

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology  
**Herausgeber:** Swisscom  
**Band:** 76 (1998)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Prinzipien und Funktionen der LAN-Emulation  
**Autor:** Sellin, Rüdiger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-877279>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Migration zu ATM/B-ISDN mit der LAN-Emulation des ATM-Forums

## Prinzipien und Funktionen der LAN-Emulation

Eines der Hauptziele der LAN-Emulation [1] (Local Area Network) ist der bequeme Umstieg auf ein ATM-Backbone, ohne die lokalen LAN-Installationen ändern zu müssen. Eine wichtige Grundvoraussetzung für die Realisierung einer LAN-Emulation ist die Möglichkeit des dynamischen Verbindungsauf- und -abbaus, wie sie von einem öffentlichen ATM-Netz, etwa von einem B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network), geboten wird. Diese dafür notwendigen Signalisierungsprozeduren und -protokolle im B-ISDN beschreibt Kapitel 5 in [2]. Dort wird auch ausführlich auf ATM-Grundlagen, -Dienste und -Management eingegangen. Nachfolgend wollen wir uns daher in einem ersten Schritt auf die Prinzipien und in einem zweiten Schritt auf die Funktionen der LAN-Emulation konzentrieren.

Für die LAN-Emulation werden einige neue Hardwarekomponenten in einem bestehenden LAN installiert, welche die Verbindung eines Terminals in LAN A zu einem anderen Terminal in LAN B über ein (öffentliches) ATM-Netz ermöglichen. Dazu werden ATM-Server eingesetzt, welche einerseits in ein solches ATM-Netz eingebunden sind, andererseits aber auch die Sprache der gewohnten LAN-Umgebung verstehen und

somit eine Art Brückenfunktion zwischen der LAN- und der WAN-Welt (Wide Area Network) ausführen (Bild 1).

#### Verbindungsprinzip

Neben dem in Bild 1 gezeigten Serverprinzip liegt der LAN-Emulation noch das sogenannte Verbindungsprinzip zu-

---

RÜDIGER SELLIN, BERN

---

grunde. In der LAN-Umgebung wird mit den üblichen MAC-Adressen (Medium Access Control) gearbeitet und verbindungslos kommuniziert (Connectionless Network Service). Daher besteht keine feste Verbindung zwischen Sender und Empfänger, und es werden keine Empfangsbestätigungen verschickt. Im ATM-Netz hingegen bestehen verbindungsorientierte Kommunikationsverbindungen (Connection Oriented Network Service), welche aber gemäss den ATM-Grundprinzipien auch die verbindungslose Kommunikation unterstützen.

#### Seminare

### 2. Praxisforum Telekommunikation

Am 20./21. Januar 1998 findet in Ostfildern bei Esslingen/Stuttgart das «2. Praxisforum Telekommunikation» der Technischen Akademie Esslingen statt. In drei parallelen Sessionen werden in je acht Kurzvorträgen u. a. die Themen ATM, ISDN, LAN-Technologien und Mobilcom von Referenten aus Industrie und von Telecom-Betreibern behandelt. Swisscom ist – wie schon am ersten Praxisforum Telekommunikation im Januar 1997 – durch Dipl. Ing. R. Sellin, NWS-PD7 vertreten. Er wird am 20. Januar 1998 zum Thema «LAN-Emulation über ATM – eine attraktive Migrationsmöglichkeit zu ATM/B-ISDN» sprechen.

#### ATM, ATM-Signalisierung und ATM-Management

Am 2./3. November 1998 wird das Seminar «ATM, ATM-Signalisierung und ATM-Management» an der Technischen Akademie Esslingen wieder durchgeführt. Unter der Leitung von Dipl. Ing. R. Sellin, bekannt als Seminarleiter und Autor von zahlreichen Fachbüchern und Fachartikeln, werden ATM-Netze im WAN- und LAN-Bereich und die dazu erforderliche Technik inklusive Signalisierung und Management im Detail behandelt. Zwei kompetente Vertreter des ATM-Forums vertiefen diese beiden Themen am zweiten Tag. Das Seminar kann auf Wunsch auch an einem anderen Datum oder mit anderen Schwerpunkten «on-site» durchgeführt werden.

Infos bei [ruediger.sellin@swisscom.com](mailto:ruediger.sellin@swisscom.com).

#### Umsetzung einer verbindungslosen in eine verbindungsorientierte Kommunikation

Bild 2 zeigt in einer Prinzipdarstellung, wie die in der LAN-Umgebung übliche, verbindungslose Kommunikation in die verbindungsorientierte Kommunikation der ATM-WAN-Umgebung umgesetzt wird. Am UNI – zwischen der ATM-Station («a», «b») und dem ATM-Switch («A» und «B») – bestehen verbindungslose Verbindungen über feste VPC (Virtual Path Connections) («aA» und «bB»). Die ATM-Stationen sind dabei bestimmten Ports am Switch fest zugeordnet, so dass die ATM-Stationen eindeutige Adressen («@») besitzen. Wenn nun eine ATM-Station eine zweite ATM-Station erreichen will, muss sie ihrem Switch lediglich die Identifikation des Partnerswitches («SI<sub>Receiver</sub>») sowie die Port-Identifikation der Partnerstation an diesem Switch («SI<sub>Receiver</sub>») mitteilen. Nach dem Verbindungsaufbau (verbindungsorientiert, basierend auf ([«SI<sub>Receiver</sub>»])) werden zwischen den Switches lediglich die Port-Identifikationen von Sender und



Empfänger («SI<sub>Receiver</sub>») und («SI<sub>Sender</sub>») ausgetauscht. Die gerufene Partnerstation erhält dann die Nachricht zusammen mit der Senderadresse («SI<sub>Sender</sub>») und («SI<sub>Sender</sub>»).

Die LAN-Emulationsarchitektur des ATM-Forums kombiniert die Prinzipien aus den Bildern 1 und 2. Das verbindungsorientierte Prinzip aus Bild 2 wird gebraucht, um einen verbindungslosen MAC-Dienst zu erbringen. Auf der Grundlage des Serverprinzips aus Bild 1 wird ein sogenannter Multicast MAC Service angeboten (eine Art selektiver Broadcast). Die Hauptfunktion eines LEC (LAN Emulation Client) besteht in der Bereitstellung eines verbindungslosen MAC-Dienstes hin zu oberen OSI-Schichten, basierend auf den Diensten der AAL-Type 5. Der zugehörige Protokoll-Stack ist in Bild 3 dargestellt.

### Verbindungsloser MAC-Dienst

Der verbindungslose MAC-Dienst in Bild 3 ist kompatibel mit den Normen ISO 8802-3 und IEEE 802.3 (Carrier Sense

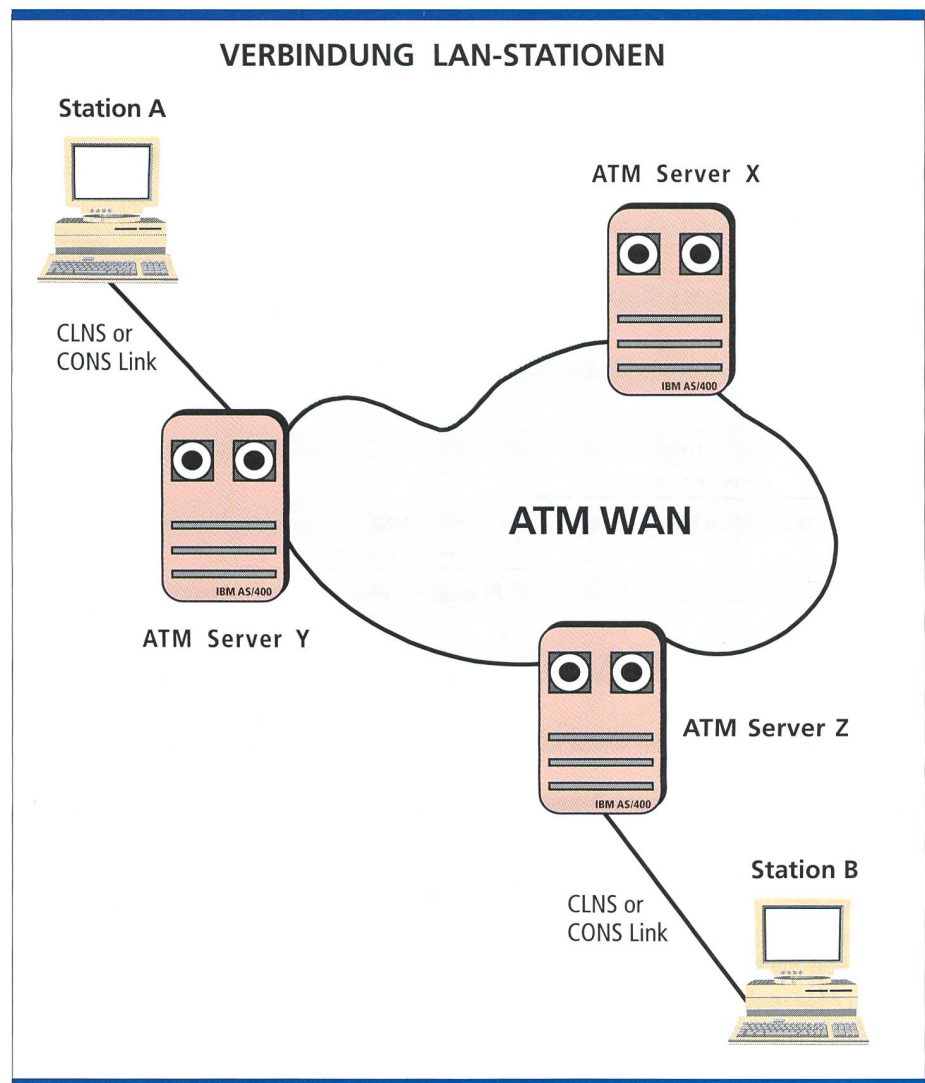


Bild 1. Verbindung zwischen zwei LAN-Stationen via ATM-Server. CLNS: Connectionless Network Service, CONS: Connection Oriented Network Service, ATM: Asynchronous Transfer Mode, WAN: Wide Area Network.

## Glossarium

LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
WAN	Wide Area Network
MAC	Medium Access Control
CLNS	Connectionless Network Service
CONS	Connection Oriented Network Service
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
ATM	Asynchronous Transfer Mode
IP	Internet Protocol
UDP	User Datagram Protocol
LEU	LAN Emulation User
LEC	LAN Emulation Client
LES	LAN Emulation Server
LECS	LAN Emulation Configuration Server
BUS	Broadcast Unknown Server

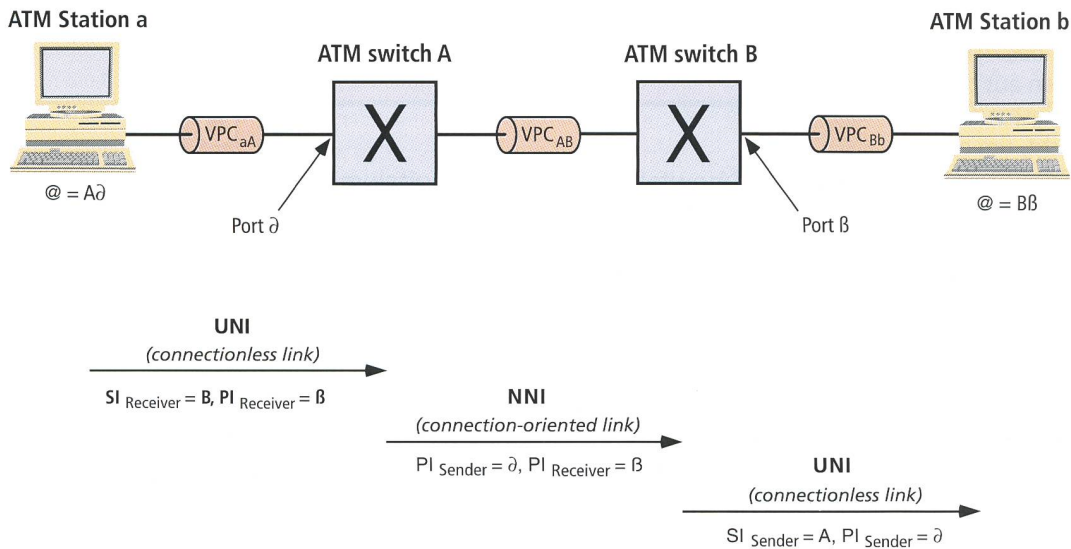
Multiple Access with Collision Detection), bekannt aus Ethernet-LAN, sowie mit den Normen ISO 8802-5 und IEEE 802.5, bekannt als Token Ring. Zum LAN hin werden also diese beiden LAN-Typen emuliert (nachgebildet). Im öffentlichen ATM-WAN stellen die Dienste der AAL-Type 5 in der Benutzerebene (User Plane) die Kommunikation zwischen den Elementen der LAN-Emulation sicher. In der Steuerebene (Control Plane) sorgen die Dienste der SAAL (basierend auf der AAL-Type 5) für den Auf- und Abbau der erforderlichen ATM-Verbindungen. Die Benutzer der LAN-Emulation werden mit LEU (LAN Emulation User) bezeichnet. Die LEU sind jene Instanzen der LAN-Emulation, welche nichts von der tatsächlichen Kommunikation über ATM merken, also in ihrer gewohnten LAN-

Umgebung verbleiben. Sie teilen ihre Verbindungswünsche dem LEC (LAN Emulation Client) mit, welcher in Richtung LEU durch eine IEEE-48b-MAC-Adresse und in Richtung ATM-Netz (also in Richtung LES und BUS, siehe weiter unten) durch eine ATM-Adresse von 2 Byte Länge identifiziert ist. Im Gegensatz zum LEU ist der LEC also als Benutzer sowohl im LAN als auch im öffentlichen ATM-Netz registriert.

Die Kommunikation zwischen den LEU und den LEC kennt zwei Primitive (Bild 3):

- «LE\_UNITDATA.request»: Mitteilung eines Verbindungswunsches des LEU an den LEC;
- «LE\_UNITDATA.reply»: Antwort des LEC zur Empfangsanzeige einer gültigen und fehlerfreien Nachricht.

# VERBINDUNG ATM-STATIONEN



## Abkürzungen:

VPC: Virtual Path Connection / NNI: Network Node Interface / UNI: User Network Interface / SI: Switch Identification / PI: Port Identification

Bild 2. Verbindung zweier ATM-Stationen über Kurzadressen. VPC: Virtual Path Connection, NNI: Network Node Interface, UNI: User Network Interface, SI: Switch Identification, PI: Port Identification.

## Zwei Wege, von einem LEC zu einem zweiten LEC

Bild 4 zeigt die Elemente

- LEC (LAN Emulation Client),
- LES (LAN Emulation Server) und
- BUS (Broadcast Unknown Server) sowie die erforderliche ATM-Kommunikationsinfrastruktur
- Data Direct VCC (LEC zu LEC),
- Control Direct VCC (LEC zu LES und umgekehrt),
- Control Distribute VCC (LES zu mehreren LEC),
- Multicast Send VCC (LEC zu BUS) und

- Multicast Forward VCC (BUS zu allen LEC)
- zum Aufbau einer LAN-Emulation (VCC: Virtual Channel Connection). Die Aufzählung deutet bereits an, dass es zwei Wege gibt, um von einem LEC zu einem zweiten LEC zu gelangen (via LES oder via BUS). Die erste Option (Bild 5 und nachfolgender Text) führt über den LES, welcher aufgrund der Einträge in seiner Tabelle eine gewünschte Verbindung zu einem LEC relativ gezielt aufbaut. Jeder LEC und jeder LES verfügt über eine eigene

(lernfähige) Adresstabelle, welche pro gespeicherten LEC mindestens die Parameter LEC-Name, MAC-Adresse und die ihr zugeordnete ATM-Adresse enthält. Während die MAC-Adresse den gesuchten LEU identifiziert, ermöglicht die ATM-Adresse<sup>1</sup> den Verbindungsaufbau zum LEC, welcher für den gesuchten LEU verantwortlich ist (dieser «Umweg» basiert auf dem Prinzip aus Bild 2).

<sup>1</sup> Die ATM-Adresse wird im ATM-Switch in einen VCI (Virtual Channel Identifier) zum Aufbau der notwendigen VCL (Virtual Channel Link) im ATM-WAN umgesetzt.

# LAN-EMULATION

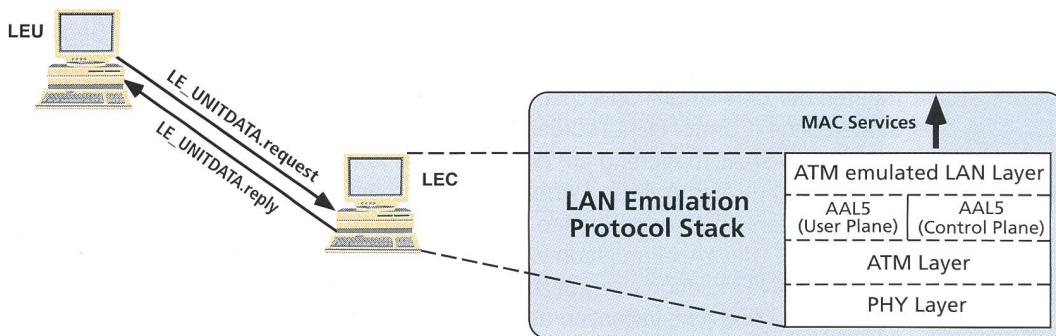


Bild 3. LAN Emulation Protocol Stack. MAC: Medium Access Control, LEU: LAN Emulation User, LEC: LAN Emulation Client, AAL: ATM Adaptation Layer.



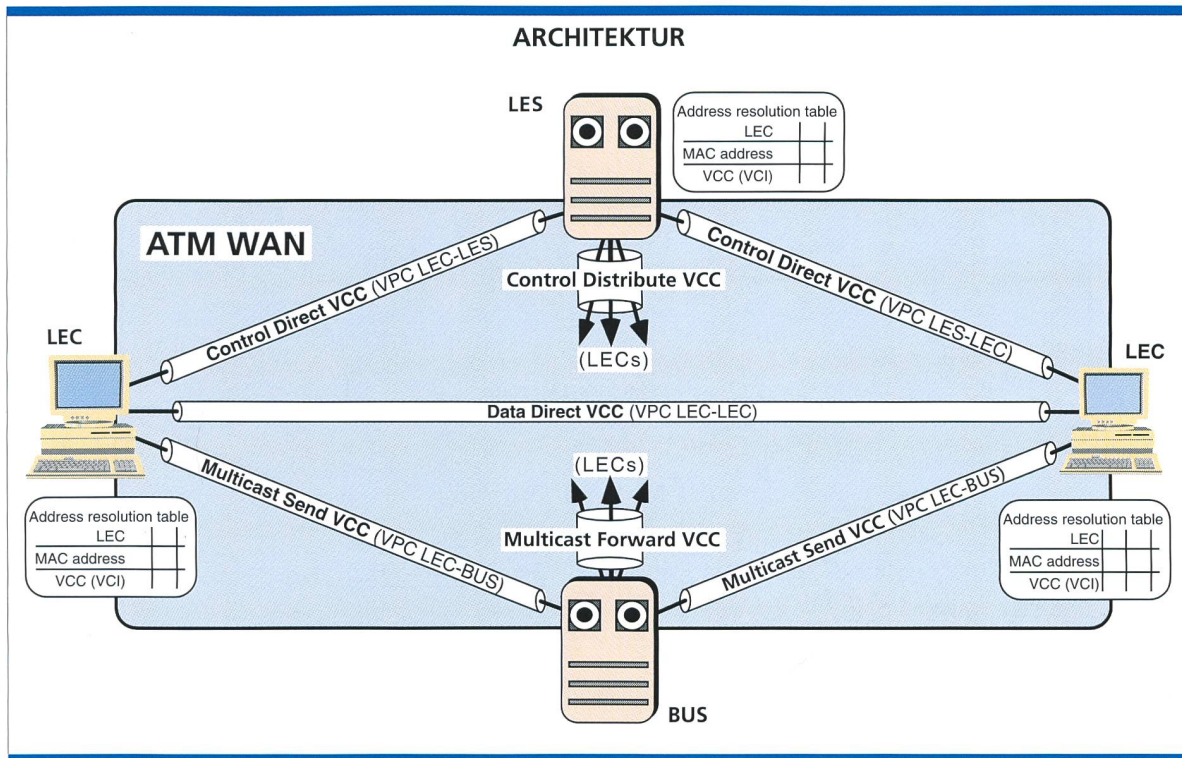


Bild 4. Architektur für LAN-Emulation (Kommunikationsinfrastruktur). LES: LAN Emulation Server, LEC: LAN Emulation Client, BUS: Broadcast Unknown Server, LE-ARP: LAN Emulation Address Resolution Protocol, VCC: Virtual Channel Connection, VCI: Virtual Channel Identifier, MAC: Medium Access Control.

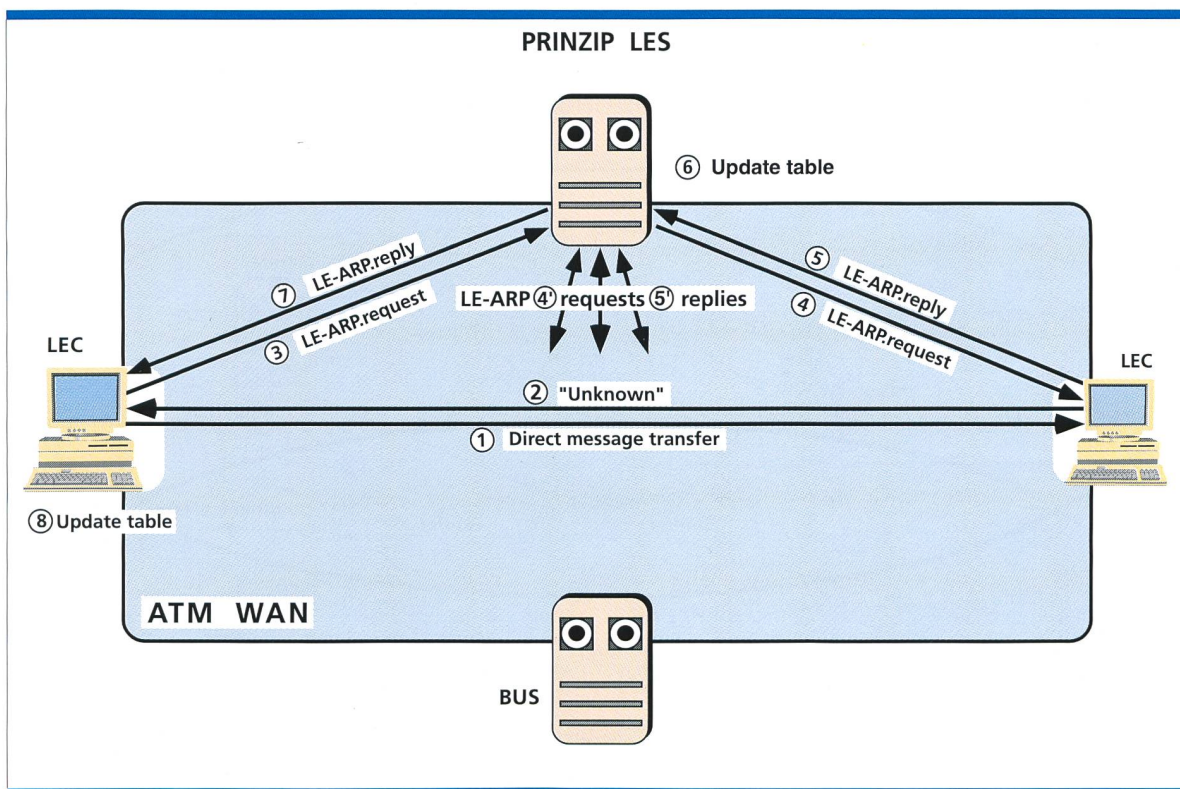


Bild 5. Prinzip des LAN Emulation Servers (LES). LEC: LAN Emulation Client, BUS: Broadcast Unknown Server, LES: LAN Emulation Server, LE-ARP: LAN Emulation Address Resolution Protocol, VCC: Virtual Channel Connection, VCI: Virtual Channel Identifier, MAC: Medium Access Control.



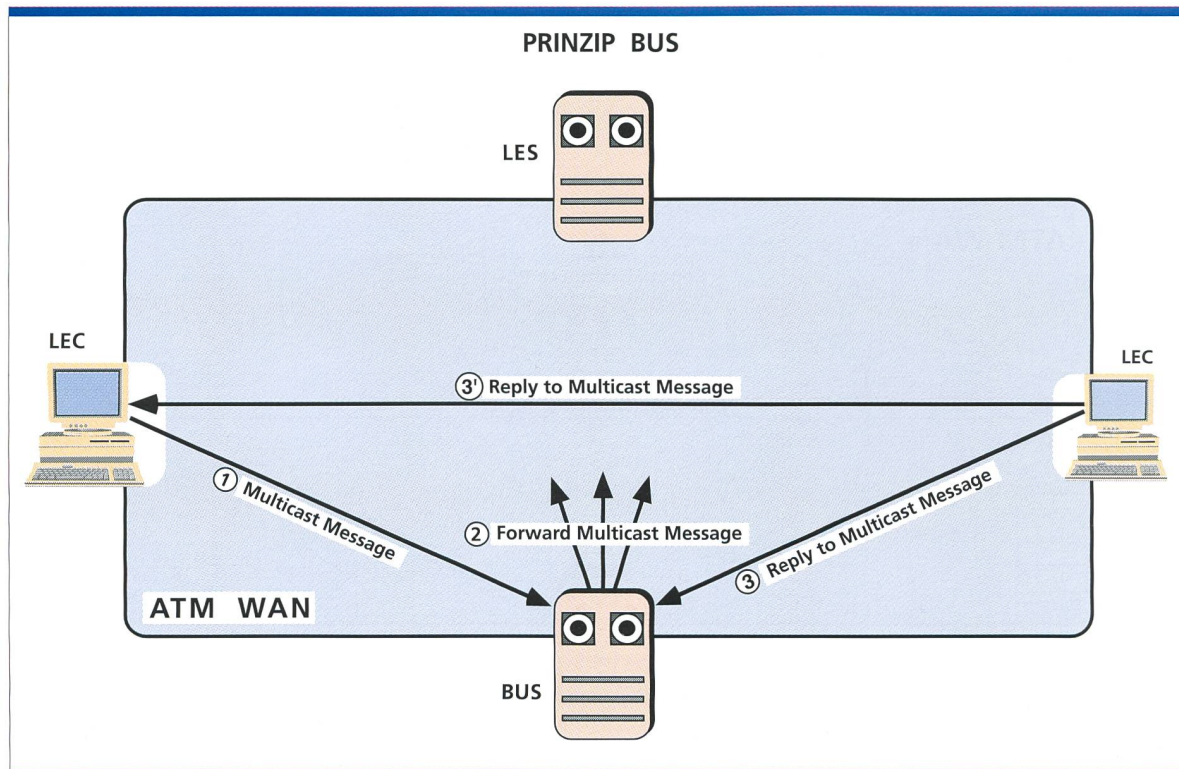


Bild 6. Prinzip des Broadcast Unknown Servers (BUS). LEC: LAN Emulation Client, BUS: Broadcast Unknown Server, LES: LAN Emulation Server, LE-ARP: LAN Emulation Address Resolution Protocol, VCC: Virtual Channel Connection, VCI: Virtual Channel Identifier, MAC: Medium Access Control.

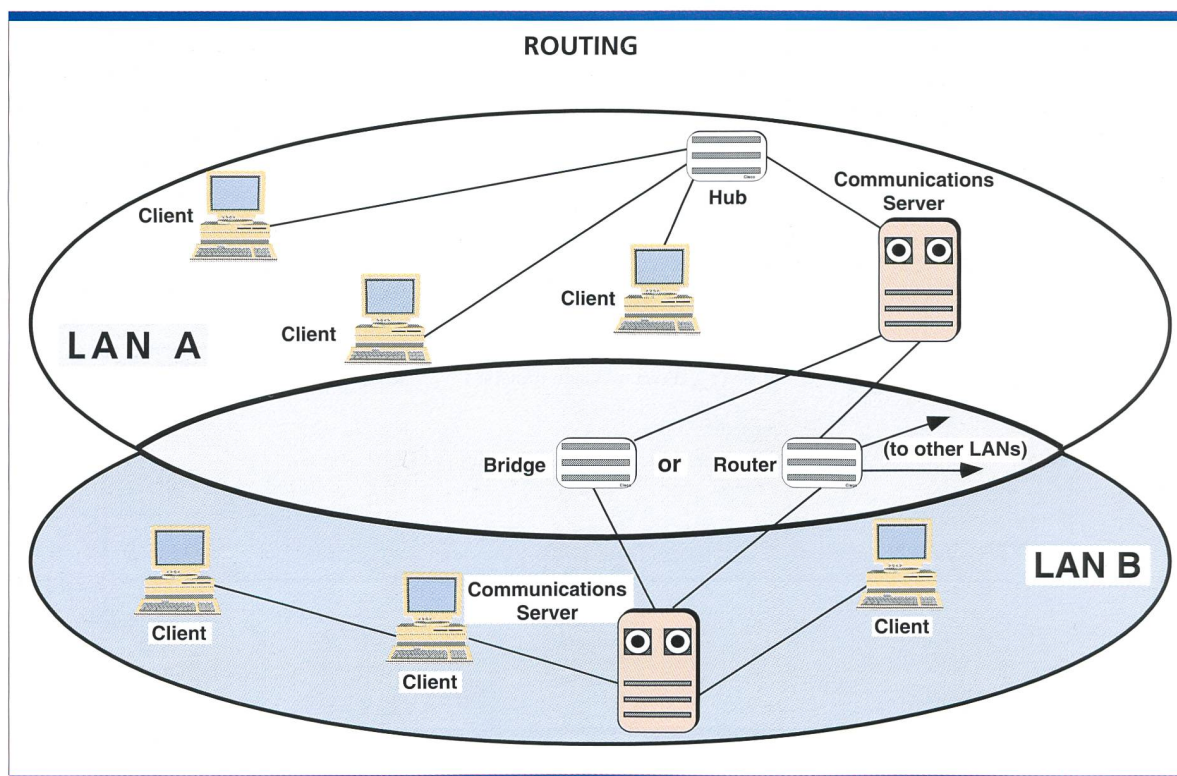


Bild 7. Klassisches Routing oder Bridging in einer LAN-Umgebung.



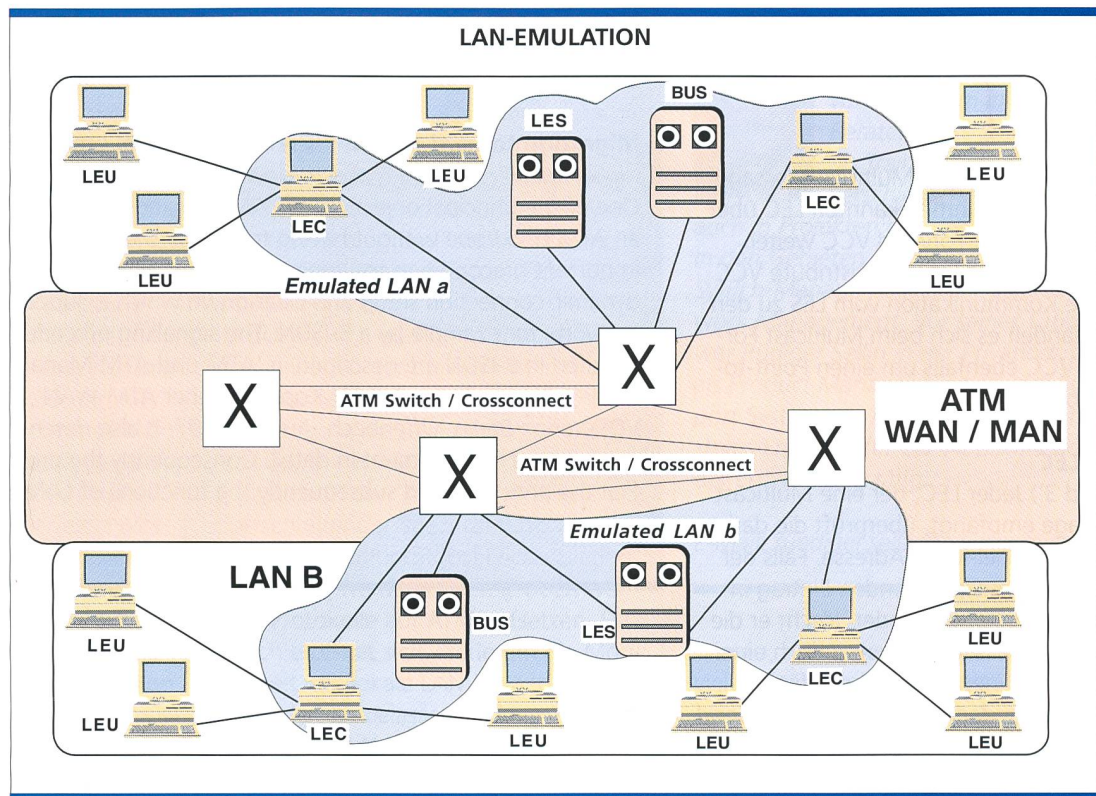


Bild 8.  
LAN-Emulation  
in LAN.

Die Lernfähigkeit ergibt sich aus der Tatsache, dass nach einem erfolgreichen Verbindungsaufbau der LEC bzw. der LES die Einträge in seiner Adresstabelle aktualisiert und danach die MAC-Adresse eines gesuchten LEU eindeutig der ATM-Adresse des verantwortlichen LEC zuordnen kann. Die speziellen Bezeichnungen der VCC in Bild 4 weisen lediglich auf die verschiedenen Zwecke der Kommunikation gemäss der nachfolgenden Beschreibung hin. Sie sind ohne Bedeutung innerhalb des ATM-WAN, wo alle VCC im Prinzip gleich sind und sich lediglich in den VCI-Werten der einzelnen Links unterscheiden.

Bei der zweiten Option (Bild 6 und nachfolgender Text) ist der BUS involviert, welcher für den LEC im Prinzip einen Broadcast ausführt.

Bild 5 zeigt das Zusammenwirken von LEC und LES, wobei die Ziffern von 1 bis 8 das schrittweise Vorgehen symbolisieren.

#### LEC-LEC

1) Der vom LEU kontaktierte LEC baut einen Data Direct VCC zu einem anderen LEC basierend auf den Einträgen in seiner Adresstabelle auf. Dazu wird die MAC-Adresse des gewünschten LEU auf die ATM-Adresse des für diesen LEU ver-

antwortlichen LEC abgebildet. Falls dem LEC die MAC-Adresse des gewünschten LEU bekannt ist, wird die Nachricht übertragen.

2) Wenn der Data Direct VCC nicht aufgebaut werden kann (verantwortlicher LEC unbekannt) und/oder der gesuchte LEU unbekannt ist, wird dessen MAC-Adresse in der Adresstabelle mit «unknown» gekennzeichnet.

#### LEC-LES

3) Der LEC sendet einen «LE\_ARP.request» (= die Anforderung einer Adresse) zum LES via einen Control Direct VCC. Diese Anforderung enthält:

- die Ursprungs-MAC-Adresse,
- die Ziel-MAC-Adresse und
- die ATM-Adresse des Ursprungs-LEC, der den Request ausgesandt hat.

#### LES-LEC

Der LES überprüft daraufhin, ob die Ziel-MAC-Adresse in seiner Adresstabelle enthalten ist. Falls der LES für diese Adresse verantwortlich ist, leitet er die Nachricht mit einem weiteren «LE\_ARP.request»

4) zum Ziel-LEC via einen Control Direct VCC oder

4') zu einer Gruppe von möglichen LEC via Control Distribute VCC weiter.

#### LEC-LES

5) und 5') Jeder LEC, der einen «LE\_ARP.request» erhält, überprüft die darin enthaltene Ziel-MAC-Adresse. Falls der LEC einen entsprechenden Eintrag in seiner Adresstabelle findet, antwortet er mit einem «LE\_ARP.reply», welcher seine eigene ATM-Adresse enthält. Diese Antwort wird über die bereits aufgebauten Control Direct VCC (5) bzw. Control Distribute VCC (5') gesandt.

#### LES-LEC

6) Basierend auf den Antworten des bzw. der angeschlossenen LEC aktualisiert der LES die Einträge in seiner Adresstabelle.

7) Danach leitet er den «LE\_ARP.reply» an den Ursprungs-LEC weiter.

8) Schliesslich aktualisiert auch der LEC die Einträge in seiner Adresstabelle. Bild 6 zeigt das Zusammenwirken von LEC und BUS, wobei die Ziffern von 1 bis 3 wieder das schrittweise Vorgehen reflektieren.

#### LEC-BUS

1) Der vom LEU kontaktierte LEC baut einen Multicast Send VCC zu dem für ihn verantwortlichen BUS auf. Danach sendet der LEC zum BUS eine Multicast Message. Diese Nachricht enthält:



- die Ziel-MAC-Adresse sowie
- die ATM-Adresse des Ursprungs-LEC, welcher die Multicast Message ausgesandt hat.

#### BUS-LEC

2) Der BUS leitet die Multicast Message einfach an alle ihm bekannten LEC über einen Multicast Forward VCC weiter. Ähnlich wie der Control Distribute VCC für die Kommunikation vom LES zu den LEC handelt es sich beim Multicast Forward VCC ebenfalls um einen Point-to-Multipoint VCC.

#### LEC-LEC

3) und 3') Jeder LEC, der eine Multicast Message empfängt, überprüft die darin enthaltene Ziel-MAC-Adresse. Falls der LEC keinen entsprechenden Eintrag in seiner Adresstabelle findet, löscht er die Multicast Message. Falls er jedoch einen Eintrag in seiner Adresstabelle findet, antwortet er dem BUS via Multicast Send VCC (3) oder dem Ursprungs-LEC via Data Direct VCC (3') mit einer weiteren Nachricht. Diese enthält seine eigene ATM-Adresse und die MAC-Adresse des Ziel-LEU.

## Referenzen

- [1] LAN-Emulation Specification 1.0/2.0, ATM-Forum, Oktober 1996.
- [2] ATM & ATM-Management. Die Basis für das B-ISDN der Zukunft. LAN-Kopplung über ATM-WAN, ISBN 3-8007-2212-7, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach, August 1997.
- [3] ITU-T Recommendation I.363.5, B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Type 5 Specification, Genf 1996.
- [4] ITU-T Recommendation I.361, B-ISDN ATM Layer Specification, Genf 1996.

## Summary

### Migration toward ATM/B-ISDN with the LAN emulation of the ATM forum

One of the principal objectives of LAN emulation is the convenient migration to an ATM backbone without having to modify the local LAN installations. An important precondition for implementing a LAN emulation is the possibility of dynamic connection setup and clear-down which is supported in a public ATM network, for example by a B-ISDN. The signalling procedures and protocols required in B-ISDN are described in 'ATM und ATM-Management – Die Basis für das B-ISDN der Zukunft, LAN-Kopplung über ATM-WAN', ISBN 3-8007-2212-7, VDE-Verlag Berlin, Offenbach, August 1997. It also describes the ATM principles, services and management in detail. Consequently the present report discusses first the principles and subsequently the functions of LAN emulation.

### Neuinstallation einer LAN-Emulation

Bei der Neuinstallation einer LAN-Emulation in einem bestehenden Ethernet- oder Token-Ring-LAN benötigen LEC und LES – physikalisch ausgedrückt – eine gewisse «Einschwingzeit», bis deren Adresstabellen mit den korrekten Einträgen versehen sind. Ein Vergleich der beiden Kommunikationsmöglichkeiten (via LES oder BUS) ergibt darüber hinaus folgendes Bild:

- Die Nachführung der Adressen in LES und LEC ergibt zwar einen gewissen Aufwand, zieht dafür aber einen vergleichsweise kleinen «administrativen Datenverkehr» nach sich. Beobachtungen zeigen, dass die am meisten gebrauchten Adressen schnell im Netz verbreitet sind und der Verbindungsaufbau daher direkt zwischen den LEC via Data Direct VCC erfolgen kann.
- Der BUS ist funktional betrachtet zwar relativ primitiv aufgebaut, erfüllt aber seine Broadcast-Funktion meistens ohne grössere Probleme. Allerdings zieht die Zuhilfenahme eines BUS immer grösseren «administrativen Datenverkehr» nach sich, da im Gegensatz zum LES alle bekannten LEC mit der Multicast Message quasi belastigt werden und wirklich alle LEC diese Nachricht überprüfen und alle bis auf maximal einen LEC diese Nachricht löschen müssen. Eine intensive Nutzung des BUS verschlechtert im Extremfall die Stabilität und Performance des dahinter liegenden ATM-Netzes spürbar.

Der LEC sollte also so konfiguriert werden, dass er zunächst den LEC direkt via Data Direct VCC, dann unter Zuhilfenahme des LES via Control Direct VCC und erst als letzte Möglichkeit über den BUS via Multicast Send VCC zu erreichen versuchen sollte, um unnötigen Suchverkehr zu vermeiden. Dies geschieht nicht zuletzt wegen der höheren Kosten, da das ATM-Netz nicht zwischen Suchverkehr und Nutzverkehr unterscheidet – erst recht nicht bei der Taxierung! Beim Signaliserverkehr zum Auf- und Abbau der erforderlichen VCC sieht dies – je nach Netzbetreiber – vermutlich ein wenig anders aus, da dieser vermutlich nicht zum gleichen Tarif verrechnet wird wie der Nutzverkehr.

Eine weitere Optimierung ergibt sich beim Einsatz des *optionalen* LECS (LAN Emulation Configuration Server), welcher den LEC und den LES von der Erstellung und Nachführung der Adresstabelle entlastet. Daraus folgt weniger Suchverkehr im Netz und keinerlei Aufwand für die Adressverwaltung in LEC und LES. Allerdings birgt ein LECS auch kleinere Gefahren in sich. Wenn er als zentrale Adressverwaltungsinstanz ausfällt, läuft die LAN-Emulation nicht mehr bzw. können keine neuen Verbindungen mehr aufgebaut werden. Erfahrungen zeigen aber, dass der zusätzlich erforderliche Verkehr für die Kontaktierung des LECS in günstigem Verhältnis zum sonst erforderlichen Suchverkehr steht, welcher ohne LECS auftreten würde.



## Fazit

Die LAN-Emulation des ATM-Forums ist ein probates Mittel, um klassische LAN-Umgebungen (Bild 7) von den Vorteilen eines öffentlichen ATM-Netzes (verfügbare Bandbreite, schneller Verbindungsaufbau) profitieren zu lassen, ohne die lokale Systemumgebung ändern zu müssen. Bei der LAN-Emulation werden diese bestehenden Konzepte mit neuer Technologie ergänzt. Koppelte man bisher zwei LAN-Segmente lokal mit einer Bridge oder einem Router, so erfüllt in einer zunehmend vernetzten Unternehmenskommunikation ein leistungsfähiges ATM-WAN diese Funktion. Dabei werden z. B. die Router durch einen ATM-Switch ersetzt, welcher einerseits verschiedene Schnittstellen zum Anschluss von bestehenden LAN-Benutzern anbietet und andererseits die Anbindung an öffentliche ATM-WAN ermöglicht. Bei der Installation einer LAN-Emulation in einem bestehenden LAN (Bild 8) müssen pro emulierter LAN-Type mindestens je ein LES und ein BUS vorhanden sein. Wie schon erwähnt kann man neben LES und BUS auch noch einen LECS zur Adressverwaltung (im wesentlichen die Umsetzung der MAC- in die entsprechende ATM-Adresse) vorsehen. Die Zahl der erforderlichen LEC richtet sich nach der Anzahl der Benutzer, symbolisiert mit LEU. In der Regel läuft die LAN-Emulation auf einem privaten ATM-Switch. Sollte kein öffentliches ATM-Netz vorhanden sein, kann der ATM-Switch auch Mietleitungen oder PDH- und SDH-Anschlüsse des öffentlichen Netzbetreibers nutzen. In diesem Fall nutzt der private LAN- oder MAN-Betreiber im öffentlichen Netz lediglich die untere physikalische Ebene und setzt dort mit ATM auf, betreibt also die ATM-Schicht selbstständig. Für den Benutzer ändert sich in beiden Fällen nichts: Er verbleibt beispielsweise in seiner Token-Ring- oder Ethernet-Umgebung. Allerdings kann er sich an den Vorteilen von ATM (schneller Verbindungsaufbau, wählbare Dienstqualität, Skalierbarkeit usw.) nur bedingt freuen, da sie zwar das dahinter liegende ATM-WAN, nicht aber seine lokale (weil unveränderte) Systemumgebung betreffen. Hier besteht der Trend zu «ATM to the desktop», also ATM auch für den Endbenutzer im LAN. Der Vorteil des universellen Netzes für alle denkbaren Anwendungen bleibt jedoch in jedem Fall bestehen, da auch private ATM-Switches neben vielfältigen Schnittstellen für die

Datenkommunikation auch solche für die Sprach- und Videokommunikation anbieten. Die Nutzung von ATM in LAN, MAN und WAN ist somit gerade für Grosskonzerne, Universitäten oder Kommunen interessant, da sich bei der unternehmensweiten Kommunikation über ATM ohne weiteres auch Dienste wie Voice Switching und Videokonferenz durch den Einbezug bestehender PBXs realisieren lassen.

Bedingt durch den Trend zum Internet sowie wegen der breiten Unterstützung des Internet Protocol (IP) in LAN bieten immer mehr Hersteller auch die Möglichkeit an, IP auf ATM gemäss RFC 1577 (Classical IP over ATM) aufzusetzen. Mit fortschreitender Spezifizierung von RFC 1483 (Multiprotocol Encapsulation over ATM) werden neben IP noch weitere Protokolle auf ATM aufsetzen. Dadurch eröffnet sich wiederum die Möglichkeit, die lokale LAN-Umgebung unverändert zu belassen und die in LAN und MAN eingeführten und bewährten Protokolle (wie etwa IP) auf ATM aufzusetzen. Abschliessend sei darauf hinge-



**Dipl. Ing. Rüdiger Sellin** ist seit 1992 am Hauptsitz von Swisscom in Bern als Berater sowie freiberuflich als Trainer tätig. Er berät verschiedene Kunden (u. a.

auch in Projekten der Unisource-Allianz) in den Gebieten ATM-Management, Switch-Management und Customer Network Management. Vor seiner Tätigkeit war Rüdiger Sellin in der Privatindustrie als Product Manager für Network Support Systems im Marketing sowie als Systems Engineer für OSI-Applikationen in der Entwicklung tätig.

E-Mail: [ruediger.sellin@swisscom.com](mailto:ruediger.sellin@swisscom.com)

wiesen, dass eine Unterstützung von zu vielen LAN-Protokollen im ATM-Switch (wie übrigens auch bei Routern) zu Problemen führen kann, im praktischen Netzbetrieb etwa beim Performance- oder Konfigurationsmanagement. 9.4

The screenshot shows a web browser window with the address <http://www.access.ch/isocor>. The page features the ISOCOR logo and contact information: Seftigenstrasse 45, 3123 Belp, Tel.: 031 819'60'01, Internet: sales.swiss@isocor.com. Below this, a vertical sidebar on the left lists 'Internet Messaging & Directory' and 'g & Directory'. The main content area lists several services:

- N-PLEX Global**: Der sichere 1'000'000+ Benutzer Internet Server mit integriertem IMAP4, LDAP & X.500 Directory für grosse Organisationen und ISPs mit höchsten Ansprüchen.
- N-PLEX Enterprise**: Der komplette und sichere Intranet / Internet Messaging, Directory und EDI Backbone im Enterprise Computing basierend auf SMTP, X.400, LDAP & X.500 Standards.
- N-PLEX HUB**: Message Exchange und Directory Synchronisation für Organisationen mit heterogenen Email & Groupware Systemen wie Microsoft Exchange Server, MS-Mail, Lotus Notes, cc:Mail, SNADS, X.400 oder SMTP.
- N-PLEX Office**: Der einfache Internet Messaging und Directory Server für kleine Unternehmungen mit grossen Ansprüchen.
- N-PLEX Mobile**: Integriert Natel D in bestehende Business-Applikationen.