Router ist Engpaß, zusätzlicher Hop für lokalen Verkehr

Dr. Torsten Braun

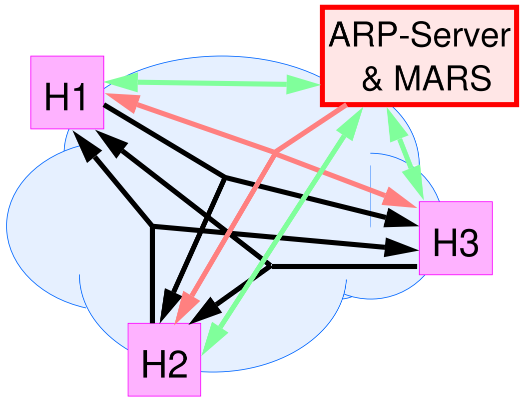
European Networking Center

Heidelberg

Multicast Address Resolution Server (MARS)

- IP/ATM-Adreßabbildung unverändert nach RFC 1577
- ATM/IP-Endsysteme senden spezielle MARS-Nachrichten zum Beitreten und Verlassen einer Gruppe
- Multicast-Gruppen können auch von Multicast-Servern (MCS) bedient werden
- MARS verwaltet Listen der Form {IP-MC-Adresse, ATM-Adresse 1, ..., ATM-Adresse N}
- ATM-Adressen stellen
  - Endsystem-Adressen (VC Mesh) oder
  - Multicast-Server-Adressen (MCS) dar.
- MARS liefert bei einer Adreßanfrage bzgl. einer IP-Multicast-Adresse die Liste der entsprechenden ATM-Adressen zurück
- Anfragendes Endsystem etabliert Punkt-zu-Mehrpunkt-VC und sendet darüber das IP-Paket

MARS Konfiguration



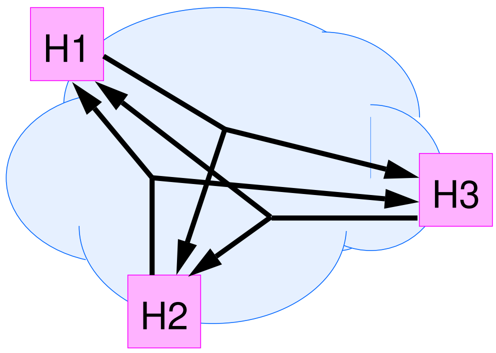
direkte Daten-MC-VCs

MARS Cluster Control MC VC

bidirektionaler MARS/ATMARP-Server Control VC

IBM
Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

MARS VC-Mesh



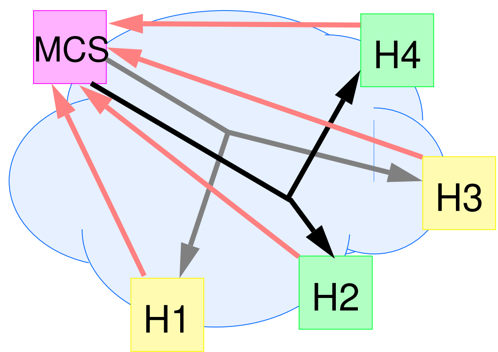
- Jeder MC-Sender muß für jede MC-Gruppe einen unidirektionalen Punkt-zu-Mehrpunkt VC aufbauen
- Informationen über beitretende oder ausscheidende Gruppenmitglieder werden über den Cluster Control VC empfangen
- Wurzel eines MC-VCs modifiziert den MC-VC entsprechend (verteilte Verwaltung)

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

MARS MCS



Daten-MC-VC für Multicast-Gruppe 1

Daten-MC-VC für Multicast-Gruppe 2

Unidirektionaler Daten-VC zum MCS

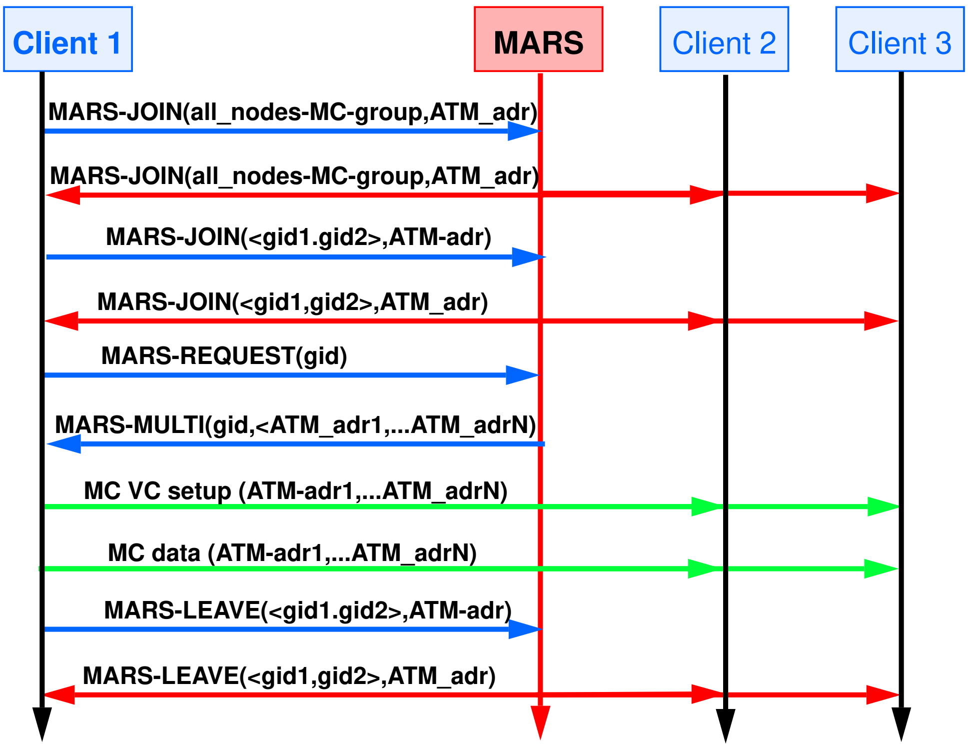
- Nur die Multicast-Server (MCS) müssen für jede MC-Gruppe einen unidirektionalen Punkt-zu-Mehrpunkt VC aufbauen und entsprechend der Änderungen modifizieren
- zusätzlicher Hop

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Multicast-Adreßauflösung mit MARS



Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

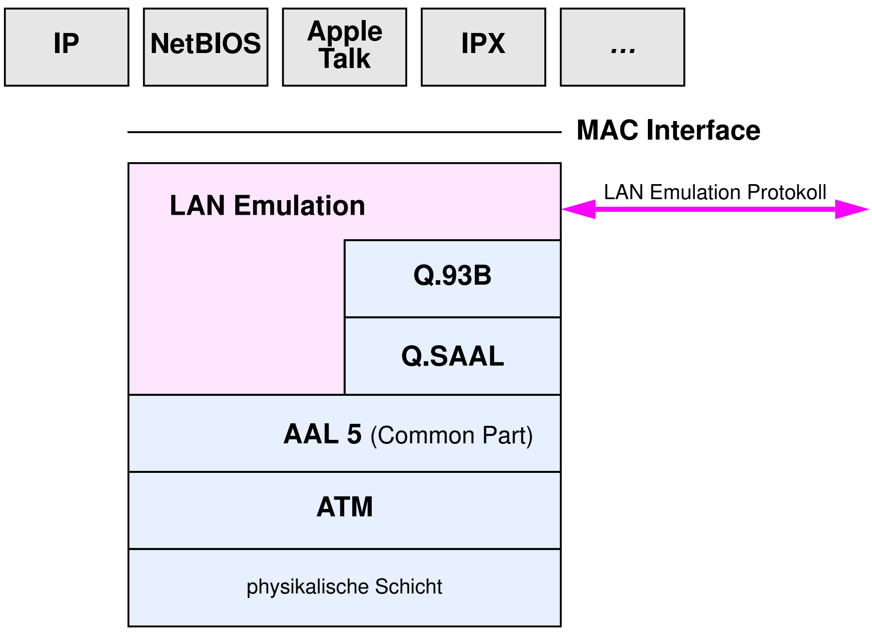
LAN Emulation: Motivation u. Probleme

- Motivation
  - Einheitliche, transparente Lösung zur Unterstützung aller existierenden LAN-Protokolle und Anwendunge über ATM (Novell NetWare, NetBios, SNA, TCP/IP etc.)
  - Notwendig für eine schnelle ATM-Markteinführung
  - Internetworking auf MAC-Ebene -> ATM/LAN Bridging
  - Virtualisierung der Endsystem/LAN-Zuordnung
    Jedes Endgerät ist am gleichen physikalischen ATM-Netz angeschlossem und kann dynamisch mehreren virtuellen LANs zugeordnet werden.
- Probleme:
  - Adressierung : MAC vs. ATM-Adressen
  - Broadcast/Multicast
  - Verbindungsmanagement

Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

LAN Emulation (LE)

- Protokollturm im LAN Emulation Client

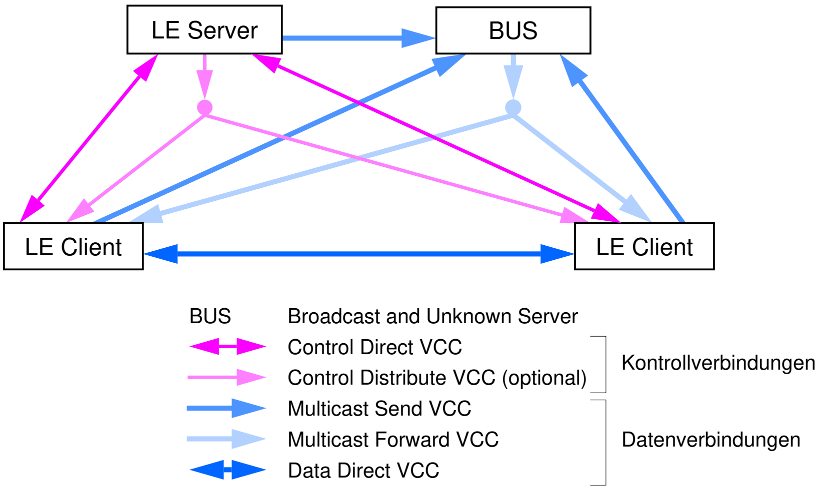


Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Komponenten der LAN Emulation



Aufgaben des LE Server (LES)

- LE Koordinations- und Kontrollfunktion
- Ermöglicht den Clients Registrieren und Auflösen von MAC-Adressen

Aufgaben des Broadcast and Unknown Server (BUS)

- Senden von Multicast- und Broadcast-Paketen
- Senden der ersten, noch nicht aufgelösten Unicast-Pakete

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

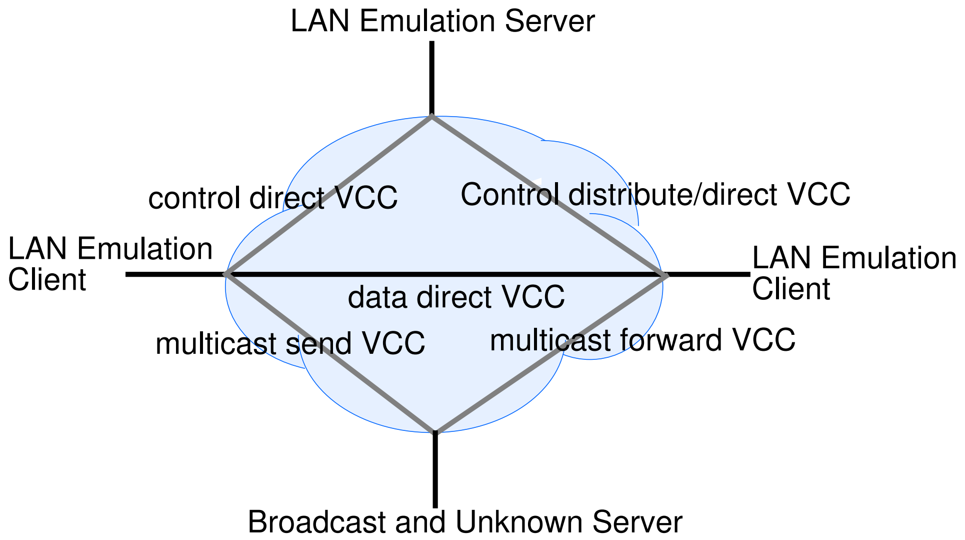
Heidelberg

LAN Emulation Phasen

- Konfigurations-Phase
  - LEC erfragt die Adresse des zuständigen LES vom LE Configuration Server (LECS)
- Breitritts-Phase
  - LEC baut Control Direct VCC zum LES auf
  - LEC sendet LE-ARP-Request für BUS an LES
  - LEC baut Multicast-Send-VCC zum BUS auf
  - BUS nimmt LEC in den Multicast Forward VCC auf
- Daten-Phase
  - falls ATM-Adresse zur gegebenen MAC-Adresse nicht bekannt, erfragt LEC diese beim LES mittels LE-ARP-Request
  - LEC sendet Daten bei unbekannter ATM-Adresse ggf. an BUS
  - LEC sendet weitere Daten über direkten Daten-VCC

Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

LAN Emulation: Ablauf



- BUS kann das erste Paket direkt weiterleiten
- LE-Server liefert Adreßauflösung

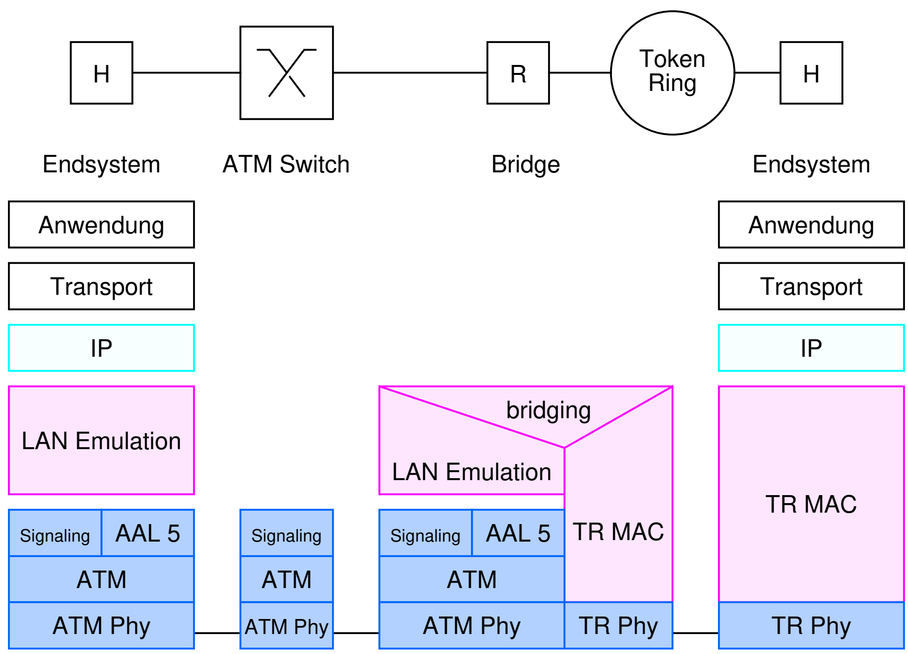
  Daten an aufgelöste Adresse werden direkt gesendet

Dr. Torsten Braun
European Networking Center
Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

© IBM Deutschland 1996

Interworking von ATM mit traditionellen LANs mit LAN Emulation

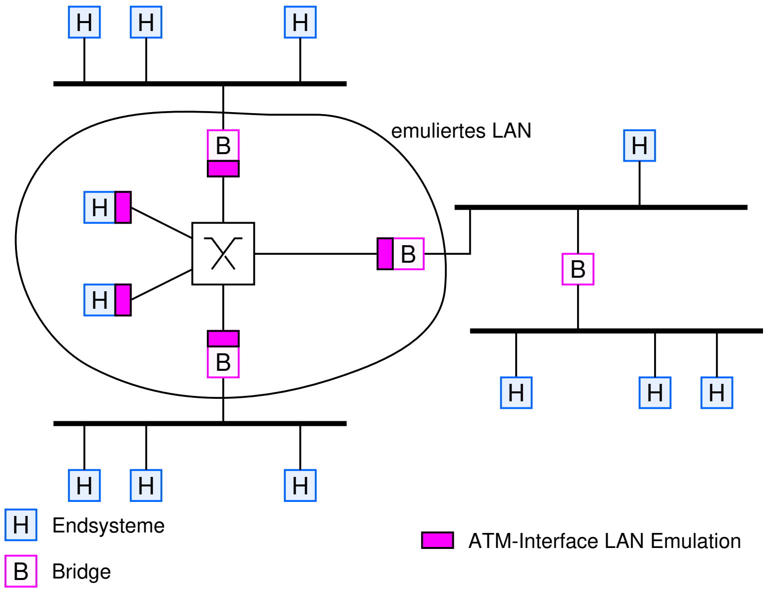


Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Lokales Netz mit ATM u. LAN Emulation



Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Vergleich RFC 1577 – LAN Emulation

RFC 1577	LAN Emulation
• spezielle IP-Lösung	• allgemeine MAC-Lösung
• Routing	• Bridging
• IETF *proposed standard* Januar 1994	• ATM Forum Spezifikation Version 1.0 Mai 1995
• effiziente IP Adreßauflösung, da direkte Auflösung von IP in ATM Adressen	• zweistufige IP Adreßauflösung: Auflösung von IP Adresse in MAC Adresse, dann MAC Adresse in ATM Adresse
• große Pakete (9180 Byte), daher weniger Overhead	• muß kleinere Ethernet/Token-Ring Pakete emulieren
• einfache Implementierung, da “kleiner” Standard	• komplexere Implementierung
• noch keine ATM Unterstützung für IP Broadcast/Multicast	• unterstützt IP Broadcast/Multi-cast über den BUS

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

ATM Glossar

AAL	ATM Adaptation Layer
ABR	Available Bitrate
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BUS	Broadcast and Unknown Server
CBR	Constant Bitrate
CLP	Cell Loss Priority
CPCS	Common Part Convergence Sublayer
CRC	Cyclic Redundancy Check
GFC	Generic Flow Control
HEC	Header Error Control
LE	LAN Emulation
LEC	LAN Emulation Client
LECS	LAN Emulation Configuration Server
LES	LAN Emulation Server
MARS	Multicast Address Resolution Server
MCS	Multicast Server
MPOA	Multiprotocol over ATM
NBMA	Non-Broadcast Multi-Access
NHRP	NBMA Next Hop Resolution Protocol
NNI	Network-Network Interface
PT	Payload Type
PVC	Permanent Virtual Connection
SAAL	Signaling Adaptation Layer
SAR	Segmentation And Reassembly
SSCF	Service-Specific Coordination Function
SSCOP	Service-Specific Connection-Oriented Protocol
SVC	Switched Virtual Connection
UBR	Unspecified Bitrate
UNI	User-Network Interface
VBR	Variable Bitrate
VC	Virtual Channel
VCC	Virtual Channel Connection
VCI	Virtual Channel Identifier
VP	Virtual Path
VPC	Virtual Path Connection
VPI	Virtual Path Identifier

Dr. Torsten Braun

European Networking Center

Heidelberg

Integration von ATM in lokalen Netzen

Literatur

- H. Truong, W. Ellington, J. LeBoudec, A. Meier, J. Pace
  LAN Emulation on an ATM Network
  IEEE Communications, Mai 1995, Vol. 33, No. 5, S. 70-85
- F. Bonomi, K. Fendick
  The Rate-Based Flow Control Framework for the Available Bit Rate ATM Service
  IEEE Network, März/April 1995, Vol. 9, No. 2, S. 40-48
- N. Kavak
  Data Communication in ATM Networks
  IEEE Network, Mai/Juni 1995, Vol. 9, No. 3, S. 28-37
- H. Chao, D. Ghosal, D. Saha, S. Tripathi
  IP on ATM Local Networks
  IEEE Communications, August 1994, Vol. 33, No. 5, S. 52-59
- G. Armitage
  Multicast and Multiprotocol Support for ATM based Internets
  ACM Computer Communication Review, April 1995, Vol. 25, No. 2, S. 34-46