

---

# **SVC Pilot Abschlußbericht**

**Ausführliche Fassung**

Monika Jäger, Lothar Zier (GMD)

Wilfried Maas, Marius Koziol (ZIDN)

Ursula Hilgers, Iris Heller (RRZE)

18. Mai 1998

---

---

## **Autoren**

### **GMD**

Monika Jäger (Monika.Jaeger@gmd.de)

GMD FOKUS

Kaiserin-Augusta-Allee 31

D-10589 Berlin

Lothar Zier (Lothar.Zier@gmd.de)

GMD

Abt. IMK.HSN

Schloß Birlinghoven

D-53754 Sankt Augustin

### **ZIDN**

Marius Koziol (Koziol@tzd.telekom.de)

Wilfried Maas (Maas@tzd.telekom.de)

Deutsche Telekom

Forschungs- und Technologiezentrum

Am Kavalleriesand 3

D-64295 Darmstadt

### **RRZE**

Ursula Hilgers (Ursula.Hilgers@rrze.uni-erlangen.de)

Iris Heller (Iris.Heller@rrze.uni-erlangen.de)

Regionales Rechenzentrum Erlangen

Martensstrasse 1

D-91058 Erlangen

Die Arbeiten der GMD wurden im Rahmen des INTERCON-Projektes durchgeführt. Auftraggeber ist der DFN-Verein (Auftrags-Nr.: DT09, Ansprechpartner im DFN: Dr. Peter Kaufmann) mit Mitteln der Deutschen Telekom, Technologiezentrum Darmstadt.

Ansprechpartnerin im DFN für den SVC-Piloten ist Dr. Gertraud Hoffmann.

---

<b>1. Motivation</b> .....	5
<b>2. Lokale Tests beim B-WiN-Labor</b> .....	7
2.1 Routingtabelle def.rtb:.....	7
2.2 QoS-Klassen.....	8
2.3 Maximale erlaubte Anzahl von SVCs pro Link.....	8
2.4 Stabilitätstest .....	8
2.5 Minimale realisierbare Senderate: 48 c/s .....	9
2.6 Parameter: MAX Pt-Pt Connections .....	9
2.7 Einfluß der Länge der def.rtb Tabelle .....	9
2.8 Dienstklasse des Signalisierungs-VCs .....	11
2.9 Zusammenspiel von SVCs und PVCs.....	12
2.10 Policing/UPC-Funktion.....	13
2.11 Rerouting.....	28
2.12 Point-to-Multipoint SVCs/PVCs.....	30
<b>3. Tests über das B-WiN</b> .....	31
3.1 Langzeittests.....	31
3.1.1 1.Test.....	31
3.1.2 2. Test.....	31
3.1.3 Problemanalyse .....	31
3.2 Überbuchung mit UBR-Verkehr .....	32
3.3 Tests mit burstartigem Verkehr.....	33
3.4 Hängende SVCs .....	33
<b>4. Zusammenfassung der netzseitigen Untersuchungen</b> .....	34
4.1 Ist ein SVC-Dienst möglich?.....	34
<b>5. Anwendungstests</b> .....	36
5.1 LAN/LAN Kopplungen mit UBR.....	37
5.1.1 Classical IP.....	37
5.1.2 LAN Emulation .....	38
5.1.3 Next Hop Resolution Protocol .....	39
5.1.4 UBR Durchsatzmessungen.....	40
5.1.5 Traffic Shaping.....	42

---

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

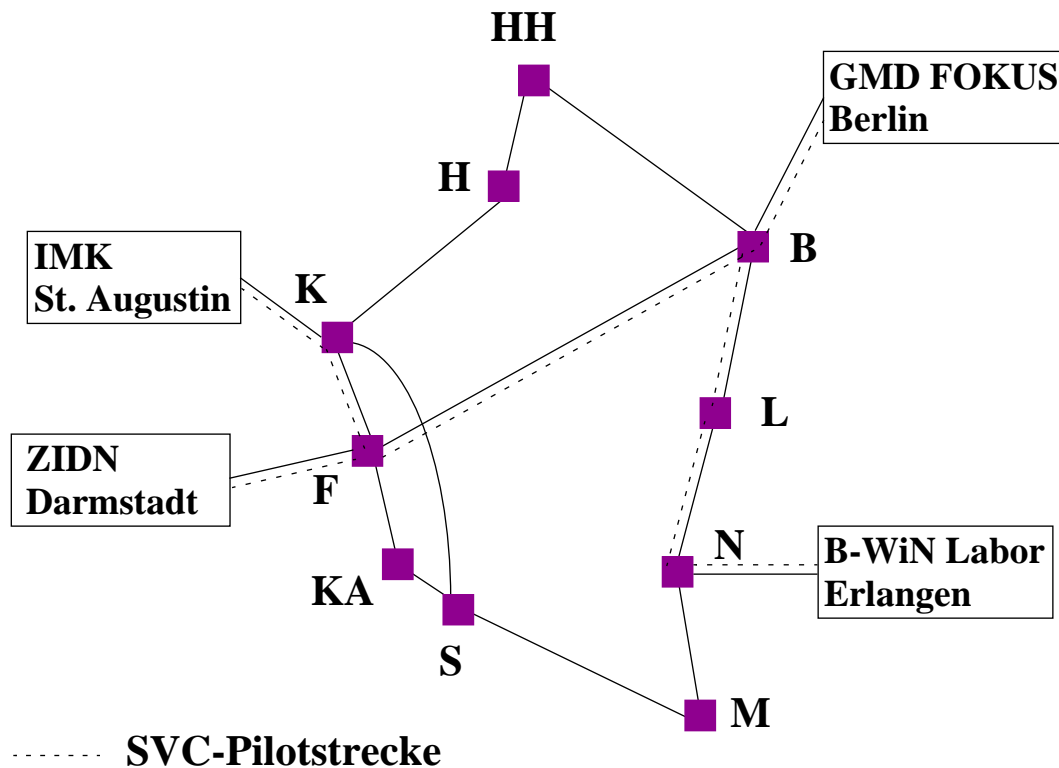
5.1.6 Fazit LAN/LAN Kopplungen.....	43
5.2 VBR Router Kopplung.....	45
5.3 LappQoS.....	46
5.4 API Schnittstellen.....	48
5.4.1 Audioprogramm über XTI .....	49
5.4.2 ATM-Videokonferenztool Sylvia .....	50
5.5 Fazit Anwendungen.....	51
<b>6. Schnittstelle B-WiN .....</b>	<b>55</b>
<b>7. Konfigurationen.....</b>	<b>58</b>
7.1 B-WiN Schnittstelle .....	58
7.1.1 Grundkonfiguration.....	58
7.1.2 Zugriffslisten .....	59
7.1.3 Traffic Shaping.....	60
7.2 VBR Verbindungen mit Cisco-Routern .....	61
7.3 LAppQoS .....	61
<b>8. Literatur .....</b>	<b>63</b>

---

# 1. Motivation

Im B-WiN werden dem Kunden derzeit zwei unterschiedliche Dienste angeboten, die über statische ATM-PVCs realisiert werden: Ein IP-Dienst und ein direkter ATM-Zugang. Demnächst möchte der DFN-Verein dem Kunden auch die Freigabe einer ATM-Schnittstelle ermöglichen, die auf SVCs beruht. Mit SVCs hat der Kunde die Möglichkeit, ATM-Verbindungen zu anderen Kunden dynamisch auf- und wieder abzubauen. Bevor die Freigabe von SVCs erfolgen kann, mußte die Funktionalität der SVCs bei den im B-WiN eingesetzten Switches der Firma GDC eingehend untersucht werden, um mögliche Fehler und Probleme vorzeitig zu erkennen. Zu diesem Zweck wurde ein SVC-Pilot durchgeführt.

## SVC-Pilotteilnehmer



Teilnehmer des SVC-Piloten waren GMD FOKUS Berlin, GMD IMK St. Augustin, FTZ in Darmstadt und das B-WiN Labor in Erlangen. Während das FTZ und das B-WiN Labor die SVCs im wesentlichen aus Netzsicht her untersuchten, führten die beiden GMD-Institute Untersuchungen aus Sicht von Teilnehmern durch. Hierzu gehörten der Test von Anwendungen und die Entwicklung von Standardkonfigurationen für angeschlossene ATM-Switches. Die Funktionalität der SVCs wurde lokal beim B-WiN Labor in Erlangen und beim FTZ in Darmstadt untersucht. Ab September 1997 fanden bei der GMD Tests über den lokalen GDC-Switch statt (in [ZJ97b] dokumentiert) und erste Tests über das B-WiN zwischen Darmstadt und Erlangen. Zwischen November 1997 und April 1998 wurden Tests mit den 4 Teilnehmern über das B-WiN durchgeführt. Hierfür wurden im B-WiN Backbone auf den Strecken Nürnberg, Leipzig, Berlin, Frankfurt/Main und Köln 10 MBit/s für den SVC-Piloten zur Verfügung gestellt.

# **SVC-Pilot**

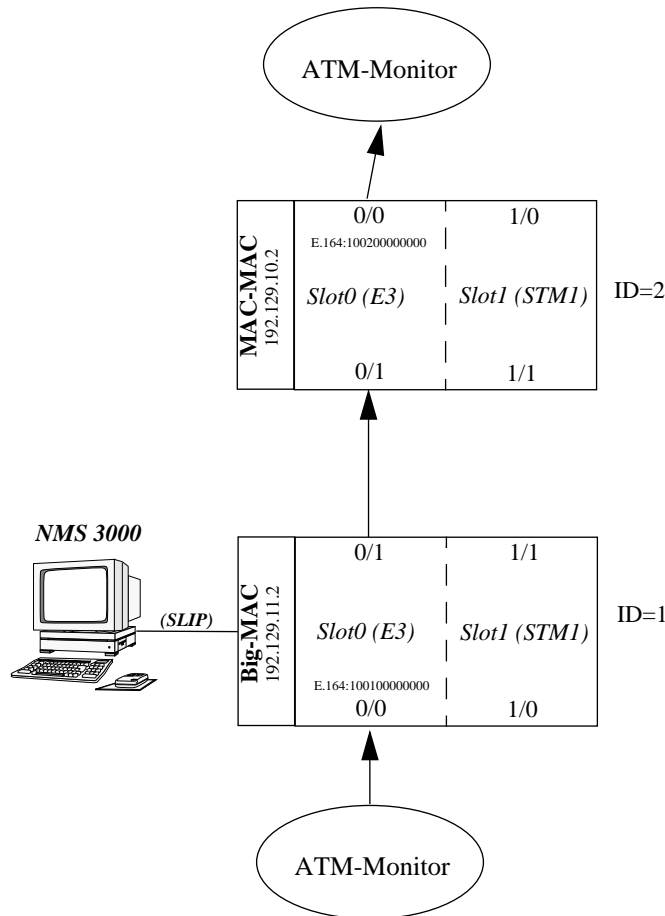
## **Abschlußbericht ausführliche Fassung**

---

Dieser Bericht gibt einen Überblick über die technischen Untersuchungen und Ergebnisse des SVC-Pilottests. In Kapitel 2 werden die lokalen Tests beim B-WiN-Labor beschrieben und in Kapitel 3 B-WiN Tests zwischen Darmstadt und Erlangen. Kapitel 4 enthält eine Zusammenfassung der netzseitigen Untersuchungen. Im 5. Kapitel erfolgt die Darstellung der getesteten Nutzungsmöglichkeiten eines SVC-Dienstes. In Kapitel 6 wird die Schnittstelle zwischen lokalen ATM-Netzen und dem B-WiN beschrieben. In Kapitel 7 werden Konfigurationsbeispiele und in Kapitel 8 Literatur aufgelistet.

## 2. Lokale Tests beim B-WiN-Labor

Hierzu wurde beim B-WiN Labor in Erlangen zunächst ein kleines Testnetz aus 2 GDC Switches aufgebaut, das folgenden Aufbau hat:



Mit Hilfe eines ATM-Monitors der Firma HP wurden SVCs über die 2 Switche aufgebaut und ATM-Zellen über den errichteten Kanal versendet. Zum Testzeitpunkt war auf beiden Switches die SW 4.3.0 installiert, die auch im B-WiN eingesetzt werden sollte. Für die folgenden Tests wurde stets das oben abgebildete Testnetz verwendet. Wurde für Spezialtests von diesem Aufbau einmal abgewichen, ist es im Bericht speziell vermerkt.

### 2.1 Routingtabelle def.rtb:

Das Routing der SVCs wird mit Hilfe von 2 Tabellen auf dem Switch geregelt: *def.rtb* und *dtl.bin* Tabelle. Die *dtl.bin* Tabelle enthält alle Wege von Knoten zu Knoten, die *def.rtb* Tabelle regelt in unserem Anwendungsfall unter Verwendung der *dtl*-Tabellen den gesamten Weg bis zum gewünschten Ziel-Link.

Das Routing der GDC-Switches funktioniert folgendermaßen:

Zuerst werden bestimmte Teile der SETUP-Message (z.B. die Zieladresse) mit den Einträgen in der *def.rtb* Tabelle der Reihe nach verglichen.

Befindet sich dort ein passender Eintrag, wird der Rest der *def.rtb* Tabelle *nicht* mehr durchlaufen.

Befindet sich dort *kein* passender Eintrag, so versucht der Switch einen Teil der Zieladresse als Ziel-Node ID und Ziel Slot/Link zu interpretieren (es werden die letzten 7 Zeichen vor dem ESI<sup>1</sup>-Wert als *NNSSL* interpretiert, mit *NNN*: Node ID; *SS* Slot und *LL* Link).

Handelt es sich hierbei zufällig um gültige Werte, so baut der Switch einen SVC dorthin auf. Diesen unerwünschten Vorgang kann man dadurch verhindern, indem man am Ende der *def.rtb* Tabelle folgende Zeile einfügt: *C" Meldetext"*.

*C" Meldetext"* steht für "verweigert diesen Verbindungsaufbau mit einem Clear Request und sende den *Meldetext* an die Management-WS". Befindet sich jetzt kein passender Eintrag in der *def.rtb* Tabelle, so wird der Befehl *C" Meldetext"* ausgeführt, der den Call verweigert und das Interpretieren der Zieladresse verhindert. Anhand des Meldetextes kann man an der Management-WS überprüfen, wann Benutzer SVCs zu unbekanntem oder unerlaubten Endzielen aufzubauen versuchen.

## 2.2 QoS-Klassen

Der GDC-Switch vermag SVCs mit allen erlaubten QoS-Klassen (ITU-T: *cbr,vbr-high,vbr-med,vbr-low,best effort*; NETWORK Standard: *cbr,vbr-high,vbr-med,vbr-low*) aufzubauen.

## 2.3 Maximale erlaubte Anzahl von SVCs pro Link

Man kann mindestens 256 SVCs über denselben Link eines Slot Controllers aufbauen. Zu beachten ist, daß die SVCs nicht alle simultan ihre Anfragen an den Switch stellen, sondern daß ein gewisser zeitlicher Mindestabstand zwischen den einzelnen Aufbauphasen eingehalten wird (siehe Punkt 2.1.4). Der verwendete Monitor vermag leider nicht mehr als 256 SVCs zu erstellen. In den Release Notes steht, daß ein Slot Controller der H-Serie insgesamt 500 SPVCs, SPVPs, SVCs und 1000 PVCs schaffen würde. Da der ATM-Monitor hier der begrenzende Faktor ist, konnte diese Aussage jedoch bisher nicht bestätigt werden.

## 2.4 Stabilitätstest

Um die Stabilität aufgebauter SVCs zu testen, wurden im Labor mehrere Langzeittests (Dauer ca 19 h) durchgeführt. Hierzu wurden mit dem Monitor über die beiden Switche 256 SVCs aufgebaut und Daten über einige der aufgebauten SVCs versendet. Es wurden Tests mit unterschiedlichen *def.rtb* Tabellenlängen (mit 100 Einträgen und mit 400 Einträgen) durchgeführt. Neben der QoS-Klasse ITU-T-Standard *vbr-low* wurde auch ITU-T-Standard *cbr* verwendet.

---

1. ESI: End-System-Identifizier, häufig wird dafür die MAC-Adresse der ATM-Karte eingesetzt

Ergebnis: alle 256 SVCs blieben aufgebaut, keine Zelle ging verloren

## 2.5 Minimale realisierbare Senderate: 48 c/s

Auf dem GDC-Switch kann man für SVCs keine kleineren Zellraten als 48 c/s für die *Peak* oder *Sustainable* Rate anfordern. Wählt man in der SETUP Message kleinere Werte, so zeigt der Switch diese zwar korrekt in seinem SVC-Statusfenster an, jedoch verwirft die UPC<sup>1</sup>-Funktion erst dann Zellen, wenn diese im Mittel mit einer Rate von mehr als 48 c/s ankommen.

## 2.6 Parameter: *MAX Pt-Pt Connections*

Diesen Parameter muß man bei Slot Controllern der H-Serie kleiner oder gleich 500 wählen, andernfalls gelangt der Switch nach einem reboot in einer Boot-Schleife, aus der er nicht mehr herauskommt. Erst das Formatieren des Slot Controllers und eine anschließende Neukonfiguration bringen den Slot Controller wieder in den Normalzustand. Bei Slot Controllern vom Typ ACS darf der Parameter kleiner oder gleich 750 sein.

## 2.7 Einfluß der Länge der *def.rtb* Tabelle

Der Switch vermag am selben Link nur bis zu 10 Anfragen für den Aufbau von SVCs (SETUP-Messages) simultan abzuarbeiten. Versucht man mehr als 10 zu errichten, werden die restlichen SETUP-Messages mit der Fehlermeldung "user busy" abgewiesen. Sind zusätzlich in der *def.rtb* Tabelle viele Einträge, so kann es sogar zum Abbruch der gesamten Ebene 2 kommen. Damit würden alle bereits bestehenden SVCs an diesem Link ebenfalls abgebaut werden. Im folgenden wurde das Verhalten der SVCs mit unterschiedlich, langen *def.rtb* Tabellen hinsichtlich Verbindungsaufbauzeit und Stabilität der Ebene 2 untersucht. Die SVCs wurden jeweils über die 2 Switches errichtet. Die Verbindungsaufbauzeit errechnet sich aus dem Delay zwischen gesendeter *SETUP*-Message und dem empfangenen *CONNECT*.

### 1 Routingeintrag (Größe der *def.rtb* Tabelle: 92 Bytes):

-> Verbindungsaufbauzeit ca. 0.338426 Sek.

- Egal wie viele SVC SETUP-Messages man auf einmal versendet (getestet bei bis zu 256 gleichzeitig) bricht die Ebene 2 nicht ab. Es werden stets - wie bereits oben erwähnt- jedoch nie mehr als 10 SVCs Anfragen gleichzeitig behandelt. Richtet man viele SVC-Anfragen gleichzeitig (ab ca. 100) an den Switch, baut er die letzten 10 SVCs manchmal nicht mehr auf. Bereits bestehende werden nicht beeinflusst.

### 100 Routingeinträge (Größe der *def.rtb* Tabelle: 4548 Bytes):

-> Verbindungsaufbauzeit: ca 0.618630 Sek

- Sendet man 10 SVC SETUP-Messages gleichzeitig an den Switch, legt eine kurze Pause<sup>2</sup>

---

1. UPC: Usage Parameter Control: Funktionalität, die überprüft, ob der vereinbarte Verkehrsvertrag eingehalten wird

2. Die Pause ist so gewählt, daß stets die Aufbauphase des letzten gesendeten Blocks abgewartet wird.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

ein, sendet dann wieder 10 usw., so ergibt sich kein Problem. Alle SVCs werden der Reihe nach aufgebaut.

- Wiederholt man den Vorgang, sendet jetzt jedoch Blöcke von 15 SVCs anstelle von 10, so werden stets die ersten 10 der 15 SVCS aufgebaut, die restlichen 5 werden abgewiesen. Wiederholt man den Vorgang mit Blöcken aus 20 SVCs, bricht die Ebene 2 ab.

### 200 Routingeinträge (Größe der def.rtb Tabelle: 9002 Bytes ):

-> Verbindungsaufbauzeit ca. 0.898658 Sek.

- Sendet man 8 SVC SETUP-Messages gleichzeitig an den Switch, legt eine kurze Pause ein, sendet dann wieder 8 SVCs usw., so ergibt sich kein Problem. Alle SVCs werden der Reihe nach aufgebaut.
- Wiederholt man den Vorgang, sendet jetzt jedoch Blöcke von 10 SVCs, so werden häufig die letzten 10 SVCs nicht aufgebaut. Die Ebene 2 bricht jedoch nicht ab. Wiederholt man den Vorgang mit Blöcken aus 15 SVCs, bricht die Ebene 2 in den meisten Fällen ab.

### 300 Routingeinträge ( Größe der def.rtb Tabelle: 13457 Bytes ):

-> Verbindungsaufbauzeit ca. 1.174621 Sek.

- Sendet man 6 SVC SETUP-Messages gleichzeitig an den Switch, legt eine kurze Pause ein, sendet dann wieder 6 SVCs usw., so ergibt sich kein Problem. Alle SVCs werden der Reihe nach aufgebaut.
- Wiederholt man den Vorgang, sendet jetzt jedoch Blöcke von 8 SVCs, so werden häufig die letzten 8 SVCs nicht aufgebaut. Die Ebene 2 bricht jedoch nicht ab. Wiederholt man den Vorgang mit Blöcken aus 15 SVCs, bricht die Ebene 2 in den meisten Fällen ab.

### 400 Routingeinträge (Größe der def.rtb Tabelle: 17912 Bytes):

-> Verbindungsaufbauzeit ca. 1.466113 Sek.

- Sendet man 5 SVC SETUP-Messages gleichzeitig an den Switch, legt eine kurze Pause ein, sendet dann wieder 5 SVCs usw., so ergibt sich kein Problem. Alle SVCs werden der Reihe nach aufgebaut.
- Wiederholt man den Vorgang, sendet jetzt jedoch Blöcke von 7 SVCs, so werden häufig die letzten 7 SVCs nicht aufgebaut. Manchmal bricht auch die Ebene 2 ab. Wiederholt man den Vorgang mit Blöcken aus 10 SVCs, bricht die Ebene 2 stets ab.

**Table 1: Einfluß der Länge der def.rtb Tabelle (Zusammenfassung)**

Anzahl der Einträge in der def.rtb Tabelle	Verbindungsaufbau-zeit über 2 Switche [sec]	Anzahl der SVCs, die ohne Probleme <sup>1</sup> gleichzeitig aufgebaut werden können	Ebene 2 bricht ab [bei gleichzeitig aufzubauenden SVCs]
1 Eintrag	0.338426	beliebig viele	nie
100 Einträge	0.618630	15	20
200 Einträge	0.898658	8	15
300 Einträge	1.174621	6	15
400 Einträge	1.466113	5	10

1. Mit Ausnahme, daß sowieso nie mehr als 10 SVC-Anfragen gleichzeitig behandelt werden

## 2.8 Dienstklasse des Signalisierungs-VCs

Im Laufe der Tests hat sich ein Problem herausgestellt, das bei Vollast (Senden mit Leitungsrunde vom HP-Monitor zum GDC-Switch) auftritt, selbst dann, wenn es sich um niederpriorige Daten mit gesetztem CLP-Bit handelt, die über einen SVC vom Typ *vbr-low* versendet werden:

Sendet man mit Leitungsrunde, so bricht die Ebene 2 Verbindung an diesem Link ab, was wiederum den Abbau aller bereits bestehenden SVCs zur Folge hat.

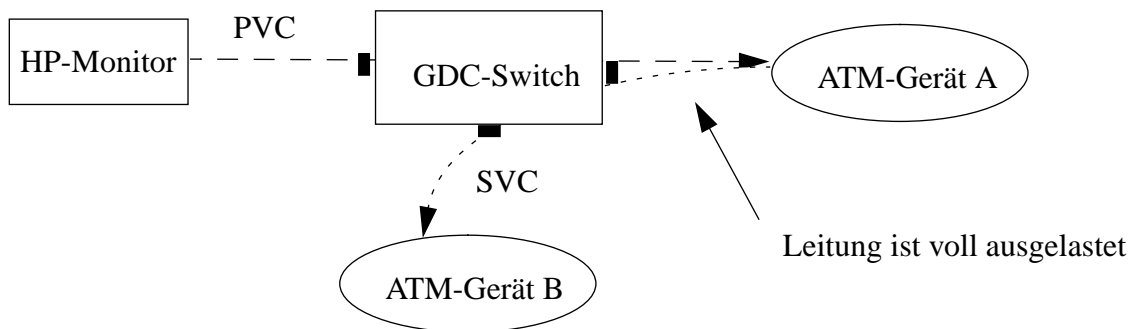
Anfangs interpretierten wir dieses Problem falsch. Wir vermuteten, daß die Signalisierungsdaten beim GDC nicht mit einer besonderen Priorität behandelt werden und deshalb genauso, wie niederpriorige Zellen mit bei einer ausgelasteten Leitung verworfen werden. Sobald SVCs aufgebaut sind, werden weiterhin Signalisierungsdaten über den Signalisierungskanal ausgetauscht. Wenn diese Daten verworfen werden, baut sich der SVC (und die gesamte Ebene 2) ab.

Dies war aber eine Fehlinterpretation.

In Wirklichkeit werden die Daten, die über den Signalisierungskanal gehen mit sehr hoher Priorität vom GDC behandelt, was sehr sinnvoll ist. Die Signalisierungsdaten verwenden auch nicht dieselben Puffer wie die "normalen" Daten-Zellen. D.h. selbst bei völlig ausgelasteter Leitung kann die Ebene2 *nicht* abbrechen.

Bei unserem Test brach sie deshalb ab, weil der HP-Monitor die Signalisierungsdaten nicht priorisiert. Er behandelt diese wie herkömmliche ATM-Zellen. Als wir nun mit Vollast sendeten, gab der Monitor folgende Warnung aus: "*\*Warning\* Emulation 1 unable to TX*". Da der Monitor selbst also nicht mehr fähig war, seine Signalisierungsdaten zu versenden, brach die Ebene 2 ab.

Um nachzuweisen, daß die Signalisierungsdaten wirklich vom GDC stärker als CBR-Verkehr priorisiert wird, hatten wir folgenden Test durchgeführt:



Es wurde ein SVC zwischen den Geräten A und B aufgebaut. Gleichzeitig sendete der Monitor über ein STM1 Interface mit voller Rate zu A, d.h. die Leitung zwischen A und dem GDC-Switch war zu 100 % ausgelastet. Der PVC wurde im ersten Test vom Typ *vbr-med* in einem zweiten Test vom Typ *cbr* konfiguriert. Im ersten Fall stieg der niederpriorige im zweiten Fall der hochpriorige Outgoing Puffer beim GDC am Interface zu A auf seinen jeweiligen Maximalwert an, so daß es dort zu einem Überlauf kam. Dennoch blieb der SVC zwischen A und B und die gesamte Ebene 2 an diesem Interface bestehen. Folglich muß der Signalisierungsverkehr noch

stärker priorisiert und in einem separaten Puffer zwischengespeichert werden.

## 2.9 Zusammenspiel von SVCs und PVCs

### Problemstellung:

Ein Kunde möchte über denselben Link an seinem KSS sowohl SVCs als auch PVCs machen. Die Uni-Erlangen macht z.B. Videoübertragungen mit dem LRZ über PVCs. Zusätzlich möchte die Uni-Erlangen über denselben Link auch SVCs zu anderen Universitäten aufbauen.

Frage: Kann man den Bandbreitenbedarf der SVCs einschränken, ohne auch gleichzeitig den Maximalbandbreitenbedarf für die PVCs zu begrenzen? Kann man beispielsweise sagen, daß die Summe aller SVCs maximal 10 MB bekommt, die restliche Bandbreite jedoch von PVCs verwendet werden darf?

Um dieses Problem zu erläutern, bedarf es eine kurze Einführung in den Begriff "SAP".

SAP steht für Service Access Point. Auf dem GDC-Switch gibt es drei Sorten von SAPs: physikalische, virtuelle und logische. Möchte man Signalisierungsnachrichten über einen physikalischen Trunk mit seinem Nachbarn austauschen, so nimmt man den Weg über physikalische SAPs. Möchte man Signalisierungsnachrichten über einen physikalischen Trunk mit nicht direkt benachbarten Knoten -zwischen denen sogar Switche vorhanden sein dürfen, die keine SVCs können - austauschen, muß man den Weg über logische SAPs gehen. Werden Signalisierungsnachrichten zwischen einzelnen Slot-Controllern desselben Switches ausgetauscht, ist als Dienstzugangspunkt der virtuelle SAP zu wählen

Verwendet man nur physikalische SAPs (und nicht logische SAPs mit dem Multiple Signalling Channel Feature, kurz MSC), so existiert auf dem Switch pro Link nur der Parameter "SVC Max SAP Rate", der die Summe der SVCs, PVCs, SPVCs, VPs *gemeinsam* einschränkt. Es gibt keine separaten Parameter für SVCs und PVCs.

Man hat jedoch die Möglichkeit Multiple Signalling Channels (logische Kanäle) zu konfigurieren. Pro Slot kann man bis zu 12 log. Kanälen (log. SAPs) zu bestimmten Zielen aufbauen, auf denen jeweils ein eigener Signalling Stack zum Errichten von SVCs läuft.

Jeder dieser 12 log. Kanäle überwacht seine eigenen Bandbreitenressourcen mit dem CAC (Call Admission Control) (für jeden log. SAP existiert analog zu den physikal. SAPs der Parameter SVC MAX SAP Rate, der hier jedoch den Maximalbandbreitenbedarf nur für die SVCs, die über diesen log. SAP gehen, festlegt). Die Signalisierungsnachrichten werden über einen *virtuellen Pfad* zwischen den beiden GDC Switches übertragen. Mit Hilfe dieses Mechanismus kann man also einen Link mit bis zu 12 verschiedenen anderen Switches log. verbinden und Bandbreitenüberwachungen separat pro log. Verbindung durchführen. Sind auf einem Link log. SAPs aktiviert, so ist gleichzeitig der physikal. SAP deaktiviert. Neben den SVCs über die MSCs können jedoch nach wie vor auch PVCs über denselben Link aufgebaut werden. Die Bandbreite, die momentan nicht durch SVCs von MSCs belegt sind, ist für PVCs verfügbar. Somit wird mit Hilfe dieses Schemas ein Bandbreitenmanagement für SVCs und PVCs ermöglicht.

Um das oben genannte Problem zwischen Erlangen und München zu lösen, muß man lediglich einen log. SAP zwischen dem kss-erl (Slot 0 Link 0) und dem zss-nbg (Slot 8 Link 0) schalten und ihm die für SVCs maximal gewünschte Bandbreite zuweisen. Über diesen log. SAP werden nun alle SVCs zu beliebigen Zielen abgewickelt. Dennoch kann man über denselben Port zusätzlich PVCs zu ebenfalls beliebigen Zielen aufbauen. Die max. Bandbreite für PVCs wird durch den Parameter SVC MAX SAP Rate des deaktivierten physikalischen SAPs begrenzt und

ist unabhängig vom konfigurierten Wert für den log. SAP.

### 2.10 Policing/UPC-Funktion

Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen sollen zeigen, welche Werte nach Aufbau eines SVCs auf dem Switch in PCR, SCR, MBS enthalten sind, ab welcher Zellrate Policing eintritt und wieviel Speicherplatz auf dem Switch reserviert wird in Abhängigkeit von den Werten der Verkehrsparameter (PCR=Peak Cell Rate, SCR=Sustainable Cell Rate und MBS=Maximum Burst Size).

Die im Switch für einen SVC reservierte Bandbreite kann man an den Parametern *SVC Max SAP Rate*<sup>1</sup> und Parameter *Total bandwidth scr-pcr* und *current-link usage* (s. CAC) erkennen.

Im Standard UNI 3.1 ist festgelegt, welche Kombinationen von Verkehrsparametern in der SETUP-Message zugelassen sind. Im folgenden werden die vom Standard erlaubten weiteren Kombinationen getestet. Wird eine nicht Norm-konforme Nachricht aufgebaut, sollte der Switch diesen SVC auslösen.

Getestet werden (und erlaubt nach UNI 3.1):

- PCR (clp=0+1), SCR (clp=0+1), MBS (clp=0+1)
- PCR (clp=0+1), SCR (clp=0), MBS (clp=0)
- PCR (clp=0+1) und Best Effort

Alle VCs mit anderen Modi sollten vom Switch ausgelöst werden.

---

1. SVC MAX SAP Rate: Höchst zulässige Bandbreitenverbrauch für diesen Service Access Point. D.h. dieser Parameter gibt den gesamten Bandbreitenbedarf für SVCs, PVCs, SPVCs und SPVPs an.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

Bei den folgenden Tests wurde mit einer Rate von 10,04Mb/s gesendet.

Es wurden Zellen mit *nicht* gesetztem CLP Bit verschickt.

Vor dem Aufbau eines SVCs enthalten die interessierenden Parameter folgende Werte:

*Total bandwidth scr-pcr:0*

*Current Link Usage: 0*

*Max Link Usage: 23675*

*SVC MaxSapRate:353207 c/s*

	PCR (clp= 0+1) im SETUP [c/s]	SCR (clp= 0+1) im SETUP [c/s]	MBS (clp= 0+1) im SET UP [c/s]	Auf- bau des VCs ?	availa- ble cell rate [c/s]	CAC bw scr- pcr/ curre nt link usage [c/s]/ [c/s]	erziel- ter Durch- satz [c]	Pk Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Sd Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Max Fd/ Bd Burst Sz [c/s]/ [c/s]	QoS Class	sust. fw/ bw mode	Test mit FTZ: wurde SVC aufge- baut ? (Grund: Eventta- belle) <sup>1</sup>
cbr (ITU-T)	23674	--	--	ja	329532	23675/ 23675	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr	off	ja
cbr (ITU-T)	23674	--	0	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	clp0 disc	ja
cbr (ITU-T)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	clp0 disc	nein MBS fehlt
cbr (ITU-T)	23674	14204	0	ja	329532	23675/ 23675	11837,3	23674/ 23674	14204/ 14204	0/0	cbr	clp01 disc	ja
cbr (ITU-T)	14204	23674	--	ja	339002	14205/ 14205	48	14204/ 14204	48/48	0/0	cbr	clp0 disc	nein MBS fehlt
cbr (ITU-T)	14204	23674	1	nein									nein ohne Kom- mentar
cbr (ITU-T)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204,4	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	cbr	clp01 disc	ja
cbr (ITU-T)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	clp0 disc	ja
cbr (ITU-T)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	clp0 disc	nein F-/B- SCR=0
cbr (ITU-T)	23674	0	0	ja	329532	23675/ 23675	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr	off	nein F-/B- SCR=0

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

cbr (ITU-T)	23674	0	1	ja	329532	23675/ 23675	23674,2	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr	off	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (ITU-T)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high	off	ja !!!
vbr-high (ITU-T)	23674	--	0	ja	353207	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	clp0 disc	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	clp0 disc	nein MBS fehlt
vbr-high (ITU-T)	23674	14204	0	ja	329532	23675/ 23675	11897,4	23674/ 23674	14204/ 14204	0/0	vbr high	clp01 disc	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr high	clp01 disc	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	1/1	vbr high	clp0 disc	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	clp0 disc	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (ITU-T)	23674	0	0	ja	329532	0/0	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high	off	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high	off	nein F-/B- SCR=0
vbr-med (ITU-T)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674,2	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr med	off	ja !!!
vbr-med (ITU-T)	23674	14204	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	clp0 disc	nein MBS fehlt
vbr-med (ITU-T)	23674	14204	0	ja	339002	14205	11837,3	23674/ 23674	14204/ 14204	0/0	vbr med	clp01 disc	ja
vbr-med (ITU-T)	23674	14204	1	ja	339002	14205/ 14205	14204	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr med	clp01 disc	ja
vbr-med (ITU-T)	23674	--	1	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	clp0 disc	ja

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

vbr-med (ITU-T)	23674	--	0	ja	353158	49/49	48	23674/23674	48/48	0/0	vbr me	clp0 disc	ja
vbr-med (ITU-T)	23674	0	--	ja	353158	49/49	48	23674/23674	48/48	0/0	vbr med	clp0 disc	nein F-/B-SCR=0
vbr-med (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674,2	23674/23674	0/0	0/0	vbr med	off	nein F-/B-SCR=0
vbr-med (ITU-T)	23674	0	0	ja	353207	0/0	23674,2	23674/23674	0/0	0/0	vbr med	off	nein F-/B-SCR=0
vbr-low (ITU-T)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674,1	23674/23674	0/0	0/0	vbr low	off	ja
vbr-low (ITU-T)	23674	14204	--	ja	353207	0/0	48	23674/23674	48/48	0/0	vbr low	clp0 disc	nein MBS fehlt
vbr-low (ITU-T)	23674	14204	1	ja	353207	0/0	14204	23674/23674	14204/14204	1/1	vbr low	clp01 disc	ja
vbr-low (ITU-T)	23674	--	1	ja	353207	0/0	48	23674/23674	48/48	0/0	vbr low	clp0 disc	ja
vbr-low (ITU-T)	23674	0	--	ja	353207	0/0	48	23674/23674	48/48	0/0	vbr low	clp0 disc	nein F-/B-SCR=0
vbr-low (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674c	23674/23674	0/0	0/0	vbr low	off	nein F-/B-SCR=0
best effort (ITU-T)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674c	23674/23674	0/0	0/0	best effort	off	nein kein best-effort möglich
cbr (network standard)	23674	--	--	ja	329532	23675/23675	23674,1	23674/23674	0/0	0/0	cbr	<sup>2</sup>	ja
cbr (network standard)	23674	14204	--	ja	329532	23675/23675	48	23674/23674	48/48	0/0	cbr		nein MBS fehlt
cbr (network standard)	23674	14204	1	ja	329532	23674/23674	14204	23674/23674	14204/14204	1/1	cbr		ja

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

cbr (network standard)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr		ja
cbr (network standard)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr		nein F-/B- SCR=0
cbr (network standard)	23674	0	1	ja	329532	23675/ 23675	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr		nein F-/B- SCR=0
vbr-high (network standard)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high		ja !!!!
vbr-high (network standard)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high		nein MBS fehlt
vbr-high (network standard)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high		ja
vbr-high (network standard)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr high		ja
vbr-high (network standard)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high		nein F-/B- SCR=0
vbr-high (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high		nein F-/B- SCR=0
vbr-med (network standard)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674,2	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr med		nein keine F- SCR
vbr-med (network standard)	23674	14204	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med		nein MBS fehlt
vbr-med (network standard)	23674	14204	1	ja	339002	14205/ 14205	14204	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr med		ja
vbr-med (network standard)	23674	--	1	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med		nein keine F- SCR
vbr-med (network standard)	23674	0	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med		nein F-/B- SCR=0
vbr-med (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr med		nein F-/B- SCR=0

## SVC-Pilot

### Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

vbr-low (network standard)	23674	--	--	ja	353207	0/0	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	14204	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	14204	1	ja	353207	0/0	14204,4	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	0	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	--	1	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low		nein UBR- QOS nicht erlaubt

1. Die dazugehörige Routingtabelle, die zum Testzeitpunkt am kss-erl eingespielt war befindet sich auf Seite 24.

2. Für den Network Standard wurden bzgl. des Parameters *fw/bw sust mode* keine Tests separat durchgeführt. Wir gehen davon aus, daß es keinen Unterschied zwischen den ITU-T und dem Network Standard bzgl. dieses Parameters gibt.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

	PCR (clp= 0+1) im SETUP [c/s]	SCR (clp= 0) im SETUP [c/s]	MBS (clp= 0) im SET UP [c/s]	Auf bau des VC s?	avai- lable cell rate [c/s]	CAC bw scr- pcr/ current link usage [c/s]/ [c/s]	erzielter Durch- satz [c]	Pk Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Sd Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Max Fd/Bd Burst Sz [c/s]/ [c/s]	QoS Class	Test mit FTZ: wurde SVC aufge- baut ? (Grund: Eventta- belle)
cbr (ITU-T)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	nein MBS fehlt
cbr (ITU-T)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204,6	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	cbr	ja
cbr (ITU-T)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	ja
cbr (ITU-T)	23674	0	--	ja	329532	23674/ 23674	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	nein F-/B- SCR=0
cbr (ITU-T)	23674	0	1	ja	329532	23675/ 23675	23674,1	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (ITU-T)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	nein MBS fehlt
vbr-high (ITU-T)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr high	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	ja
vbr-high (ITU-T)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high	nein F-/B- SCR=0
vbr-med (ITU-T)	23674	14204	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein MBS fehlt
vbr-med (ITU-T)	23674	14204	1	ja	339002	14205/ 14205	14204,6	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr med	ja

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

vbr-med (ITU-T)	23674	--	1	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	ja
vbr-med (ITU-T)	23674	0	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein F-/B- SCR=0
vbr-med (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674,2	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr med	nein F-/B- SCR=0
vbr-low (ITU-T)	23674	14204	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	nein MBS fehlt
vbr-low (ITU-T)	23674	14204	1	ja	353207	0/0	14204,9	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr low	ja
vbr-low (ITU-T)	23674	--	1	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	ja
vbr-low (ITU-T)	23674	0	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	nein F-/B- SCR=0
vbr-low (ITU-T)	23674	0	1	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	nein F-/B- SCR=0
cbr (net- work stand- ard)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	nein MBS fehlt
cbr (net- work stand- ard)	23674	14204	1	ja	329532	23675/ 23675	14204,4	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	cbr	ja
cbr (net- work stand- ard)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	ja
cbr (net- work stand- ard)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	47,9	23674/ 23674	48/48	0/0	cbr	nein F-/B- SCR=0
cbr (net- work stand- ard)	23674	0	1	ja	329532	23675/ 23675	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	cbr	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (network standard)	23674	14204	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	nein MBS fehlt
vbr-high (network standard)	23674	--	1	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	14202/ 14204	1/1	vbr high	ja

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

vbr-high (network standard)	23674	14204	1	ja	353207	23675/ 23675	14204,5	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr high	ja
vbr-high (network standard)	23674	0	--	ja	329532	23675/ 23675	48	23674/ 23674	48/48/	0/0	vbr high	nein F-/B- SCR=0
vbr-high (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr high	nein F-/B- SCR=0
vbr-med (network standard)	23674	14204	--	ja	353158	49/49	47,9	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein MBS fehlt
vbr-med (network standard)	23674	14204	1	ja	339002	14204/ 14204	14204,4	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr med	ja
vbr-med (network standard)	23674	--	1	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein keine F- SCR
vbr-med (network standard)	23674	0	--	ja	353158	49/49	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein F-/B- SCR=0
vbr-med (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674,2	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr med	nein F-/B- SCR=0
vbr-low (network standard)	23674	14204	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr med	nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	14204	1	ja	353207	0/0	14204,9	23674/ 23674	14204/ 14204	1/1	vbr low	nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	0	1	ja	353207	0/0	23674	23674/ 23674	0/0	0/0	vbr low	nein UBR- QOS nicht erlaubt
vbr-low (network standard)	23674	0	--	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	nein UBR- QOS nicht erlaubt

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

vbr-low (network standard)	23674	--	1	ja	353207	0/0	48	23674/ 23674	48/48	0/0	vbr low	nein UBR- QOS nicht erlaubt
----------------------------------	-------	----	---	----	--------	-----	----	-----------------	-------	-----	------------	---

### Alle Tests liefern die folgenden Ergebnisse:

- Die UPC-Funktion agiert genau wie bei den PVCs:  
Die UPC-Funktion kann nur bestimmte Raten überprüfen (Granularität des Switches). Baut man einen SVC mit einer Zellrate  $Z$  auf, die der Switch nicht exakt realisieren kann, so nimmt der Switch stets den *nächsthöheren* realisierbaren Wert  $Y$ . D.h. der Switch erlaubt dem SVC dann Daten mit einer Rate von bis zu  $Y$  c/s und nicht nur bis zu  $Z$  c/s zu versenden. Dennoch reserviert er nur Bandbreite für den Wert  $Z$ .
- Bemerkenswert ist, daß jeweils 1 Zelle mehr von der Gesamtbandbreite abgezogen wird, als durch die SETUP Message angefordert wurde. Warum dies so ist, muß noch geklärt werden.  
Leider kann man mit dem Monitor den Einfluß der Burst Size nicht messen. Hierzu müßte man einen Verkehr erzeugen können, der genau die PCR, SCR und die Burst Size einhält. Solche Verkehrscharakteristiken sind beim Monitor leider nicht einstellbar.
- Bei *vbr-low* und *best effort* wird nie Bandbreite reserviert.
- Ist  $SCR=0$  und  $MBS \geq 1$  gesetzt oder beide Werte sind nicht angegeben, wird im Switch keine Bandbreite reserviert (außer bei *cbr*).
- Ist nur entweder MBS oder SCR angegeben, so wird immer ein SVC aufgebaut, der nur 48 c/s durchläßt
- In manchen Fällen zeigen die Parameter *SVC MAX SAP Rate*, *Total bandwidth scr-pcr* und *current-link usage* unterschiedliche Werte an, was bei nur einem aufgebauten SVC eigentlich nicht sein sollte (z.B. *vbr-high* mit  $SCR=MBS=0$ ).
- Bei CBR wird nur dann ein SVC aufgebaut, der mit PCR senden kann, wenn nur der Parameter PCR in der SETUP-Message angegeben ist oder wenn PCR, SCR und MBS angegeben sind, wobei  $SCR=0$  und  $MBS \geq 1$  sein müssen.
- Alle "hell" schraffierten Felder stellen diejenigen Fälle dar, bei denen "ungewollt" *keine* Bandbreite reserviert wird, Verkehr aber dennoch bis zu einem bestimmten Grenzwert durchkommt. SVCs mit diesen Parametern sollten mittels der Routingtabelle abgewiesen werden.  
Bei den "dunkel" schraffierten Feldern wurde stets eine Bandbreite von 48 c reserviert. Zellen, bei denen das CLP-Bit nicht gesetzt ist (also auf Null steht), werden bei einer Senderate, die größer als 48 c/s beträgt, verworfen. Zellen mit gesetztem CLP-Bit können jedoch mit einer Rate bis zur *peak-cell rate* versendet werden. Da nur Zellen mit gesetztem

## **SVC-Pilot**

### **Abschlußbericht ausführliche Fassung**

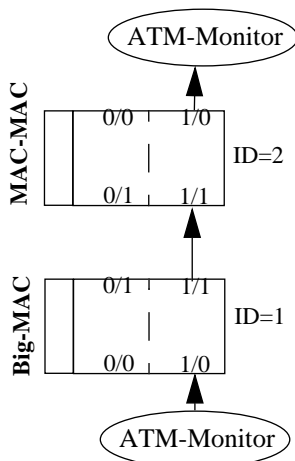
---

CLP-Bit (was dem *UBR*-Verkehr entspricht) mit einer höheren Rate als der reservierten Bandbreite versendet werden können, hat dies keine negativen Auswirkungen auf den restlichen Verkehr (Zellen mit gesetztem CLP-Bit werden bei einem Verkehrsstau immer zuerst verworfen).

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

Der folgende Test soll die Auswirkung der SVCs bei unterschiedlichen Werten für Forward und Backward Rate aufzeigen.



### Senderichtung "forward":

Monitor -- Slot 1/0 Big-MAC--

Slot 1 Link 1 Big-MAC --

Slot 1 Link 1 MAC-MAC --

Slot 1 Link 0 MAC-MAC -- Monitor

	PCR (clp= 0+1) im SETU P fw/bw [c/s]	SCR (clp= 0+1) im SETU P fw/bw [c/s]	MBS (clp= 0+1) im SETU P fw/bw [c/s]	Auf- bau des VCs ?	CAC bw scr- pcr/ curre nt link usage [c/s]/ [c/s] Slot 1/ 0 Big- MAC	CAC bw scr- pcr/ curre nt link usage [c/s]/ [c/s] Slot 1/ 1 Big- MAC	CAC bw scr- pcr/ curre nt link usage [c/s]/ [c/s] Slot 1/ 1 MAC- MAC	CAC bw scr- pcr/ curre nt link usage [c/s]/ [c/s] Slot 1/ 0 MAC- MAC	erziel- ter Durch- satz (fw/bw) [c]/[c]	Pk Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Sd Fd/ Bd Rate [c/s]/ [c/s]	Max Fd/ Bd Burst Sz [c/s]/ [c/s]	QoS Class
cbr (ITU-T)	2000 / 1000	-/-	-/-	ja	1001/ 1001	2001/ 2001	1001/ 1001	2001/ 2001	2007/ 1003	2000 / 1000	0/0	0/0	cbr
vbr-high (ITU-T)	2000 / 1000	500 / 100	1/1	ja	1001/ 1001	2001/ 2001	1001/ 1001	2001/ 2001	500/100	2000 / 1000	500 / 100	1/1	vbr- high
vbr-med (ITU-T)	2000 / 1000	500 / 100	1/1	ja	101/ 101	501/ 501	101/ 101	501/ 501	500/100	2000 / 1000	500 / 100	1/1	vbr med
vbr-med (ITU-T)	2000 / 1000	-/-	-/-	ja	0/0	0/0	0/0	0/0	2006 / 1003	2000 / 1000	0/0	0/0	vbr med
vbr-low (ITU-T)	2000 / 1000	500 / 100	1/1	ja	0/0	0/0	0/0	0/0	500/100	2000 / 1000	500 / 100	1/1	vbr low

### Ergebnis:

Die Forward Rate wird immer an allen Ausgangs-Interfaces (in "forward" Richtung) der Switches reserviert, die Backward Rate an allen Eingangs-Interfaces (in "forward" Richtung). Somit wird stets nur soviel Bandbreite reserviert, wie man in die jeweilige Richtung für den Verkehr auch benötigt.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

Um Überbuchung zu verhindern, dürfen/ sollten folgende SVC-Typen nicht erlaubt werden:

1. *best-effort* (ITU-T)
2. a) *vbr-low* ITU-T  
b) *vbr-low* network standard
3. *vbr-high, vbr-med* (ITU-T; network standard)
  - a) SCR und MBS fehlen oder
  - b) SCR=0 und MBS vorhanden  
-> hier wird keine Bandbreite reserviert!  
-> dennoch: Senden bis PCR erlaubt  
“hellgrau schraffierte Felder”
4. *vbr-med* (ITU-T, network standard) mit:
  - a) SCR vorhanden, MBS fehlt oder
  - b) SCR fehlt, MBS vorhanden  
-> hier werden unabh. von der PCR stets nur 48 c Bandbreite resrviiert  
-> Zellen mit CLP=0: werden bei einer höheren Senderate als 48c verworfen  
-> Zellen mit CLP=1: können bis zur PCR gesendet werden  
“dunkelgrau schraffierte Felder”
5. Da der Switch das Policing nur auf die nächst höhere Granularitätsstufe einstellen kann, er aber dennoch nur die gewünschte Bandbreite in der SETUP Message reserviert, kann der Benutzer demzufolge mit einer höheren Rate als der reservierten Bandbreite senden.

Mit Hilfe der folgenden Routingtabelle kann man SVCs vom Typ 1, 2b und 3b verbieten.

*Vbr-low* (ITU-T) SVCs (Typ 2a) lassen sich leider mit den verfügbaren Kommandos für die GDC Routingtabelle nicht verhindern. Da bei diesen SVCs jedoch stets das CLP Bit auf 1 gesetzt ist, wird dieser Verkehr mit niedriger Priorität behandelt und somit, im Falle eines Verkehrsstaus, zuerst verworfen.

SVCs vom Typ 4 werden mit der folgenden Tabelle nur teilweise abgelehnt. Die Kommandosprache der Routingtabelle erlaubt es jedoch, alle SVCs abzulehnen, bei denen nur einer der beiden Parameter (SCR oder MBS) vorhanden ist. Dies sollte noch vor dem Einsatz von SVCs im B-WiN geändert werden.

SVCs, bei denen sowohl keine SCR als auch keine MBS vorhanden sind (Typ 3a) lassen sich nur für SVCs vom Typ network standard verbieten<sup>1</sup>. Die anderen kann man nicht verbieten, außer, man würde alle cbr-SVCs (ITU-T und network standard) oder alle SVCs vom Typ ITU-T vollkommen abweisen. Dies ist auf die geringe Kommandoauswahl der Routingtabelle zurückzuführen. Diese Kommandosprache läßt nicht zu, daß man unterschiedliche QoS-Klasse vom Typ ITU-T (mit Ausnahme von *best-effort*) voneinander unterscheiden kann.

Das Granularitäts-/Policing Problem (siehe S. 19) kann ebenfalls nicht verhindert werden. Selbst wenn man mit der Routingtabelle SETUPS nur mit Bandbreitenwerten aus dem Granularitätsbereich erlauben würde (das leider mit der Kommandosprache der Routingtabelle nicht machbar ist, da die Feldlänge für die einstellbaren Senderaten unbekannt ist), würde man zwar dieses Problem umgehen, hätte aber folgende Nachteile: Zum einen würde sich die Länge der Routingtabelle und damit die SVC-Aufbauzeit zu stark erhöhen, zum anderen hätten die Anwendungen Probleme, da sie im allgemeinen beliebige SVC Raten anfordern möchten und sich

---

1. Bem.: Mit der folgenden Tabelle werden SVCs vom Typ *vbr-high* (network standard) mit MBS und SCR fehlen noch nicht abgewiesen.

## **SVC-Pilot**

### **Abschlußbericht ausführliche Fassung**

---

nicht auf diejenigen aus dem Granularitätsbereich beschränken lassen wollen. Besser wäre es, wenn GDC sein Bandbreitenreservierungskonzept ändern würde. Anstelle der in der SETUP-Message angeforderten Senderate zu reservieren, wäre es besser, wenn der nächst höhere Granularitätswert reserviert würde.

### kss-erl2: Slot 2 SYS Select Routing Table Entry

1 'Ueberpruefung der eigenen Rufnummer  
2 SG,!L"\*",I"39276f31000111000011110000,NPNSAP,NTU,SCUVP,PRA"  
3 SG,!L"39276f31000111000011110000",C"Falsche Calling-Number"  
4 'Einschraenkung von Leistungsmerkmalen  
5 SC,L"\*BE\*",C"kein best-effort moeglich"  
6 SQL,L"F4",C"UBR-QoS nicht erlaubt"  
7 SC,L"\*S?0\*",C"F-/B-SCR=0"  
8 SQL,L"?3",SC,!L"\*FS?\*",C"keine F-SCR"  
9 SQL,L"?3",SC,!L"\*BS?\*",C"keine B-SCR"  
10 SC,L"\*BSL\*",JBS-L  
11 SC,L"\*BSH\*",JBS-H  
12 JBeginn\_des\_Zielroutings  
13 :BS-L  
14 SC,!L"\*BBL\*",C"MBS fehlt"  
15 SC,!L"\*FBL\*",C"MBS fehlt"  
16 SC,L"\*FBH\*",C"SCR=L/MBS=H falsch"  
17 JBeginn\_des\_Zielroutings  
18 :BS-H  
19 SC,!L"\*BBH\*",C"MBS fehlt"  
20 SC,!L"\*FBH\*",C"MBS fehlt"  
21 SC,L"\*BBL\*",C"SCR=H/MBS=L falsch"  
22 :Beginn\_des\_Zielroutings  
23 SD,L"39276F310001??0000",JBWiN  
24 C"keinNetz"  
25 :BWiN  
26 SD,F12,L"11",JBY  
27 SD,F12,L"12",JBerlin  
28 SD,F12,L"16",JHessen  
29 SD,F12,L"19",JNRW  
30 C"kein RI"  
31 :BY  
32 SD,F18,L"1111",SB,I"1310200",H  
33 C"kein RD BY"  
34 :Berlin  
35 SD,F18,L"1111",SB,I"0430100",H  
36 C"kein RD Berlin"  
37 :Hessen  
38 SD,F18,L"1111",SB,I"1000200",H  
39 C"kein RD Hessen"  
40 :NRW  
41 SD,F18,L"1111",SB,I"0650600",H

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

Die folgende Tabelle gibt an, ob die nicht erlaubte Kombination von Verkehrsparametern (s. UNI 3.1) vom Switch akzeptiert (falsches Verhalten) oder ausgelöst wird.

	Bemerkung
PCR (CLP=0), SCR (CLP=0)	SETUP-Message kann vom Monitor nicht erstellt werden: -> Fehlermeldung (wegen PCR=CLP0)
PCR (CLP=0), SCR (CLP=0), MBS(CLP=0+1)	“
PCR (CLP=0), SCR (CLP=0), MBS(CLP=0)	“
PCR (CLP=0+1), SCR (CLP=0), MBS (CLP=0+1)	kann aufgebaut werden
PCR (CLP=0+1), SCR (CLP=0+1), MBS (CLP=0)	kann aufgebaut werden
PCR (CLP=0), Best Effort	SETUP-Message kann vom Monitor nicht erstellt werden: -> Fehlermeldung (wegen PCR=CLP0)
PCR (CLP=0+1), SCR (CLP=0), Best Effort	kann aufgebaut werden
PCR (CLP=0+1),MBS (CLP=0), Best Effort	kann aufgebaut werden

## 2.11 Rerouting

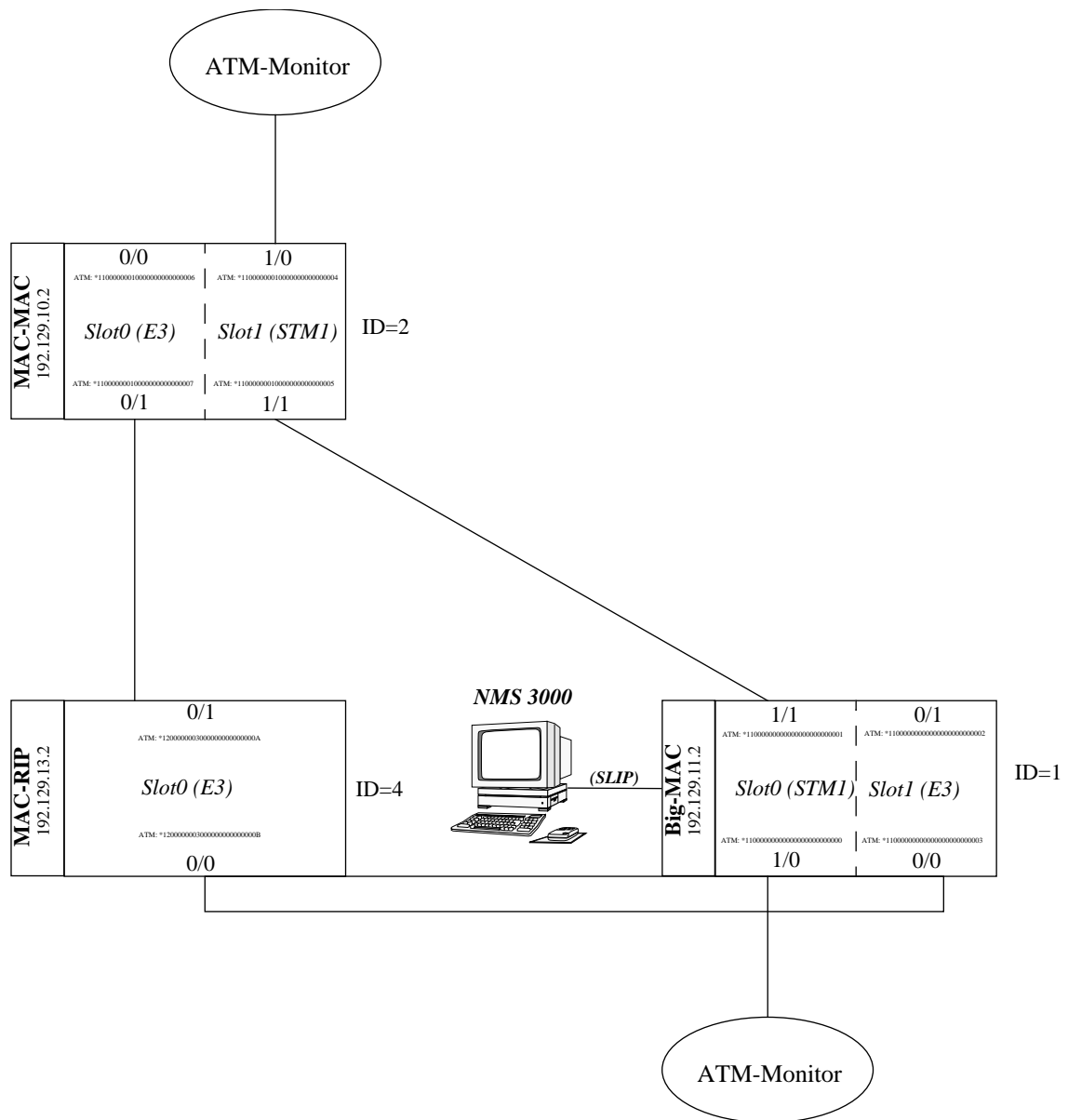
Um zu überprüfen, ob die Switches in der Lage sind, defekte Verbindungen zu erkennen und

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

SVCs zu rerouten, wurde folgende Topologie verwendet:



Zuerst wurden SVCs zwischen den Switches Big-MAC und MAC-MAC aufgebaut, indem der kürzeste Weg gewählt wurde: die direkte Verbindung zwischen Big-MAC und MAC-MAC jeweils über den Slot1/1.

Trennt man allerdings diese Verbindung (beispielsweise durch Ziehen des Kabels), kann man auf dem Switch MAC-RIP erkennen, daß dann ein SVC vom Big-MAC zum MAC-MAC über ihn aufgebaut wird. Schaut man sich gleichzeitig auf dem Big-MAC die Routingtabellen an (die Datei *dlt.bin*), ist für den direkten Weg zwischen den beiden Switches vermerkt, daß dieser Weg

gestört ist und der Ersatzweg aus der Routingtabelle gewählt werden muß.

Zu Beginn des Tests sieht die *dtl.bin*-Tabelle auf dem Big-MAC so aus:

0202 (dest node: 2, num DTLs: 2)

1) 03 011100

2) 06 010000 040100

Nach dem Abziehen des Verbindungskabels zwischen Big-MAC und MAC-MAC so:

0202 (dest node: 2, num DTLs: 2)

1) 03 011100 \*\*

2) 06 010000 040100

Zu erkennen ist, daß der erste Eintrag in der Tabelle mit zwei \* versehen ist, zur Kennzeichnung, daß dieser Weg nicht mehr zu verwenden ist.

Interessant ist auch, daß das Overlay Protokoll zwischen den Switches dynamisch auf Leitungsausfälle reagiert

## 2.12 Point-to-Multipoint SVCs/PVCs

Im Bezug auf point-to-multipoint PVCs wurden im Labor zwei Fehler festgestellt. Bei unidirektionalen point-to-multipoint PVCs wird nicht die forward-Rate von der verwalteten Maximalbandbreite im Switch abgezogen, sondern die backward-Rate.

Bei bidirektionalen point-to-multipoint PVCs werden sowohl die forward als auch die backward-Rate am selben Interface (Ausgangsinterface) abgezogen. Zur Erinnerung: Bei point-to-point PVCs/SVCs wird die forward-Rate stets an allen Ausgangsinterfaces abgezogen und die backward-Rate an allen Eingangs-Interfaces. Um die zur Verfügung stehende Maximalbandbreite richtig zu verwalten, ist es daher notwendig, daß das genannte Reservierungs-Konzept bei point-to-point PVCs auch bei den point-to-multipoint PVCs eingehalten wird.

Außerdem beeinflussen point-to-multipoint VCs alle Links eines Slotcontrollers, auf denen an irgend einem Links ein point-to-multipoint VC geschaltet ist. Endet ein Point-to-multipoint VC der Bandbreite x Mbit/s z.B. am Slot 0 Link 0 und ist keiner am Slot 0 Link 1, so ist am Interface Slot 0 Link 1 dennoch um 130 % bis 140 % von x Mbit/s weniger Verkehr möglich. Es wird jedoch keine Bandbreite am Slot 0 Link 1 dafür abgezogen. Dieser Fehler tritt nur bei STM1 Interfaces auf, nicht bei E3.

## 3. Tests über das B-WiN

### 3.1 Langzeittests

#### 3.1.1 1.Test

Am 23.10.97 wurden 2 SVCs der Klasse *vbr-med network standard* von Erlangen zum FTZ aufgebaut. Die PCR wurde gleich der SCR auf 11748 c/s (~4.98Mbit/s), die MBS auf 1 c in der SETUP Message gesetzt. Das FTZ sendete über den einen SVC, Erlangen über den anderen mit einer Senderate von 4.9 Mbit/s. Auf der entsprechenden Gegenstelle wurden die Zellen empfangen und auf Bitfehler hin untersucht (PRBS23 Methode). Der Test dauerte von ca. 23.10.97 17:00:00 Uhr bis ca. 24.10.97 12:00:00 Uhr.

#### Ergebnis:

SVC: FTZ sendet, Erlangen empfängt: hier traten am 24.10.97 um 07:51:36 Uhr 2 Bitfehler auf, aber keine Zellverluste.

SVC: Erlangen sendet, FTZ empfängt: hier gab es 2 Zellverluste am 24.10.97 um 10:50:00 Uhr. Auch die 4 QoS-WS im B-WiN konnten keine weiteren Zellverluste feststellen.

#### 3.1.2 2. Test

Vom 24.10.97 wurde ein Test über das Wochenende gestartet. Testbeginn: war 12:26 Uhr; Testende: 27.10.97 xx:xx Uhr. Es wurden wieder 2 SVCs der Klasse *vbr-med network standard* von Erlangen zum FTZ aufgebaut. Die PCR wurde gleich der SCR auf 11748 c/s (~4.98Mbit/s), die MBS auf 1 c in der SETUP Message gesetzt. Nun sendeten sowohl das FTZ als auch Erlangen über beide SVCs mit einer Rate von jeweils 4.9 Mbit/s. Jeder der beiden Partner horchte auf einen der beiden SVCs. Somit wurde nun über die SVCs mit einer Gesamtrate von 9.8 Mbit/s duplex gesendet.

#### Ergebnis:

In der Richtung Darmstadt -> Erlangen traten nur ein paar vereinzelte Zellverluste auf. In umgekehrter Richtung kam es zu *sehr vielen* Zellverlusten.

#### 3.1.3 Problemanalyse

Am 28.10.97 wurde dieses Problem nun genauer analysiert:

Wir bauten einen SVC vom Typ *vbr-low* ITU-T auf mit PCR=SCR=25000c/s (10.6 Mbit/s); MBS=200c und sendeten von Erlangen nach Darmstadt mit einer Rate von 9.8 Mbit/s.

Es wurden alle Ausgangspuffer auf dem Weg zwischen Erlangen und Darmstadt untersucht.

Am ZSS-Leipzig stieg der Puffer an auf einen Wert bis zu über 500c. Die anderen Puffer hatten höchsten einen Wert von 1c. Die Puffergröße für niederpriorien Verkehr beträgt nur etwas über 500c. Da dieser auf über 500 anstieg, kam es zu Zellverlusten.

### Ursache:

Es wurde festgestellt, daß der Dummy-Verkehr (für das simulierte Traffic Shaping) des ZSS-Leipzig in Richtung Berlin zu hoch eingestellt war. Nachdem dies behoben wurde, reduzierten sich die Zellverluste erheblich aber zum völligen Stillstand kam es nicht. Der Puffer am ZSS-Leipzig stieg jedoch nicht mehr an. Er hatte nun auch einen Wert zwischen 0 und 1.

Schließlich stellte sich heraus, daß die verbleibenden Zellverluste auf eine defekte Baugruppe im CC Leipzig zurückzuführen waren. Nachdem diese ausgetauscht wurde, verschwanden die Zellverluste.

## 3.2 Überbuchung mit UBR-Verkehr

Um die Auswirkungen von *UBR*-Verkehr im B-WiN zu testen, wurden folgende Tests durchgeführt: Für den SVC-Piloten standen insgesamt 10 Mbit an Bandbreite zur Verfügung. Diese wurden mit einem *vbr-med* SVC vollständig belegt. Zusätzlich wurde ein *UBR*-SVC ebenfalls der Größe 10 Mb aufgebaut. Über beide VCs wurde Verkehr in duplex-Richtung mit den ATM-Testern erzeugt und gesendet. Außerdem horchten die beiden ATM-Tester auf beide VCs, und beobachten somit aufgetretene Zellverluste und den aktuellen Durchsatz.

### Auswirkungen:

Zunächst traten auch beim *vbr-med* SVC Zellverluste auf. Nach genauer Analyse stellte sich heraus, daß die Zellen an den Cross-Connects (vor allem am Cross-Connect in Frankfurt) aufgrund der UPC-Funktion verworfen wurden. Folglich funktionierte das simulierte Traffic-Shaping mit dem Dummyverkehr nicht richtig. Nachdem der Dummyverkehr auf allen Leitungsabschnitten zwischen Erlangen und Darmstadt um 500 c/s erhöht wurde, verschwanden die Zellverluste.

Beim *ubr*-SVC kam es - wie erwartet - zum Zellverlust. Während auf dem Weg von Erlangen nach Darmstadt nur wenige Zellen verloren gingen (d.h. der Durchsatz lag bei fast 10 Mbit/s), kam es in entgegengesetzter Richtung jedoch zum sehr starken Zellverlust, so daß hier nur ein Durchsatz von ca 5 Mbit/s erzielt wurde.

Weiterhin stellten wir fest, daß sich die Outgoing-Puffer der GDC-Switche im Backbone auf der *gesamten* Strecke zwischen Erlangen und Darmstadt ständig einwenig füllten (zwischen 0 und 50 Einträgen). Am ZSS-Frankfurt (in Richtung Berlin) war der Puffer jedoch stets mit über 500 Zellen gefüllt. Da die Grenze des Puffers für den *ubr*-Verkehr bei 511 Zellen liegt, kam es vor allem hier zum Zellverlust. Der Zellverlust in Frankfurt läßt sich mit dem starken Verkehrsaufkommen von Frankfurt (USA-Anschluß) in Richtung Berlin begründen.

Da sich die Outgoing-Puffer der GDCs etwas füllten, kam es in dieser Zeit zu erhöhten Delaywerten für den *vbr-med* Verkehr und somit für den IP-Dienst.

### Ergebnis:

Überbuchung mit *ubr*-Verkehr beeinflusst den *vbr-med* Verkehr nur durch die erhöhten Delaywerte. Der worst-case würde dann eintreten, wenn alle Outgoing-Puffer der Switche bis zum Grenzwert (also bei 511 Zellen) gefüllt wären.

Ist das Verkehrsaufkommen aufgrund der Überbuchung zu hoch, verwirft der Switch ordnungs-

gemäß zuerst den *ubr*-Verkehr und nicht den *vbr-med* Verkehr.

### 3.3 Tests mit burstartigem Verkehr

Um die Funktionsweise des simulierten Traffic-Shapings im Backbone zu testen, wurden zwischen Erlangen und Darmstadt mit burstartigen Verkehr gesendet. Hierzu wurde ein SVC mit PCR=355000 c/s, SCR=11748 c/s und MBS=129 aufgebaut. Mit dem ATM-Tester wurden ständig Bursts der Länge 128 Zellen versendet. Zusätzlich wurde wieder mit einem 10 Mbit *ubr*-SVC überbucht. Der Test lief einige Stunden. Trotz der großen Bursts kam es hier zu keinen nennenswerten Zellverlusten (nur ein paar wenige, insgesamt 8 Zellen gingen verloren.). Um die Bursts noch etwas zu vergrößern, wurden spezielle AAL5-Frames (bestehend aus 301 Zellen) erstellt und diese als Bursts ebenfalls über das Netz versendet. Auch hier traten keine nennenswerten Zellverluste auf.

(**Bemerkung:** Die Cross Connects haben nur einen Leaky Bucket Algorithmus, der die PCR und die CDVT überprüft. Die CDVT ist dabei auf 300  $\mu$ s eingestellt, d.h. die Cross Connects erlauben eigentlich keine Bursts).

### 3.4 Hängende SVCs

Im folgenden Test sollte festgestellt werden, wie der GDC-Switch auf sehr viele gleichzeitig ankommende SVC-Anfragen im B-WiN reagiert. Hierzu wurde das SVC-Streßtest-Tool des ATM-Testers verwendet, das sehr schnell hintereinander SVC auf- und wieder abbaut. Während des Tests stellte sich heraus, daß es an der Schnittstelle KSS zum empfangenden ATM-Monitor zu "hängenden" SVCs kam, d.h. an dieser Schnittstelle blieben die SVCs weiterhin bestehen, obwohl sie sonst überall im Netz abgebaut wurde.

Im Labor wurde dieser Test anschließend nachgestellt. Bei folgender Einstellung des Streßtest-Tools am ATM-Monitor kam es schließlich einmalig zu den hängenden SVCs:

10 aktive Calls; Intervall: 100 ms, d.h. 10 SVCs sollen dauerhaft aufgebaut sein, wobei diese 10 SVCs alle 100 ms stets wieder ab- und erneut aufgebaut werden sollen.

Bei diesem Labortest stellte sich heraus, daß es sowohl am Switch als auch am Monitor zu den hängenden SVCs kam. Trotz zahlreicher weiterer Versuche konnten die hängenden SVCs nicht mehr hervorgerufen werden. Auch bei einem erneuten Streßtest über das B-WiN kam es nicht wieder zu den hängenden SVCs. Laut GDC sollen solche hängenden SVCs niemals zwischen 2 benachbarten GDC-Switchen für längere Zeit bestehen können. Um hängende SVCs zu vermeiden, hat GDC einen Timer eingebaut, den sog. *Status Enquiry Poll Timer*, der explizit beim Nachbarswitch nachfragt, ob der SVC auch wirklich noch aktiv und nicht verklemmt ist.

Wenn dieser Timer richtig funktioniert (was leider nicht so ohne weiteres nachweisbar ist), können sich hängende SVCs höchstens an Interfaces am KSS zum Kunden bilden, aber niemals im Backbone.

## 4. Zusammenfassung der netzseitigen Untersuchungen

Um anhand der Test-Ergebnisse festzustellen, in wieweit die derzeit eingesetzten GDC-Switches für einen kommenden SVC-Dienst verwendet werden können, muß man die prinzipiellen Anforderungen an einen solchen Dienst betrachten.

### 4.1 Ist ein SVC-Dienst möglich?

Vom Einsatz von *UBR-SVCs* ist im derzeitigen B-WiN mit den GDC-Switches eher abzuraten. Dies läßt sich wie folgt begründen. Da die meisten *UBR*-Anwendungen derzeit IP verwenden, ist es unbedingt nötig, Early Packet Discard (EPD) oder Partial Packet Discard (PPD) zu verwenden. Beide Mechanismen existieren jedoch nicht auf den GDCs. Ohne diese Mechanismen kann es zu einem äußerst schlechten IP-Durchsatz bis hin zum Netzkollaps kommen, sobald Staus auf ATM-Ebene auftreten. Dann werden einzelne ATM-Zellen eines IP-Paketes verworfen, womit das gesamte IP-Paket nicht mehr zusammenzubauen ist. Die restlichen ATM-Zellen des kaputten IP-Paketes verweilen jedoch weiterhin im ATM-Netz, so daß es zu einem unnötigen sehr hohen Verkehrsaufkommen kommt.

Das Nichtvorhandensein vom Traffic Shaping auf den GDCs führt ebenfalls zu einem nicht annehmbaren Zustand. Traffic Shaping ist vor allem an den Zentralen Service Switches (ZSS) im Backbone - auf der Seite zu den Cross Connects (CC)- nötig. Die CC policen auf einem festen Wert. Da es bei vielen Verkehrsströmen (was beim Einsatz von SVCs der Fall sein wird) häufig zu Bursts kommen wird (bisher wird der gesamte Verkehr durch das Traffic Shaping der Zentralen Router geglättet), würden ohne Traffic Shaping sehr viele der ATM-Zellen an den CC verworfen werden. Für den Piloten simulierten wir Traffic Shaping auf den ZSS in dem zusätzlicher Dummy-Verkehr (Leitungsrate minus Rate der eingestellten UPC-Funktion am CC) mit Hilfe von CE-Boards auf den ZSS erzeugt und in Richtung CC versendet wurde. Der Dummy-Verkehr wurde mittels Multicast VCs verteilt. Dieses simulierte Traffic Shaping führte leider nicht zur vollen Zufriedenheit. Zum einen lag es daran, daß die GDCs einen Bug bei Multicast VCs haben (siehe Kapitel 2.12), zum anderen lag es am zu hohen Konfigurationsaufwand und der dadurch vergrößerten Fehlerquelle, wenn die Bandbreite der Betreibs-VCs verändert und dadurch sowohl die UPC-Funktion auf den CCs als der Dummy-Verkehr angepaßt werden mußte.

Sowohl Traffic Shaping als auch EPD oder PPD werden voraussichtlich nicht vor Ende dieses Jahres bei GDC auf den Switches implementiert sein.

Der Fehler beim Multicast (siehe Kapitel 2.12) ist ebenfalls nicht vernachlässigbar. Multicast VCs sind bei Videokonferenzen, Teleteaching etc. unerlässlich. Selbst die neue A-Serie der GDCs (derzeit ist die H-Serie im B-WiN im Einsatz) ist dieser Fehler nicht beglichen.

Weiterhin weisen die GDC Switches ein äußerst schwaches Verhalten bei Last auf, wenn sich längere Routingtabellen auf den Switches befinden (siehe Kapitel 2.7). Bei ca 200 bis 300 Routingeinträgen bricht in den meisten Fällen die Ebene 2 am Switch-Interface ab, wenn mehr als 15 SVCs gleichzeitig aufgebaut werden. Bei Telefonie über ATM sind 15 gleichzeitige Verbindungen jedoch keine Seltenheit. Da dies am etwas leistungsschwachen Prozessor im Switch

## SVC-Pilot

### Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

liegt, ist auch dieses Fehlverhalten nicht innerhalb kurzer Zeit zu lösen.

Für einen sinnvollen SVC-Dienst ist ebenfalls ein gutes Accounting-Tool nötig, das beispielsweise die VC-Laufzeit, die QoS-Klasse, die Verkehrsparameter PCR, SCR und MBS, Absender- und Zieladresse, versendete und empfangene ATM-Zellen etc. mitprotokolliert. Dieses Tool existiert jedoch derzeit bei GDC noch nicht.

Die abweichenden Features von der UNI3.1 Norm (siehe Kapitel 2.10) sind zwar nicht vertretbar, können aber vielleicht bald in einer der nächsten SW-Releases behoben werden. Deshalb werden sie derzeit als nicht so kritisch angesehen.

Das nicht korrekte Reservieren von Bandbreite (siehe Kapitel 2.10) ist ebenfalls ein sehr kritischer Fehler. Er führt immerhin dazu, daß es zu einer ungewollten Überbuchung im Netz und somit zu unerwünschten Zellverlusten kommen kann. Mit Hilfe von speziellen Sicherheitsabfragen in der Routingtabelle kann man zwar viele der Fehler eliminieren, aber nicht alle.

Die UPC-Funktion der GDCs arbeitet nicht auf den Werten PCR, SCR sondern auf den Werten PCR' und SCR' (mit  $PCR' \geq PCR$  und  $SCR' \geq SCR$ ), wobei es sich bei den letzten beiden Parametern um die Werte handelt, die der Switch wirklich verarbeiten kann (siehe Granularität des Switches, Kapitel 2.10). Bei PVCs kann man diesen Fehler umgehen, indem man stets nur Bandbreiten konfiguriert, die der Switch mit seiner UPC-Funktion auch tatsächlich verarbeiten kann. Bei SVCs fordert jeder Kunde jedoch beliebige Werte für PCR und SCR an. Somit kommt es hierbei auf jeden Fall auch zu einer ungewünschten Überbuchung.

Da es derzeit bei GDC Apex nur Interfaces bis 155 Mb/s, jedoch keine 622 Mb/s Interfaces gibt und auch nicht geben wird, ist auch hier dem B-WiN und dem Einführen von zusätzlichen neuen Diensten eine Schranke gesetzt.

Aus all diesen Gründen wird derzeit vom Einsatz eines SVC-Dienstes unter GDC-Technologie eher abgeraten.

### 5. Anwendungstests

Die bisherige Nutzung von ATM beschränkte sich auf die Nutzung von SVCs im LAN-Bereich und die Nutzung von PVCs im WAN-Bereich. Im Rahmen des ATM-SVC-Piloten bestand zum ersten Mal die Möglichkeit SVCs auch in einer WAN-Umgebung zu nutzen.

Ein ATM-SVC-Dienst bietet aus Sicht der Anwendungen zwei Hauptvorteile gegenüber dem bestehenden IP-best-Effort-Dienst und dem ATM-PVC-Dienst:

- Dienstgarantien können vereinbart werden und Anwendungen können sicher sein, daß diese während der Dauer der Verbindung eingehalten werden.
- Das Einrichten und Abbauen von Verbindungen geschieht gegenüber einem PVC-Dienst wesentlich schneller. Vor allem für kurzzeitige Anwendungen, Anwendungen mit wechselnden oder vielen Partnern und solche mit nicht vorhersagbarer Dauer wirken sich diese Vorteile aus.

Die Schnittstelle zum B-WiN SVC-Piloten (siehe Kapitel 6 für eine genauere Beschreibung) wurde mit STM-1 SDH an allen Standorten realisiert. In Berlin und Birlinghoven wurden lokale ATM-Netze über Fore-Switche (ASX-1000, ASX-200BX) - in Birlinghoven zeitweise einen LS1010 von Cisco - mit dem Piloten verbunden. In Darmstadt und Erlangen wurden GDC Apex-MAC bzw. Endgeräte direkt angeschlossen. Als Endgeräte kamen an allen vier Standorten Sun Workstations mit Fore und Sun ATM-Karten, sowie Cisco-Router zum Einsatz. Die Signalisierung erfolgte mit (public) UNI 3.1, die Adressierung mit NSAP-Adressen (DFN-Prefix). Als Verkehrsklassen standen CBR, VBR und UBR zur Verfügung. Die verfügbare (gesicherte) Bandbreite betrug ca. 25000 Zellen (10 MBit/s). UBR-Verkehr konnte auch freie Kapazitäten des IP-Dienstes nutzen.

Die im SVC-Piloten getesteten Anwendungen lassen sich in folgende Klassen gliedern:

- LAN/LAN-Kopplungen auf UBR-Basis  
Die im LAN-Bereich vorherrschende Nutzung von ATM ist die Nutzung/Einbindung bestehender IP/Ethernet/Token-Ring Netze über ATM. Kennzeichnend ist der Verzicht auf Quality-of-Service bei den ATM-Verbindungen.
- Routerkopplung mit VBR  
Cisco-Router erlauben die Nutzung von VBR. Hiermit ist es möglich, Netze zu koppeln und garantierte Bandbreiten zu erhalten.
- Quality-of-Service Erweiterungen von LANE (LANE Version 2)  
LAN Emulation Version 2 enthält eine Erweiterung für die Nutzung von Quality-of-Service. Bestehende Anwendungen auf Basis von IP können so einfach ATM Dienstgarantien nutzen.
- Benutzung von Application Programming Interfaces (APIs), welche ATM unterstützen  
Die vollständige Nutzung von ATM-Diensten ist - zumindest theoretisch - über APIs möglich. Eine API für UNIX Systeme wurde getestet.

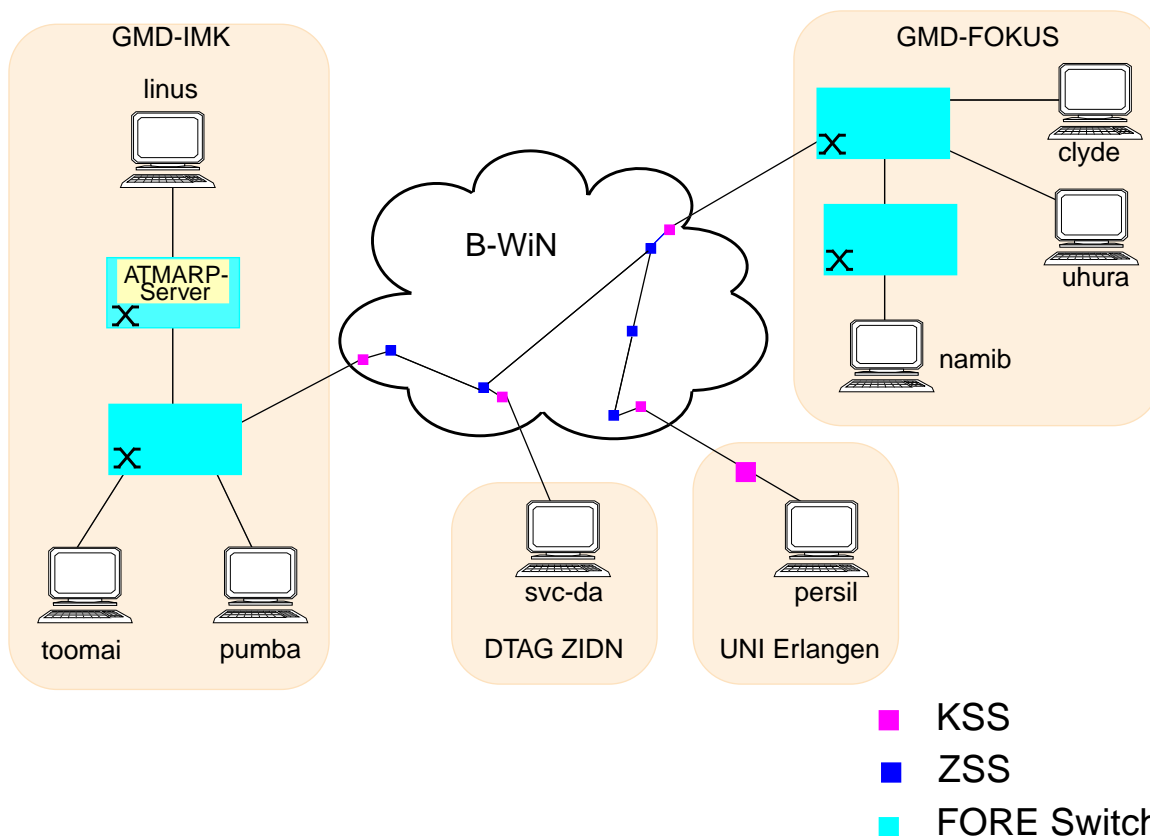
## 5.1 LAN/LAN Kopplungen mit UBR

Der Einsatz von Classical IP und LAN Emulation in LANs ist weit verbreitet. Typischerweise werden diese LANs basierend auf UNI 3.1 Signalisierung betrieben. Das Next Hop Resolution Protocol ist ein Ansatz, welcher Direktverbindungen (Shortcuts) zwischen Endsystemen an unterschiedlichen IP-Netzen ermöglicht.

Aufbauend auf unterschiedlichen Lösungen wurden mehrere IP über ATM Netze aufgebaut, um einerseits die Grundfunktionalität eines signalisierten ATM-Netzes mit einer LAN/LAN Kopplung zu testen, und andererseits zu untersuchen, inwieweit sich solche Ansätze in einer WAN-Umgebung nutzen lassen.

Im folgenden sind die Testaufbauten beschrieben. Eine Bewertung der Tests erfolgt in Kapitel 5.1.6. Die bei den Tests benutzte Hardware ist in Kapitel 7 aufgeführt. Mit verschiedenen IP Anwendungen (nfs, ftp etc) wurden Durchsatz- und Zeitmessungen durchgeführt.

### 5.1.1 Classical IP

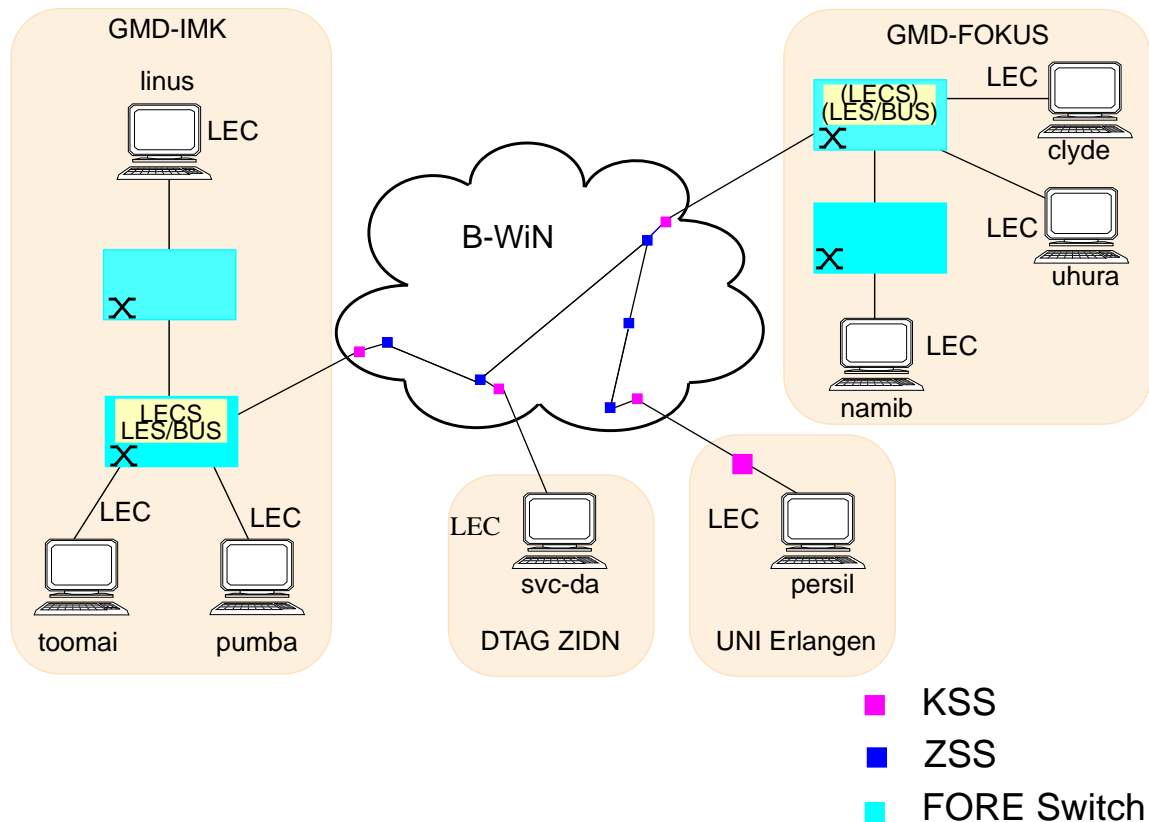


**Abb. 1.1: Classical IP Testnetz**

Ein signalisiertes Classical IP Netz hat einen zentralen Server, zu dem jeder Klient eine SVC Verbindung permanent aufrecht hält. Diese und sämtliche Datenverbindungen nutzen die Verkehrsklasse UBR und den Application Adaptation Layer (AAL) Typ 5. Standardmäßig hat die Maximum Transmission Unit (MTU) eine Größe von 9180 Bytes. Classical IP unterstützt kein Multicast und benötigt keine point-to-multipoint Verbindungen. (Siehe [ZJ97a]).

Es wurde ein Testnetz über die vier Standorte mit acht Klienten aufgebaut und ein Server in Birlinghoven auf einem Fore Switch eingerichtet.

### 5.1.2 LAN Emulation



**Abb. 1.2: LAN Emulation Testnetz**

Ein LAN Emulation Version 1 Netz beinhaltet die zentralen Komponenten LAN Emulation Configuration Server (LECS), LAN Emulation Server (LES) und Broadcast and Unknown Server (BUS). Die Klienten haben permanent SVC-Verbindungen zu den Servern; LES und BUS unterhalten je eine point-to-multipoint Verbindung zu allen Klienten für ARP-Abfragen bzw. Broadcast/Multicast Verkehr. Für alle Verbindungen wird die Verkehrsklasse UBR und AAL Typ 5 mit einer MTU von standardmäßig 1500 Bytes für Ethernet Emulation benutzt. (siehe [ZJ97a]).

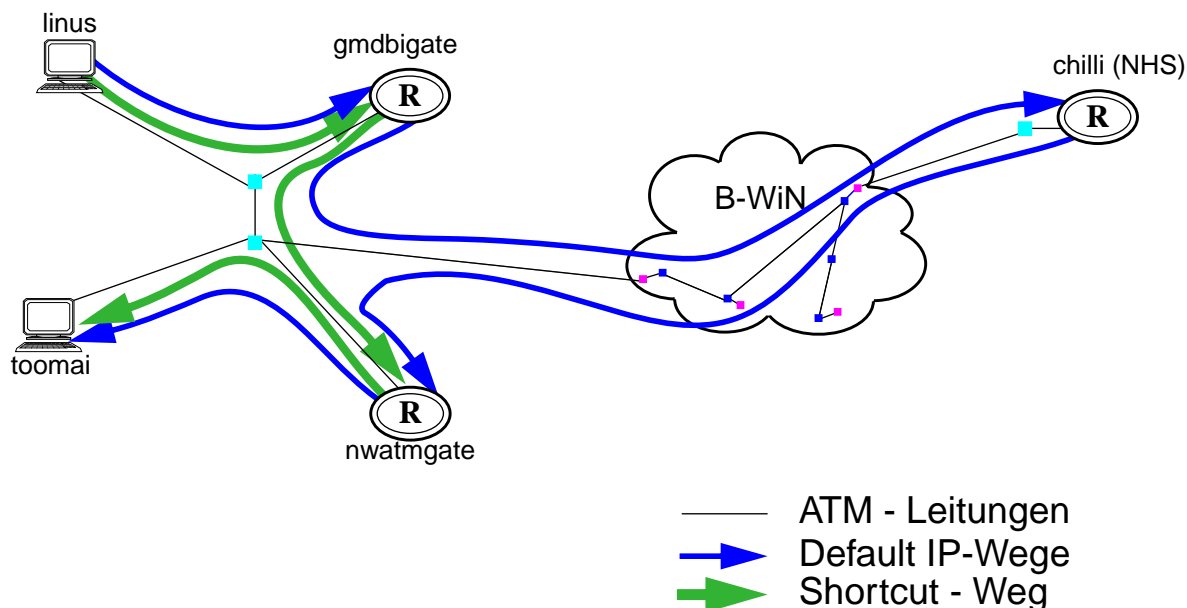
Das LAN Emulation Version 1 Testnetz wurde über die vier Standorte mit acht Klienten aufgebaut und getestet.

Fore unterstützt ab der Softwareversion FT 5.0 einige Erweiterungen zu LAN Emulation. So können verteilte Server aufgebaut werden und redundante Netze ausgelegt werden. Die Klienten registrieren sich am nächstgelegenen Server. Falls ein Server ausfällt werden die Klienten zu einem anderen Server geleitet. Es können MTUs bis über 18000 Bytes (Frame Größe 1516, 4544, 9234, oder 18190) benutzt werden. Ebenfalls unterstützt wird die Nutzung von ATM QoS wie sie in LAN Emulation Version 2 definiert ist (LappQoS siehe 5.3). Die verteilte Server-Lösung geht in Richtung LANE Version 2 (LAN Emulation Network-Network Interface

(LNNI)); sie ist aber nicht standardkonform (siehe [ZJ97a]).

Es wurde ein weiteres LAN Emulation Testnetz aufgebaut, das die Funktionalitätserweiterung nutzt. Ein zweiter LECS/LES/BUS wurde in Berlin auf einem Fore Switch eingerichtet. Die Klienten in Birlinghoven und Berlin wurden mit der neuen Software aufgerüstet. Die unveränderten Klienten in Erlangen und Darmstadt konnten in das Netz eingebunden werden, da die Software abwärtskompatibel ist. Die verteilten Server können auch von LANE v1 konformen Klienten genutzt werden. Verbindungen mit CBR konnten aber nur von den Klienten mit neuer Software aufgebaut werden. Tests zu Serverausfällen, Fail-over Mechanismus mit Wiederhochfahren des Servers und zur Nutzung verschiedener ATM Verkehrsklassen (siehe 5.3) wurden durchgeführt.

### 5.1.3 Next Hop Resolution Protocol



**Abb. 1.3: NHRP Testnetz**

Mit dem Next Hop Resolution Protocol (NHRP) können ATM-Verbindungen - sogenannte Shortcuts - über IP Netz-Grenzen hinweg zwischen zwei Klienten aufgebaut werden und dazwischenliegende Router umgangen werden. Vor allem große Netze haben durch weniger Router-Hops eine höhere Leistungsfähigkeit (siehe [ZJ97a]). Es wird AAL Typ 5 benutzt. NHRP unterstützt kein Multicast, es werden keine point-to-multipoint Verbindungen benötigt. Pakete, die vor dem Aufbau des Shortcuts eintreffen, können entweder über die Defaultroute gesendet, verworfen oder im Router gespeichert werden. Der Standard macht keine Aussagen zur Nutzung von unterschiedlichen Verkehrsklassen. NHRP ist ein wichtiger Bestandteil von Multi-Protocol Over ATM (MPOA). (Siehe [ZJ97a])

Die getestete Implementierung von Cisco (Router Software IOS 11.2) beruht auf einem älteren Internet Draft (Version 4 des Internet Drafts der NHRP Spezifikation), die deutliche Unterschiede zu den aktuellen Versionen aufweist. NHRP ist unmittelbar nach Abschluß des SVC-Piloten als RFC veröffentlicht worden (RFC 2332). Mit IOS 12.0 wird Cisco eine Implementierung basierend auf der Version 11 vorstellen, die (weitgehend?) konform zu dem RFC ist. Damit sollte die Kompatibilität zu MPOA gewährleistet sein.

Es wurde ein NHRP Testnetz bestehend aus drei Cisco Routern (Cisco 7000 und Cisco 4500 bzw. 7500) und vier IP Netzen an zwei Standorten (Birlinghoven und Berlin) aufgebaut und die Funktionalität von NHRP getestet. Das Netz wurde so konfiguriert, daß die drei Router gmdbigate, chilli und nwatmgate, die die Funktionalität des sogenannten Next Hop Servers (NHS) erfüllen, in Reihe geschaltet wurden. Daten durchlaufen, solange noch kein Shortcut besteht, auf dem Defaultweg alle drei Router in dieser Reihenfolge. Die Workstations linus und toomai unterstützen das NHRP Protokoll nicht. Bei einem Datenverkehr von linus zu toomai löst der NHS gmdbigate einen NHRP shortcut setup request aus, der über den NHS chilli zum NHS nwatmgate geroutet wird. Dieser sendet seine NSAP Adresse an den NHS gmdbigate zurück und ein Shortcut wird zwischen gmdbigate und nwatmgate eingerichtet. Das Konzept für Shortcuts von Cisco behandelt die Daten für Hin- und Rückrichtung als getrennte Flows und für die Daten in beide Richtungen werden zwei getrennte Shortcuts, d.h. zwei separate Verbindungen aufgebaut. Im Falle eines bi-direktionalen Datenverkehrs zwischen linus und toomai wird also für die Rückrichtung von nwatmgate die Einrichtung eines weiteren Shortcuts zu gmdbigate initiiert. Fließen keine Daten mehr auf einer Verbindung, wird sie nach einem konfigurierbaren Time-out abgebaut. Die Implementierung von Cisco unterstützt nur UBR Verbindungen.

### 5.1.4 UBR Durchsatzmessungen

Die oben beschriebenen LAN/LAN Kopplungsverfahren setzen auf der Verkehrsklasse UBR auf. UBR Verbindungen können freie Kapazitäten im Netz nutzen. Tritt an einem Port Überlast auf und können die Zellen nicht vollständig gepuffert werden, muß der Switch UBR Zellen verwerfen.

Ein IP Paket wird in einer AAL5 PDU übertragen. Die Größe dieser Pakete ist variabel (MTU Größe, Datenmenge, Anwendung etc). Bei einer einzigen verworfenen Zelle wird das gesamte zugehörige IP Paket zerstört, da die unvollständige Restinformation in der PDU nutzlos geworden ist. Wenn viele ATM Zellen zufällig verworfen werden, werden viele IP Pakete zerstört. Es sollte vermieden werden, die unvollständigen IP Pakete anschließend weiterzuübertragen, da das Netz damit sinnlos belastet wird.

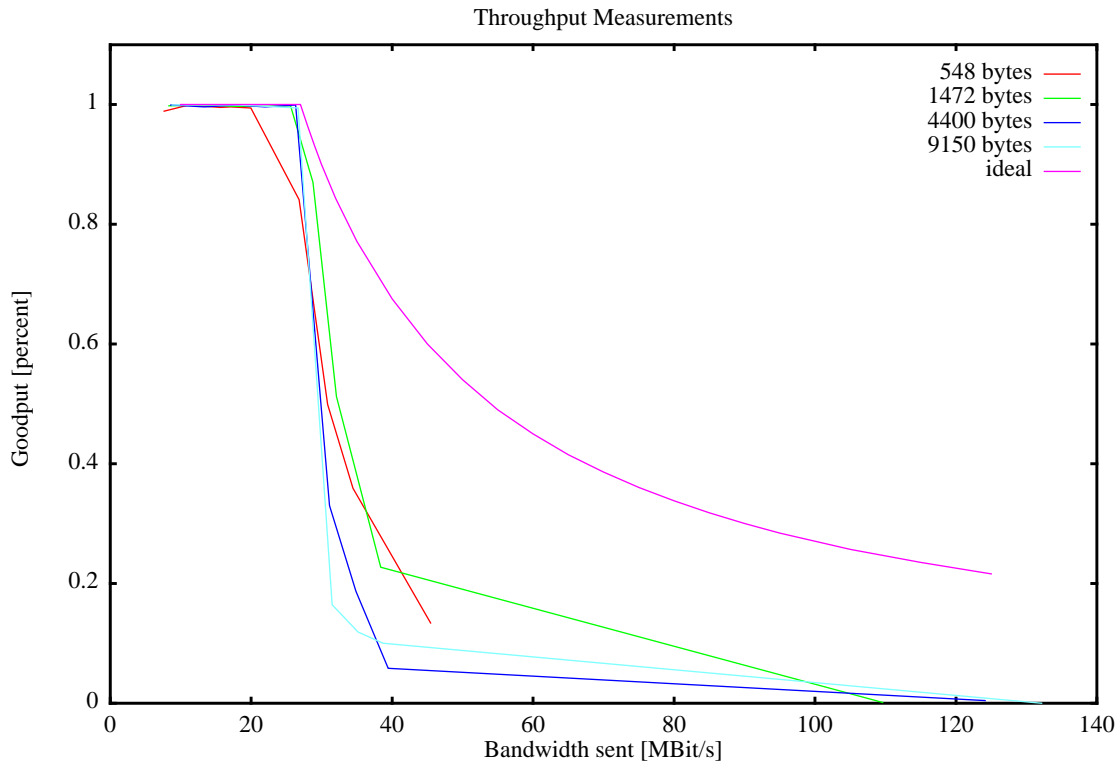
Fortschrittlichere ATM-Switche verfügen über sogenannte Packet Discarding Mechanismen für UBR, d.h. im Überlastfall wird versucht, vollständige AAL5 Pakete = IP Pakete zu verwerfen (Partial Packet Discard (PPD) beim Überlaufen des Buffers, Early Packet Discard (EPD) bei Erreichen eines Schwellwertes). Meist wird die letzte Zelle nicht verworfen, damit das empfangende System die Lastsituation erkennen kann. Überlastsituation im Netz werden durch Packet Discarding vermindert und nutzlose Daten werden gelöscht.

Bei Netzen ohne Packet Discarding kann im Fall einer permanenten Überlastsituation der Effekt auftreten, daß UBR Verbindungen von CBR/VBR Verbindungen ungenutzte Ressourcen ausnützen, diese aber hauptsächlich von unvollständigen Paketen verbraucht werden. Der sogenannte Goodput wird unverhältnismäßig niedrig. Bei einem Netz mit Packet Discarding befinden sich idealerweise überhaupt keine unvollständigen Pakete im Netz, die Ressourcen können zu 100 Prozent genutzt werden.

Die GDC Switche im B-WiN verfügen nicht über Packet Discarding Mechanismen, Zellen werden zufällig verworfen. Es wurde eine Meßreihe mit Durchsatzmessungen durchgeführt. Dabei wurden die gesendete Bandbreite und die Paketgröße variiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 1.4 dargestellt, welche das Verhältnis von empfangener Bandbreite zu gesendeter Bandbreite

(prozentualer Goodput) darstellt. Mit Goodput werden die Daten von vollständigen IP Paketen bezeichnet.

Die genauen Lastzustände im B-WiN während der Messungen waren nicht bekannt. Da das B-WiN ein reales Netz ist, muß davon ausgegangen werden, daß die Zustände von Messung zu Messung leicht variierten. Es war nicht Ziel der Meßreihe, exakte Werte zu ermitteln, sondern den Effekt anschaulich zu einem bestimmten Zeitpunkt zu demonstrieren. Genaue Simulationen finden sich z.B. in [RF95].



**Abb. 1.4: Goodput für Verschiedene Paketgrößen**

Wie zu erwarten brechen die Kurven ein, sobald die Überlastsituation auftritt und gehen schnell gegen Null. Es wird in der Abbildung 1.4 deutlich, daß der Effekt des Kollaps bei größeren Paketgrößen früher eintritt, da die Wahrscheinlichkeit daß ein Paket unversehrt bleibt, wenn Zellen verworfen werden, für große Pakete niedriger ist. In der Tabelle 2 kann man erkennen, daß der absolute empfangene Goodput bei Überlast weit unter den Wert sinkt, den man bei Messungen ohne Überlast erreicht, da selbst bei geringer Überlast sehr viele Pakete einzelne Zellverluste haben. Aus den Meßergebnissen kann rückgeschlossen werden, daß im Netz um die 27 MBit/s frei waren.

Die in der Graphik mit 'ideal' bezeichnete Kurve gibt den theoretischen Wert des Goodput bei Verwendung von EPD wieder. Es wurde davon ausgegangen, daß im Netz konstant 27 MBit/s frei sind, und diese von kompletten AAL5 PDU's vollständig genutzt werden. Die Kurve fällt wesentlich flacher ab, als die gemessenen Werte und kann bei hoher Überlast weiterhin einen konstanten Goodput von 27 MBit/s liefern. Der Goodput ist bei Verwendung von EPD unter idealen Bedingungen unabhängig von der Paketgröße.

Der IP Dienst wird von einer Überlast nicht beeinträchtigt, da für den Dienst eine nrt-VBR Verbindung mit höherer Priorität benutzt wird. Lediglich die Verzögerung steigt leicht an, da die Puffer maximal gefüllt sind.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

Fazit: Es sind freie Kapazitäten im Netz vorhanden. Diese können von UBR Verbindungen auch ohne Packet Discarding problemlos genutzt werden, wenn keine Überlast auftritt. Bei Überlast kollabiert der Durchsatz von UBR Verbindungen. Von einem UBR Dienst in einem Netz ohne Packet Discard Mechanismus wird abgeraten.

Senderate (MBit/s)									
Pktgröße (Byte)	10	15	20	25	30	35	40	45	149μ ∞
12	1.22 1.22	1.26 1.25	1.24 1.16	1.25 1.15	1.24 1.23	1.22 1.20	1.23 1.22	1.25 1.14	1.27 1.26
250	7.97 6.07	8.79 8.78	13.25 13.20	16.52 16.49	18.07 16.32	23.10 19.21	21.49 19.71	23.10 19.06	22.74 19.75
548	7.65 7.57	11.12 11.11	15.63 15.56	17.07 17.01	19.94 19.82	26.80 22.54	30.85 15.38	34.46 12.39	45.47 6.10
1472	8.34 8.32	12.93 12.92	17.68 17.63	20.76 20.70	25.58 25.52	28.76 25.02	32.11 16.44	38.37 8.72	109.6 0.13
4400	8.61 8.6	13.38 13.33	17.72 17.70	21.98 21.89	26.30 26.28	31.13 10.27	34.85 6.51	39.45 2.29	124.16 0.49
9150	8.8 8.79	13.54 13.53	17.79 17.78	22.20 22.13	26.65 26.57	31.48 5.15	35.17 4.20	38.73 3.88	132.17 0.02
18000	8.97 8.95	13.62 13.62	18.07 18.03	22.21 22.20	26.67 26.60	31.58 3.39	35.43 1.31	38.72 2.05	132.87 0.00

**Table 2: Durchsatz mit verschiedenen Paketgrößen**

### 5.1.5 Traffic Shaping

Die Switche im B-WiN stellen keine Traffic Shaping Funktionalität zur Verfügung. Es wurde untersucht, inwieweit diese Funktionalität in den User-Bereich verlagert werden kann, wenn angenommen wird, daß für einen SVC-Dienst eine feste Bandbreite für alle Verbindungen - UBR, CBR und VBR - zur Verfügung gestellt wird, die vom Nutzer nicht überschritten werden darf. Die Differenz der Gesamtbandbreite und der Bandbreite, die von CBR und VBR Verbindungen genutzt wird, sollte von UBR Verbindungen genutzt werden.

Es wurde der Fall untersucht, daß der Nutzer einen Fore ASX 200 BX oder Fore ASX 1000 an der B-WiN Schnittstelle anschließt. Eine Möglichkeit, CBR/VBR Verbindungen ungeshaped zu lassen, und UBR Verbindungen so zu shapen, daß CBR/VBR und UBR Verbindungen zusammen einen bestimmten Wert nicht überschreiten, existiert auf dem Fore Switch nicht.

Die Lösung, den gesamten SVC Verkehr am Ausgangsport zum B-WiN auf einen Wert zu shapen garantiert zwar, daß der Nutzer die Gesamtbandbreite nicht überschreitet, allerdings beeinträchtigt das Shapen von UBR Verbindungen u. U. CBR oder VBR Verbindungen. Die Verkehrscharakteristik wird verändert, es kommt zu unerwünschten Verzögerungen des CBR/

VBR Verkehrs, bis hin zu Vertragsverletzungen, so daß Zellen vom Netz verworfen werden.

Eine bessere Lösung ist hier, den CBR/VBR Verkehr und den UBR Verkehr getrennt zu behandeln. Mit dem Fore Switch ist es möglich, nur den UBR Verkehr zu shapen. Dazu muß man aber die Gesamtbandbreite für SVC Verkehr zwischen CBR/VBR Verbindungen und UBR Verbindungen fest aufteilen. Man kann so die Bandbreite nicht optimal ausnutzen, da der UBR Verkehr auf einen festen Wert geshaped wird und nicht auf die freien Kapazitäten.

### 5.1.6 Fazit LAN/LAN Kopplungen

Die LAN/LAN Kopplungen wurden als Anwendungen, die auf SVCs in einer WAN-Umgebung basieren, getestet. Untersuchungskriterien für die Modelle waren dabei ihre Funktionalität und ihre Anwendbarkeit im B-WiN. Die Ergebnisse sind im folgenden zusammengefaßt.

Verfügbarkeit von IP über ATM Modellen:

- Classical IP und LAN Emulation sind einfache und robuste IP über ATM Modelle und haben einen hohen Verbreitungsgrad. Beide Protokolle liefen bei den Tests weitgehend problemlos. Der Konfigurationsaufwand bei Classical IP und LAN Emulation ist gering.
- Die Standardisierung von NHRP wurde unmittelbar nach Ablauf der Tests abgeschlossen. NHRP ist bislang nur proprietär von Cisco verfügbar. Es gibt wenig Erfahrung mit dem Betrieb von NHRP basierten Netzen.
- Standardkonforme Implementierungen von Multi-Protocols Over ATM (MPOA) bietet z.Z. noch kein Hersteller. Proprietäre Implementierungen standen für die Tests an den Standorten nicht zur Verfügung.

Verzögerung durch Verbindungsaufbau:

- Für einen Datenaustausch müssen ATM Verbindungen zwischen den Klienten bestehen bzw. aufgebaut werden. Ein vollständiger Verbindungsaufbau im B-WiN zwischen Berlin und Sankt Augustin dauert wegen der schlechten Signalisierungsleistung der GDC Switche ca. 1.5 Sekunden. Deshalb kommt es bei Classical IP und bei NHRP zu Verzögerungen, wenn noch keine Verbindung zwischen den Klienten besteht. Dieser Effekt macht sich bei verschiedenen Anwendungen unterschiedlich störend bemerkbar.
- Bei LAN Emulation ist dieser Effekt deutlich gemindert. Daten werden, solange der Verbindungsaufbau zwischen den Klienten noch nicht abgeschlossen ist, über den BUS versendet.

Multicast/Broadcast

- Classical IP und NHRP unterstützen keinen Multicast/Broadcast Mechanismus.
- Bei LANE versendet der BUS alle anfänglichen Unicast-, die Multicast- und die Broadcast-Daten in Form eines Broadcasts an alle Klienten. Der Datendurchsatz erhöht sich dadurch im Backbone. Die Höhe ist abhängig von der Zahl der Klienten bzw. der Zahl der leafs der BUS point-to-multipoint Verbindung und ihrer Verteilung.
- Bei LANE v2 und der LANE Erweiterung von Fore werden durch den verteilten BUS mehr point-to-multipoint Verbindungen im B-WiN benötigt, da alle BUSs mit point-to-multipoint Verbindungen vermascht sind. Dadurch aber wird das Broadcast/Multicast-Verkehrsaufkommen im B-WiN reduziert, da die Broadcast/Multicast-Daten im B-WiN nur zwischen allen BUSs versendet und von dort lokal weiterverteilt werden.

Unterstützung von Verkehrsklassen:

- Die Classical IP, LAN Emulation v1 und NHRP Ansätze basieren auf UBR. Die Nutzung von UBR im B-WiN ist problematisch bei Anwendungen mit hohen Bandbreiten, da es bei Überlast wegen der fehlenden Packet Discarding Funktionalität in den GDC Switchen zum Kollaps des UBR Verkehrs kommt. Ein Einsatz von UBR Anwendungen ohne Packet Discarding Mechanismus ist nicht zu empfehlen.
- LAN Emulation v2 unterstützt die Nutzung von unterschiedlichen ATM Verkehrsklassen für IP Anwendungen. Die proprietäre LANE Version von Fore hat eine erweiterte QoS Funktion, mit der IP Anwendungen die Verkehrsklasse CBR verwenden können (LaPPQoS siehe 5.3).

### Server Funktionalität:

- Classical IP und LAN Emulation eignen sich wegen der Problematik der Single-Server nicht für große Netze.
- Die LAN Emulation Erweiterung von Fore hat durch das verteilte-Server-Konzept eine bessere Skalierbarkeit und eine bessere Ausfallsicherheit. Allerdings kann es nicht-optimale Server-Klient Zuordnungen geben, wenn ein ausgefallener Server wieder hochfährt, da es keinen Mechanismus gibt, der die Klienten wieder an den ursprünglichen Server zurückleitet.
- Bei verteilten Servern gibt es weniger permanente SVC Server Verbindungen im B-WiN, da die Klienten im Normalfall von einem lokalen Server bedient werden.
- Die erweiterte LAN Emulation Implementierung von Fore verwendet zum Lokalisieren des nächstgelegenen Servers Anycast Adressen, die dynamisch zum zuständigen Server geroutet werden. Mit der UNI Schnittstelle am B-WiN ist dies nicht realisierbar. Ein dynamisches Routing an der B-WiN Schnittstelle auf Basis von PNNI wäre hier sinnvoll.

### Funktionalität des NHRP Protokolls von Cisco:

- Das Konzept für Shortcuts von Cisco sieht eine Trennung für Hin- und Rückrichtung vor. Die Daten der Hin- und Rückrichtung werden als einzelne Flows behandelt und es werden bei bidirektionalem Verkehr zwei separate Shortcuts aufgebaut. Die Trennung der Daten für Hin- und Rückrichtung in die zwei Verbindungen funktioniert nicht immer einwandfrei.
- Bei Inkonsistenzen in den Routing Tabellen werden u.U. Shortcuts nur halbseitig in eine Richtung aufgebaut.
- Es können sich Probleme ergeben, wenn die MTU Größen in den Routern unterschiedlich konfiguriert sind.

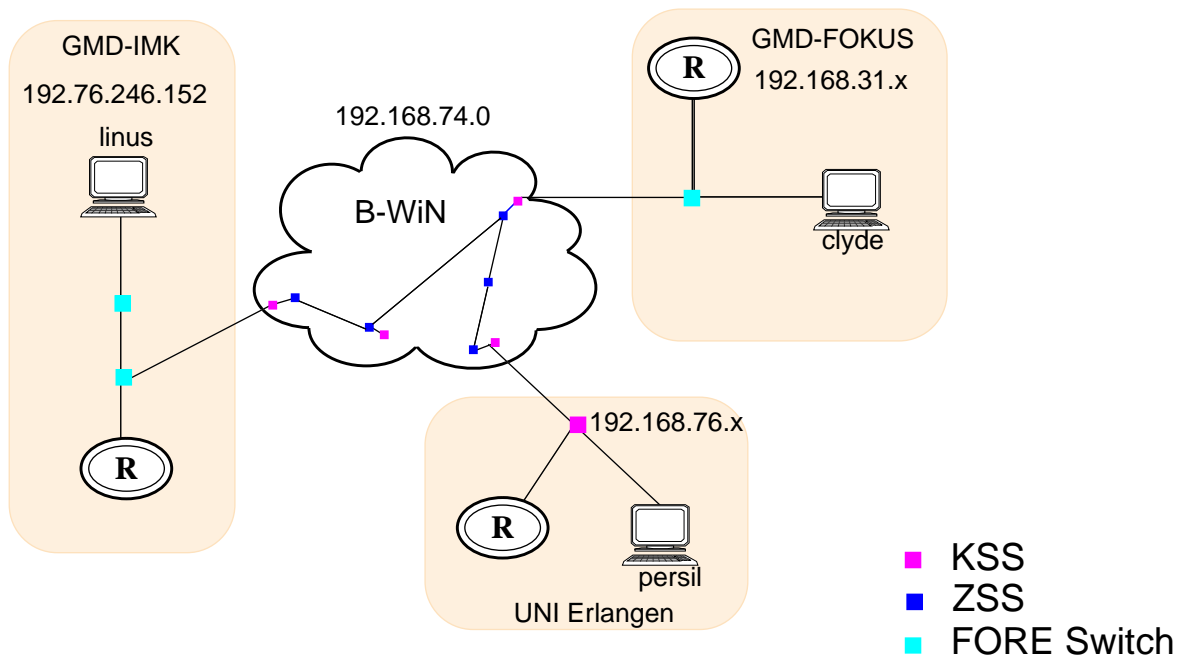
### Einsetzbarkeit

Für die Verwendung von LAN/LAN Kopplungen in einer signalisierten WAN-Umgebung wurden zwei Szenarien gefunden. Diese sind im folgenden beschrieben und für einen Einsatz im B-WiN beurteilt:

- Der IP Dienst im B-WiN basiert generell oder in Teilen auf Signalisierung. Dies würde kaum Vorteile gegenüber der Nutzung von PVCs im IP Dienst haben. Vor allem wegen des fehlenden Packet Discarding ist derzeit davon abzuraten.
- LAN/LAN Kopplungen könnten für Virtuelle Private Netze (VPN) genutzt werden, d.h. ein Kunde bildet sich über verteilte Standorte ein privates Netz. Die Nutzung von SVCs anstelle von PVCs bringt hier einige Vorteile: die Einrichtung des VPN ist dynamischer und benutzerfreundlicher. Eventuell kann Redundanz für den Ausfall von Komponenten realisiert werden. Die Klienten erzielen eine höhere Leistung, wenn sie an gemeinsamen Netzen angeschlossen sind und nicht über Router gehen müssen. Allerdings ist der Einsatz von

UBR-basierten Modellen wegen des fehlenden Packet-Discarding problematisch.

## 5.2 VBR Router Kopplung



**Abb. 1.5: Routerkopplung Testnetz**

Router mit ATM Schnittstelle sind normalerweise über permanente UBR Verbindungen gekoppelt. Wünschenswert ist in manchen Umgebungen aber, daß den Verbindungen eine bestimmte Bandbreite reserviert wird und die Router diese Senderate nicht überschreiten. Auf diese Weise können Netze gekoppelt werden, welche im WAN über garantierte Bandbreiten verfügen.

Cisco unterstützt auf den Routern 7000/7500 mit AIP Interface und auf 4500 die Nutzung von map-classes mit QoS-Parametern. Map-Classes sind statisch eingetragene IP-NSAP Adressauflösungen, denen ATM QoS zugeordnet werden, nämlich non-realtime VBR mit unterschiedlichen Werten für die Parameter PCR, SCR und MBS. Soll ein Paket zu einem Ziel weitergeleitet werden, das einen map-class Eintrag hat, wird eine VBR-Verbindung mit den angegebenen Parametern dorthin aufgebaut. Scheitert der Verbindungsaufbau, weil z.B. das Netz die Bandbreiten nicht zur Verfügung stellen kann, so wird das Paket verworfen und ein neuer Verbindungsaufbau bei eintreffenden Paketen erneut versucht.

Im SVC-Piloten wurde ein Testnetz bestehend aus drei Cisco Routern (zwei Cisco 7000 und eine Cisco 4500 bzw. Cisco 7500) und Sun Workstations, die über diese Router verbunden waren, aufgebaut. Es wurden map-classes mit unterschiedlichen Werten für PCR, SCR und MBS definiert und getestet.

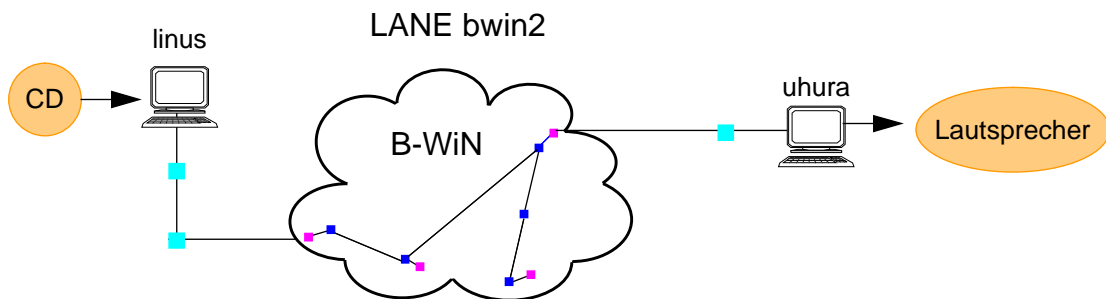
- Für Einträge  $SCR < PCR$  ergaben sich Kompatibilitätsprobleme zwischen dem Cisco Router und dem Fore ATM Switch: Der Fore Switch verwirft Zellen des Routers als non-conforming. Bei  $SCR = PCR$  erzeugte der Fore ATM-Switch zwar eine Warning („suspicious traffic contract - scr01=4717 == pcr01=4717“), aber die Verbindung wurde eingerichtet und Daten konnten problemlos ausgetauscht werden.
- In Überlastsituationen - mehr Daten kommen an, als über den SVC entsprechend den

Verbindungsparametern versendet werden durften - shapte der Router korrekt und es kommt zu Drops auf der Output-Queue des Routers.<sup>1</sup>

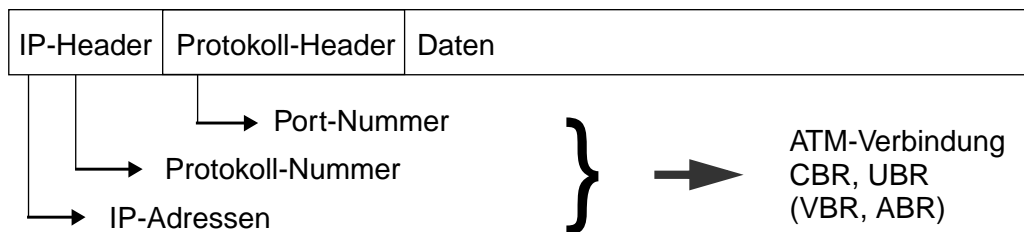
- Es werden nur acht Rate Queues unterstützt. Verbindungen, die eine Rate Queue gemeinsam nutzen, werden gemeinsam auf einen Wert geshaped.
- Durch UBR/best effort Verbindungen werden Rate Queues belegt. In lokalen Netzen treten unterschiedliche Parameter bei UBR Verbindungen auf - jeder Hersteller benutzt unterschiedliche Werte. Die Folge ist, daß in größeren heterogenen Netzen alle Rate Queues belegt sind und nicht mehr für VBR-Verbindungen genutzt werden können.
- Der administrative Aufwand ist relativ hoch, da die map-classes auf den Routern konform gehalten werden müssen.

Aufgrund der geringen Anzahl der Rate-Queues ist der Einsatz von VBR-SVCs bei Cisco Routern mit AIP Interface nicht für größere Netze geeignet. Es ist geeignet für kleinere Netze und genau abgegrenzte Anwendungen. Cisco hat inzwischen neue Hardware für die 7200/7500 Router angekündigt (Enhanced ATM Port Adapter (ATM PA-A3) auf Basis des Versatile Interface Processors 2 (VIP2); [http://www.cisco.com/warp/public/733/adap/atm/porte\\_ds.ht](http://www.cisco.com/warp/public/733/adap/atm/porte_ds.ht)), die ein per-VC Queueing und Traffic-Shaping besitzen soll.

### 5.3 LappQoS



### LAppQoS



**Abb. 1.6: LappQoS Testaufbau**

Die bisherigen Modelle (Classical IP, LAN Emulation v1) für die Nutzung von IP/Ethernet über ATM sind auf die UBR-Verkehrsklasse beschränkt. LAN-Emulation Version 2 ([AF97])

1. In extremen Überlastsituationen (Sun mit 622 MBit/s ATM-Interface sendet ca. 300-400 MBit/s zum 155 MBit/s Router-Interface) hängt sich das ATM-Interface auf. Sämtliche ATM SVC-Verbindungen werden abgebaut und es geht auch über die PVC-Verbindungen kein Verkehr mehr. Während sich das AIP Interface in Cisco 7000/7500 nach Ende der Überlastsituation wieder erholt, muß beim ATM-Interface in der 4500 ein shutdown/no shutdown durchgeführt werden.

erlaubt erstmals die Nutzung anderer Verkehrsklassen und damit von Quality of Service für Unicast-Verbindungen. Die Zuordnung von Verkehrsflüssen zu ATM-Verbindungen erfolgt lokal in den LANE Klienten. Der Standard legt einige Grundregeln fest, läßt aber einigen Spielraum für konkrete Implementierungen, insbesondere was die Zuordnung der höheren Ebenen zu den ATM-Verbindungen angeht.

Fore unterstützt ab der Softwareversion FT 5.0 eine Erweiterung von LAN Emulation namens Legacy Applications Quality of Service (LAppQoS) für Unix- und PC-Plattformen. Diese folgt den in LANEv2 angedachten Konzepten.<sup>1</sup> Fore erlaubt die Zuordnung von beliebigen IP-Verkehrsströmen (basierend auf IP-Adressen, Protokollen (z.B. TCP, UDP) und Port-Nummern; hierbei können jeweils Wildcards verwendet werden) zu ATM-Verbindungen mit UBR, CBR und VBR-Verkehrsklassen. Diverse Abstufungen sind damit für die Nutzung einer einzelnen ATM-Verbindung mit QoS möglich: der vollständige Verkehr zwischen Rechnern; alle Anwendungen eines einzelnen Protokolles wie UDP; einzelne Anwendungen. Als Default-Verkehrsklasse wird UBR (analog dem LANE v1 Standard) für alle Verbindungen benutzt. Ist der Aufbau einer Verbindung mit QoS-Parametern nicht möglich (z.B. weil das Netz die Ressourcen nicht verfügbar hat oder das Zielsystem keine solchen Verbindungen unterstützt) wird eine UBR-Verbindung aufgebaut. Auf diese Weise ist die Interoperabilität gewährleistet. Verbindungen, die andere Verkehrsklassen als UBR nutzen, können aber in der Regel nur zu Maschinen aufgebaut werden, die LAppQoS unterstützen.

Für die Tests mit LAppQoS wurde das LANE Netz bwin2 benutzt (Abbildung 1.6). Die Maschinen in Birlinghoven und Berlin waren LAppQoS fähig, die in Darmstadt und Erlangen nicht (ältere Software). Als Anwendungen wurden getestet:

- Audio-Programm: Eine Sun liest über „line-in“ einen Audio-Datenstrom ein und schickt diesen über IP zu einer weiteren Sun, wo er abgespielt wird. Das Programm verwendet IP und RTP/UDP als Transport-Protokoll. Die Kodierung erfolgt mit PCM, 16 Bit, Stereo, 44.1 KHz Sample Rate, linear (CD-Qualität; ca. 1.4 MBit/s) ohne Fehlerkorrektur. Der Empfänger verfügt über eine Kontrollausgabe, um fehlende und vertauschte Pakete feststellen zu können.
- Video: das von MBONE her bekannt vic Video-Programm, sowie das rat Audioprogramm wurden für Videokonferenzen genutzt.
- netperf: Programm für Lastmessungen mit TCP und UDP. Es wurden unterschiedliche Bandbreiten und sowohl UBR mit PCR, als auch CBR getestet.

Die getestete Konfiguration (Sun Workstations mit Fore SBA-200E Karten) weist folgende Beschränkungen auf:

- Nur die Verkehrsklassen UBR und CBR werden unterstützt. Bei UBR ist es möglich, eine Peak Cell Rate anzugeben. UBR-Verbindungen mit PCR und CBR-Verbindungen werden vom Sender auf die PCR geshaped.
- Die Shaping-Granularität beträgt ca. 500 KBit/s. Dies führt zusammen mit dem Overhead durch LANE dazu, daß mit einem Overhead von bis zu 600-700 KBit/s zu rechnen ist.
- Die Anzahl der Geshapten-Verbindungen (also UBR mit PCR und CBR) ist auf 4 beschränkt.
- Es existiert ein Head-of-Line-Blocking Problem; d.b. durch das Shaping eines Verkehrsstroms, welcher zuviele Daten sendet, werden die anderen Verkehrsströme verlangsamt. Die Folge ist, daß Anwendungen geringere Übertragungsraten erhalten, obwohl sie nur Daten

---

1. Die Frage, ob sie völlig konform zu LANE v2 ist und insbesondere, ob sie mit (zukünftigen) Implementierungen anderer Hersteller interoperabel ist, kann z.Z. nicht beantwortet werden.

gemäß ihres Verkehrskontraktes erzeugen.

Die meisten dieser Beschränkungen sind nur temporär. VBR wird bereits von anderen Adapter-Karten (Fore HE622; Tests sind geplant) unterstützt und mit ABR-Unterstützung ist in Zukunft zu rechnen; in der zweiten Jahreshälfte soll mit einem neuen Software-Release die Anzahl der Verbindungen erhöht und das Head-of-Line-Blocking Problem beseitigt werden.

Vorteile von ATM ergeben sich insbesondere bei der Nutzung des Audio-Programms. Zum Vergleich wurde es in folgenden Konfigurationen getestet:

- Verbindung über B-WiN IP-Dienst: Sowohl das Fehlen, als auch das Vertauschen von Paketen kam vor. Das Fehlen eines einzigen Paketes ist hörbar.
- Verbindung über SVC-Piloten mit UBR: Ohne Last war die Qualität gut, da ja 10 MBit/s für den SVC-Piloten verfügbar waren. Wurde UBR-Last erzeugt, war das Verhalten analog dem B-WiN IP-Dienst, bis hin zum völligen Abbruch des Programms.
- Verbindung über SVC-Piloten mit CBR: Es kam zu keinen Störungen durch UBR-Programme, die gleichzeitig genutzt wurden.

Der Vorteil von LAppQoS bzw. dem in LAN Emulation v2 definierten QoS Konzept liegt in der einfachen Nutzung von ATM-Verkehrsklassen durch IP-Anwendungen. Bestehende Anwendungen müssen nicht modifiziert werden, um ATM-Vorteile zu nutzen. Gesicherte Übertragungen sind möglich. Hierfür ist allerdings etwas administrativer Aufwand erforderlich. Die einzige auf dem Markt verfügbare Implementierung weist noch große Beschränkungen auf, die den Einsatz auf wenige (im Extremfall eine) CBR-Verbindung beschränken.

## 5.4 API Schnittstellen

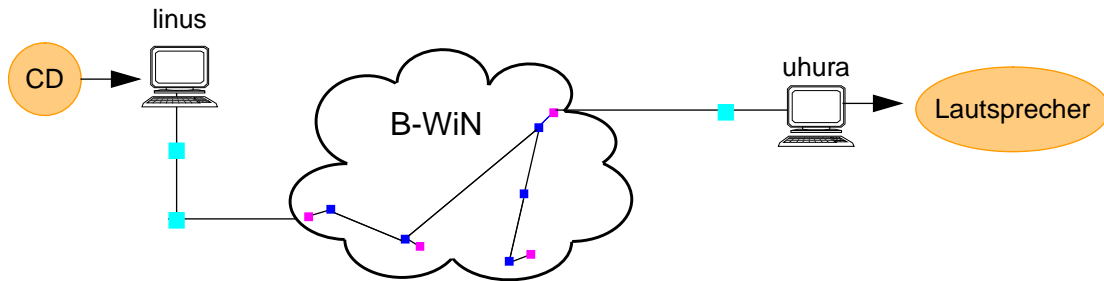
Application Programming Interfaces (APIs) erlauben die direkte Nutzung von ATM durch Anwendungen. Viele Hersteller von ATM Adapter-Karten (z.B. Fore, Sun, Efficient) haben APIs für ihre Karten verfügbar. Diese waren in der Vergangenheit proprietär und das Interesse an der Nutzung eher gering. Das ATM Forum hat sich bemüht, die Standardisierung der APIs zu fördern. In [AF96] wird definiert, welche Semantik APIs in Bezug auf ATM erfüllen müssen. [AF96] basiert auf der UNI 3.0/3.1. Eine Ergänzung in Bezug auf UNI 4.0 ist in Arbeit.

Zwei APIs wurden um ATM-Funktionalität erweitert:

- Windows Sockets 2 Application Programming Interface (Winsock2 [WS2]) für PCs mit Windows 95/NT Betriebssystemen.
- X/Open Transport Interface (XTI [XTI97]) für UNIX basierte Systeme.

Fore hat die Winsock2 ATM-Erweiterungen für PCs seit FT 4.1 realisiert. Die XTI-Schnittstelle wird ab FT 4.3 unterstützt. Ein weiterer Hersteller, Olikom unterstützt ebenfalls die Winsock2 ATM-Erweiterungen. Andere Hersteller (wie IBM, Interphase) planen die Unterstützung der APIs in zukünftigen Releases. Kommerzielle Programme, welche diese APIs nutzen, existieren zur Zeit nicht. Insbesondere im Videobereich ist aber in Zukunft mit dieser Nutzung zu rechnen. Beispiele sind PictureTel (LiveLAN; <http://www.picturetel.com/cgi-bin/highpr.pl/press67.htm:ATM>) und Microsoft (NetShow; <http://www.microsoft.com/netshow/>).

### 5.4.1 Audioprogramm über XTI



### XTI-Programmierschnittstelle

Daten	AAL5 Trailer
-------	--------------

ATM Verbindung mit UBR oder CBR, (VBR, ABR) zu NSAP Adresse

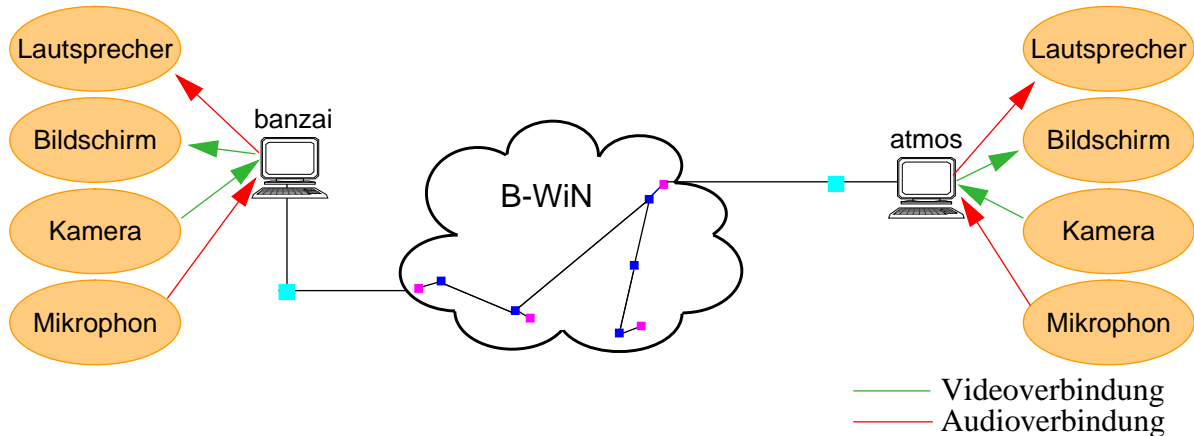
**Abb. 1.7: API Schnittstelle Testaufbau**

Das Audioprogramm (siehe LAppQoS 5.3) wurde modifiziert, so daß es statt über IP die Daten über die ATM-XTI-Schnittstelle austauscht. Die Umstellung war relativ einfach, da Fore ein Beispielprogramm zum Datenaustausch zur Verfügung stellt, das größtenteils übernommen werden konnte. Als Verkehrsklasse wurde CBR eingesetzt. Die Audiodaten und der RTP-Header wurden direkt in AAL5 Frames verpackt. Bei den Tests zwischen Berlin und Birlinghoven ergaben sich folgende Punkte:

- Es gelten die gleichen Einschränkungen wie bei LAppQoS bezüglich der unterstützten Verkehrsklassen, der Shaping-Granularität, der Anzahl der Verbindungen und des Head-of-Line-Blockings, da diese Hard- bzw. Firmware bedingt sind.
- Es wird z.Z. nur ein ungesichertes Protokoll ohne Flußkontrolle über ATM unterstützt. Für Video- und Audioanwendungen ist dies ausreichend.
- Es traten Daten-/Paketverluste zwischen Berlin und Birlinghoven auf. Ursache waren fehlende ATM-Zellen, die wegen Policing (Congestion) im Netz verworfen wurden. Ursache hierfür waren (wahrscheinlich) Abstimmungs-Probleme zwischen GDCs und Cross-Connects im B-WiN.
- Der Overhead ist geringer als bei LAppQoS. Für das Audioprogramm genügten 1500 KBits/s. Dies ist deutlich weniger als bei LAppQoS, wo ca. 2000 KBit/s benötigt wurden.
- Point-to-multipoint Verbindungen sollen zwar unterstützt werden. Sie konnten aufgrund von Softwareproblemen aber nicht getestet werden.

Durch APIs ist die direkte Nutzung von ATM-Verbindungen und damit auch Übertragungen mit QoS Garantien möglich. Die Anpassung eines Beispielprogramms von IP auf ATM konnte mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden. Die Hard-/Firmware weist Beschränkungen auf, die den Einsatz zur Zeit auf einige wenige UBR/CBR-Verbindungen beschränken.

### 5.4.2 ATM-Videokonferenztool Sylvia



### proprietäre FORE API-Programmierschnittstelle

Daten	AAL5 Trailer
-------	--------------

### ATM Verbindung mit UBR oder CBR zu NSAP Adresse

**Abb. 1.8: ATM-Videokonferenz Testaufbau**

Das Videokonferenztool Sylvia ist eine von GMD FOKUS entwickelte native ATM Anwendung. Die Videokodierung erfolgt mit JPEG. Da zu Beginn der Entwicklung (Mitte 1996) noch keine standardisierte API zur Verfügung stand, wurde die Anwendung basierend auf der proprietären Fore API und einem UNI Stack von CSELT entwickelt. Das Tool unterstützt UNI 3.0 und UNI 3.1 Signalisierung und die Nutzung von NSAP und E.164 Adressen.

Die Anwendung benötigt drei Verbindungen:

- Kontrolldaten
- Audiodaten
- Videodaten.

Auf einer Kontrollverbindung werden beim Aufsetzen der Konferenz Konfigurationsdaten ausgetauscht. Nach dem Konferenzaufbau wird die Verbindung nur noch für wenige kurze Statusmeldungen benutzt. Um keine Netzressourcen zu belegen, wird diese Verbindung sinnvollerweise mit der Verkehrsklasse UBR aufgebaut. Für besondere Anforderungen wäre aber auch CBR konfigurierbar.

Für die Audio- und Videodaten werden getrennte bidirektionale point-to-point Verbindungen mit wahlweise UBR oder CBR Verkehrsklasse benutzt. Bei der Verwendung von CBR werden die Datenströme geshaped. Bei der Verwendung von UBR werden die Datenblöcke standardmäßig burstartig gesendet. Gibt man bei UBR eine PCR an, werden die Datenströme auf diesen Wert geshaped.

- Die Bandbreite der Audiodaten liegt durchschnittlich bei ca. 300 KBit/s.
- Die Bandbreite der Videodaten variiert je nach Frame-Rate und Bildgröße durchschnittlich zwischen 1.5 und 2 MBit/s.

Die Tests wurden mit Fore SBA 200E Adapterkarten zwischen Berlin und Birlinghoven durch-

geführt. Es zeigten sich folgende Vorteile einer solchen Anwendung im B-WiN:

- Das Tool ist eine geeignete Anwendung für einen ATM-SVC-Dienst im B-WiN. Die Nutzung von SVCs statt PVCs ist sinnvoll. Die Verbindungen werden nach Bedarf dynamisch aufgebaut und werden nach Beendigung der Konferenz sofort wieder abgebaut.
- Es muß keine Bandbreite dauerhaft reserviert werden.
- Die Anwendung kann die ATM QoS optimal nutzen und man erreicht eine gute Qualität bei der Übertragung. Eine Störung durch anderen Verkehr erfolgt nicht.

Es zeigten sich aber auch einige Probleme bei der Anwendung:

- Es gelten die gleichen, bereits bei LappQoS (Abschnitt 5.3) beschriebenen Einschränkungen der Hard- und Firmware bezüglich der unterstützten Verkehrsklassen, der Shaping-Granularität, der Anzahl der Verbindungen etc.
- Die Adapterkarte hat Probleme mit dem gleichzeitigen Shapen mehrerer Verbindungen. Die Probleme konnten umgangen werden, indem auf einen ca. 20 bis 30% höheren als den idealen Wert geshaped wurde. Dies bedeutet aber auch, daß 20 bis 30% mehr Bandbreite als eigentlich nötig im Netz reserviert werden mußte.
- Da point-to-multipoint Verbindungen nicht unterstützt werden, muß jeder Teilnehmer zu jedem anderen Teilnehmer point-to-point Verbindungen aufbauen. Bei mehr als zwei Konferenzteilnehmern müssen die gleichen Daten mehrmals gesendet werden. Da die Adapterkarte Shaping nur für vier Verbindungen gleichzeitig unterstützt, ist die Anzahl der Konferenzteilnehmer bei Nutzung von geshapten Verbindungen theoretisch auf drei begrenzt. Konferenzen mit mehr als zwei Teilnehmern wurde im B-WiN nicht getestet.
- Die Anwendung setzt nicht auf eine standardisierte API auf und ist in einem Forschungsprojekt entstanden. Kommerzielle Videokonferenzwerkzeuge, welche auf standardisierten ATM APIs beruhen, sind erst in Entwicklung.

## 5.5 Fazit Anwendungen

Die bisherige Nutzung von SVCs beschränkte sich größtenteils auf den LAN-Bereich. Hauptnutzung ist dabei die Unterstützung bestehender Netzprotokolle - insbesondere IP - über ATM. Die im LAN-Bereich eingesetzten Verfahren wie Classical IP und LAN Emulation basieren alle auf der Nutzung von UBR als Verkehrsklasse. Ihr Einsatz im B-WiN hätte zwei mögliche Vorteile gegenüber dem bestehenden IP-Dienst:

- Nutzung Virtueller Privater Netze (VPN) - Organisationen, welche über mehrere Standorte verteilt sind, können private Netze nutzen. Projektpartner mehrerer Organisationen können für Projektarbeiten gemeinsame Netze einsetzen.
- Leistungssteigerung durch den Wegfall von Router-Hops - Endsysteme erzielen höhere Durchsätze, wenn sie an gemeinsamen Netzen hängen und nicht über Router gehen müssen.<sup>1</sup>

Es ist zu erwarten, daß Nutzer einen schlechteren Dienst bekommen, als sie der bestehende IP-Dienst zur Zeit liefert. Gründe hierfür sind insbesondere das bei den GDC Switchen fehlende Packet Discarding und Traffic Shaping bei UBR aber auch die Probleme mit Punkt-zu-Mehrpunktverbindungen. Die Leistungssteigerungen wirken sich zudem bei den für den SVC-

---

1. Der Unterschied liegt aber zum Teil in den Endsystemen begründet und kann durch Tuning zumindest vermindert werden.

Dienst vorgesehenen Bandbreiten (ca. 10 MBit/s für Kunden) kaum aus. Von einem Einsatz dieser Modelle beim IP-Dienst selbst (als Ersatz für die PVC Nutzung) ist aus ähnlichen Gründen derzeit abzuraten. Für einen Einsatz im WAN sind redundante bzw. verteilte Server-Konzepte wünschenswert. Zur Zeit existieren nur proprietäre Lösungen einzelner Hersteller wie Cisco und Fore; standardisierte Ansätze werden wahrscheinlich erst im nächsten Jahr verfügbar sein.

Mehrere Ansätze existieren, um Dienstegarantien, wie sie CBR, VBR und ABR liefern, zu nutzen. Von diesen wurden untersucht:

- Verwendung klassischer Protokolle (wie IP) über ATM mit Quality-of-Service Ergänzungen: Cisco VBR-Router Kopplung und Fore LANE Version 2.
- Nutzung von Programmierschnittstellen: XTI und eine proprietäre Programmierschnittstelle für Fore Adapterkarten.

Die Nützlichkeit eines ATM-Dienstes mit Dienstegarantien für Anwendungen z.B. im Audiobereich konnte aufgezeigt werden. Die jetzige Hardware in den Endsystemen (Router, PCs, Workstations) weist allerdings häufig Einschränkungen auf, die eine problemlose Nutzung von CBR/VBR-Verbindungen auf sehr wenige - bei hohen Qualitätsanforderungen eine einzige - Verbindung beschränken. ABR wird bisher höchstens von Hardware unterstützt („ABR ready“), eine Softwareunterstützung fehlt. Die Situation wird sich bessern, wenn die Hersteller zu per-VC Queueing/Shaping übergehen. Dies kann z.T. durch Firmware-Upgrades erfolgen, wird aber häufig Hardware-Austausche erfordern.

Die Nutzung von ATM SVCs für nicht-UBR Dienste wird zur Zeit nur von wenigen Herstellern unterstützt und ist nicht sehr verbreitet. Beispiele wie das Programm zur Übertragung von Audio-Daten oder die Nutzung für Videoübertragungen zeigen die Nützlichkeit von ATM-Diensten für bestimmte Anwendungsgebiete. In Zukunft wird es insbesondere im Videobereich kommerzielle Angebote geben (z.B. Microsoft, PictureTel, Siemens), welche ATM-Dienste direkt nutzen. Welche Verbreitung solche Dienste erhalten werden, ist allerdings offen.

Beispiele für weitere Nutzungsmöglichkeiten für SVCs sind:

- Nutzung von Soft Permanent Virtual Circuits (SPVCs): SPVCs erlauben es Anwendern PVC Anwendungen mit wesentlich geringerem administrativen Aufwand und ohne lange Beantragungszeiten zu nutzen. SPVCs benötigen im einfachsten Fall keinen Konfigurationsaufwand vom B-WIN-Betreiber. Das Einrichten und Abbauen kann durch die Anwender erfolgen.
- Video-(De-)Coder: zur Übertragung von Videodatenströmen hoher Qualität. Hier sind insbesondere Geräte mit MPEG-2 in Entwicklung bzw. bereits am Markt verfügbar.
- Telefonie: Feldversuche zur Nutzung von ATM-SVCs bei Telefonie haben bereits begonnen (z.B.: DFN-Projekt: Pilotprojekte zum Sprachdienst, Universität Köln)

### **Anforderungen an einen SVC-Dienst**

Zusammengefaßt ergeben sich folgende technischen Grundlagen der Anwendungen und damit Anforderungen an einen SVC-Dienst aus Sicht der Anwendungen.

Signalisierung: Die meisten Anwendungen basieren auf UNI 3.1 und NSAP Adressierung. UNI 3.0 braucht nicht unbedingt unterstützt zu werden, da in der Regel auch lokale Umsetzungen möglich sind. Die Unterstützung von UNI 4.0 sollte als Option vorhanden sein, da zur Zeit die ersten Geräte mit UNI 4.0 auf dem Markt erscheinen.

AALs: Die dominierende AAL ist AAL5. Daneben existieren einzelne Anwendungen mit

AAL1. AAL3/4 spielt keine Rolle mehr. AAL2 ist noch nicht verfügbar.

Verkehrsklassen: CBR, VBR und UBR sind verfügbar und sollten von einem Dienst unterstützt werden. UBR ist sinnvoll z.B. für kurze Kontrollmitteilungen und als Grundlage für LAN Emulation Version 2, mit der Anwender ATM-Dienstgarantien einfacher als bisher nutzen können. ABR sollte als Option verfügbar sein. Es fehlt zwar die Softwareunterstützung, aber neuere Hardware in den Endgeräten unterstützt ABR.

Routing: Das statische Routing zwischen den angeschlossenen Teilnehmern und dem B-WiN auf Basis von UNI 3.1 hat sich im allgemeinen als ausreichend erwiesen. Für folgende Anforderungen/Situationen ist es aber unzureichend:

- Anycast Adressen: Verteilte Server werden wahrscheinlich Anycast-Adressen verwenden. Damit diese richtig genutzt werden können, müßte ein dynamisches Routingprotokoll verwendet werden.
- Soft Permanent Virtual Circuits (SPVCs): SPVCs würden das Management von PVC-Anwendungen wesentlich vereinfachen. PNNI erlaubt den Einsatz von SPVCs.
- Komplexere Netztopologien z.B. in Zusammenhang mit regionalen ATM-Netzen oder den Gigabit-Testbeds: In solchen Fällen kann der Bedarf entstehen, komplexere Routingentscheidungen durchführen zu wollen.

Aus diesen Gründen wäre der Einsatz von PNNI an der Schnittstelle zum B-WiN sinnvoll. PNNI ist ein Standard und wird inzwischen von vielen Herstellern zumindest partiell unterstützt.

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

**Table 3: Nutzungsmöglichkeiten und Anforderungen**

Anwendung	AAL	Verkehrsklassen	Bandbreite	Paketgröße (Bytes)	Sonstiges
VBR-Routerkopplung	5	nrt-VBR	beliebig (bis 10 MBit/s)	bis 9180	
CIP	5	UBR	bis Leitungsbandbreite	bis 9180	PD <sup>2</sup>
LANE I	5	UBR	bis Leitungsbandbreite	bis 1500 <sup>6</sup>	p2mp <sup>1</sup> PD <sup>2</sup>
NHRP	5	UBR	bis Leitungsbandbreite	bis 9180 (variabel)	PD <sup>2</sup>
LANE v2 / LappQoS	5	UBR/CBR (VBR/ABR)	beliebig (bis 10 MBit/s)	bis 1500 <sup>6</sup> (18174 <sup>7</sup> )	PD <sup>2</sup>
XTI	5 (0, 1)	UBR, CBR (VBR, ABR)	beliebig (bis 10 MBit/s)	bis 64 KB	native ATM p2mp <sup>1</sup> PD <sup>2</sup>
Audio-Programm	5	CBR	1,5 MBit/s	8192 (variabel)	native ATM
Sylvia	5	UBR/CBR	2MBit/s <sup>3</sup> 300 KBit/s <sup>4</sup> ~ 0 KBit/s <sup>5</sup>	8192 672 ca 200	native ATM PD <sup>2</sup>

Erläuterungen:

- 1) p2mp: point-to-multipoint Verbindungen erforderlich
- 2) bei der Nutzung von UBR Verbindungen wird dringend zur Verwendung von Packet Discarding (Partial und/oder Early Packet Discard) geraten
- 3) Videoverbindung
- 4) Audioverbindung
- 5) Kontrollverbindung; nach Aufsetzen der Konferenz nur noch kurze Statusmeldungen
- 6) bei Ethernet
- 7) Fore erlaubt auch den Einsatz der Token Ring MTUs bei Ethernet-Netzen; damit können LANE Netze größere MTUs benutzen

## 6. Schnittstelle B-WiN

Neben dem Test von Anwendungen war die Definition einer Standardschnittstelle das zweite Ziel des anwenderbezogenen Teils. Wir gingen davon aus, daß der Anschluß lokaler ATM-LANs an den B-WiN-Anschluß der Regelfall ist und nicht der Anschluß spezieller Endgeräte. Es wurden für die ATM-Switche Cisco LS1010 und Fore ASX-200BX/ASX-1000 konkrete Konfigurationen entwickelt, da diese Switche in lokalen ATM-LANs am häufigsten verwendet werden und in der GMD zur Verfügung standen. Der folgende Text stellt eine Zusammenfassung und Ergänzung des Berichtes [ZJ97b] dar.

Die Anbindung an den SVC-Piloten erfolgte mit STM-1 (155 MBit/s) Multimode Glasfaser mit „Line Mode“ SDH, da dies die im LAN-Bereich am häufigsten verwendete Schnittstelle ist und sie relativ kostengünstig ist. Als VP wurde 0 festgelegt, da dies von allen Endgeräten und lokalen ATM Switchen unterstützt wird. Zumindest Fore und Cisco ATM Switche sind aber in der Lage, auch andere VPs für die Signalisierung zu verwenden. Die VC Bereiche des GDC Switch und des lokalen Anschlußgerätes müssen angeglichen werden.

Als Signalisierung wurde UNI 3.1 verwendet, da dies von den Herstellern weitestgehend unterstützt wird. Die angeschlossene Organisation benutzt die „user“ Seite und die „public“ Version mit privaten NSAP Adressen. Ein Betrieb ist auch möglich, wenn auf den lokalen ATM-Switchen IISP verwendet wird. Gegen die Verwendung von IISP spricht im wesentlichen, daß dann der direkte Anschluß von Endgeräten an den ATM-Dienst ausgeschlossen bzw. erschwert wird. Falls UNI 3.0 noch intern verwendet wird, sollte die Umwandlung lokal durchgeführt werden, was sowohl von Cisco als auch Fore unterstützt wird. UNI 4.0 wird zur Zeit kaum von Endgeräten unterstützt. Für zukünftige Entwicklungen sollte sie aber als Option zur Verfügung stehen. Für den Anschluß von lokalen ATM Switchen an den GDC-Switch ist ILMI zu deaktivieren.

Die Adressierung erfolgte mit 20 Byte NSAP-Adressen, da dies die im LAN am häufigsten verwendete Adressierungsart ist. Als Prefixe wurden DFN-Prefixe verwendet (39.276F.31.0001). Die Verbindungsaufbauzeiten für SVCs waren im Piloten sehr lang (ca. 1,5 Sekunden). Ursache hierfür war im wesentlichen die schlechte Signalisierungsperformanz der GDC-Switche und weniger das WAN.

Im LAN kann sowohl statisches Routing als auch dynamisches Routing basierend auf PNNI oder proprietären Protokollen eingesetzt werden. Als Routing an der B-WiN Schnittstelle wurde eine statische Route verwendet: der DFN-Prefix wurde zum GDC hin geroutet. Ein dynamisches Routing an der B-WiN Schnittstelle auf Basis von PNNI wäre sinnvoll, um z.B. die Verwendung von Anycast-Adressen zu ermöglichen, wie sie bei verteilten/redundanten Servern Anwendung findet. Die Klienten sprechen den Server mit einer Anycast Adresse an und werden dynamisch zum zuständigen Server geroutet. Befindet sich dieser Server nicht im lokalen, PNNI basierten ATM Netz, weil z.B. der lokale Server ausgefallen ist und auf einen Server an einem anderen Standort ausgewichen werden soll, kann die Anycast Adresse wegen der UNI B-WiN Schnittstelle nicht aufgelöst werden. Zudem ermöglicht PNNI die Verwendung von Soft Permanent Virtual Circuits (SPVCs), was die Nutzung von PVC-Anwendungen wesentlich erleichtern würde. SPVCs werden an UNI Schnittstellen nicht unterstützt.

Der Einsatz von Zugriffslisten für die Signalisierung hat sich im Laufe des Piloten aus zwei Gründen als sinnvoll herausgestellt: um Routingprobleme herausgehender Verbindungen und unerwünschte Verbindungsaufbauten von außerhalb zu vermeiden.

Zu dem Routingproblem kam es in Birlinghoven. Als Prefix wurde dort 39.276f.3100.0119.0000.1111 verwendet. Eine statische Route für 39.276f.3100.01 (= alle DFN Prefixe) zum B-WiN Anschluß war gesetzt. Während des Ausfalls eines Routers mit einer vom Switch unterschiedlichen Prefix-Adresse (39.276f.3100.0119.0000.1111.0100 war der Prefix des Switches; 39.276f.3100.0119.0000.1111.0500.000000000001.05 war die NSAP-Adresse des Routers; statische Route des Switches zum Router), versuchten andere Endgeräte zu diesem Router Verbindungen aufzubauen. Da die Signalisierung zum Router deaktiviert war, war die Route nicht länger gültig. Statt dessen wurde der Signalisierungsaufbau zum B-WiN (39.276f.3100.01) gelenkt. Der dortige GDC Switch besaß eine statische Route für 39.276f.3100.0119.0000.1111, welche zum ATM-Switch der GMD zeigte und schickte daher einen SETUP zum GMD Switch zurück, woraufhin SETUPS zwischen diesen beiden Switchen loopeten. Es kam zu zwei möglichen Folgeerscheinungen:

- Blieb der Router lange genug unten, schickten GDC-Switch und der ATM-Switch der GMD abwechselnd SETUPS, bis die freien Kanäle ausgeschöpft waren. Der ursprüngliche Verbindungsaufbau wurde dann wegen nicht vorhandener VCs abgelehnt. In diesem Fall kam es nur zu einer starken Belastung der Kontrolleinheiten der ATM-Switche und einer Störung anderer Verbindungsaufbauten.
- Kam der Router hoch, nachdem die SETUP-Nachrichten mehrfach zwischen GDC und GMD-ATM-Switch hin und her gegangen waren, so wurde die Verbindung letztendlich hergestellt. Der Weg ging jedoch mehrmals zwischen GDC und GMD-ATM-Switch hin und her. Jede ATM-Zelle des an sich lokalen Verkehrs ging mehrfach über die B-WiN Schnittstelle. Folge war eine starke Belastung der B-WiN Schnittstelle. Im Falle eines Accountings wären beträchtliche Kosten entstanden.

Es sollten daher nur SETUPS in Richtung B-WiN erlaubt werden, die als Absenderadresse 39.276f.3100.0119.0000.1111.\* und als Zieladresse 39.276f.3100.01.\* - nicht jedoch 39.276f.3100.0119.0000.1111.\* - verwenden. Vom B-WiN hereinkommende SETUPS sollten nur akzeptiert werden, wenn sie als Absenderadresse 39.276f.3100.01.\* - jedoch nicht 39.276f.3100.0119.0000.1111.\* - und als Zieladresse 39.276f.3100.0119.0000.1111.\* aufweisen. Die bei Cisco und Fore (ab FT 5.0) vorhandenen Möglichkeiten, die Signalisierung über Zugriffslisten zu kontrollieren, haben sich für diese Problemstellungen als ausreichend erwiesen. Entsprechende Zugriffslisten wurden entwickelt und finden sich in Kapitel 7. In einem Regelbetrieb sollte allerdings diese Funktionalität besser von dem Betreiber zur Verfügung gestellt werden.

Wenngleich Sicherheitsprobleme im begrenzten ATM-Piloten nicht auftraten, so sind sie für einen Regelbetrieb wichtig, um unerlaubten Zugriff zu den lokalen ATM-Netzen von außen zu vermeiden. Insbesondere der Zugriff von außen auf die Classical IP und LANE Server sollte vermieden werden.

Die bei Cisco und Fore (ab FT 5.0) vorhandenen Möglichkeiten, die Signalisierung über Zugriffslisten zu kontrollieren, haben sich für diese Problemstellungen als ausreichend erwiesen. Entsprechende Zugriffslisten wurden entwickelt und finden sich in Kapitel 7.

Neben Punkt-zu-Punkt Verbindungen mit UBR, VBR und CBR wurden auch Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindungen mit UBR im Rahmen von LAN Emulation getestet. Die maximal mögliche Anzahl von 25 Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindungen der GDC Switche ist für einen Backbone zu gering, da z.B. ein LAN Emulations Netz zwei Verbindungen belegt. Bei der Verwendung verteilter Server sind dies sogar drei je Serverpaar. Auch der Einsatz von Videokonferenztools, die sinnvollerweise Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindungen verwenden, wäre stark eingeschränkt.

## SVC-Pilot

### Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

Für die Verwendung von UBR wäre ein Shaping des gesamten UBR-Verkehrs zum B-WiN sinnvoll, um Überlastsituationen bei UBR abzumildern. Wünschenswert wäre eine Shaping Funktion im Switch, die eine maximale Bandbreite für SVC Verkehr für einen Anschluß festlegt und den UBR-Verkehr auf den von CBR/VBR ungenutzten Teil shaped. Problem beim Port-basierten Shaping ist, daß auch CBR und VBR Verkehr geshaped wird, was nicht erwünscht ist. Durch das Shaping kann die Verkehrscharakteristik von CBR/VBR so verändert werden, daß der Verkehrsvertrag verletzt wird und die Policing Funktion Zellen verwirft. Zumindest Fore erlaubt eine teilweise Lösung, bei der CBR/VBR-Verkehr unbeeinflusst bleibt. Die Bandbreite wird auf CBR/VBR und UBR Verbindungen fest aufgeteilt. Nachteil ist, daß der UBR-Verkehr auf einen festen Wert und nicht auf die freien Kapazitäten geshaped wird.

## 7. Konfigurationen

### 7.1 B-WiN Schnittstelle

Für die folgenden ATM-Switche sind im folgenden Beispiel-Konfigurationen angegeben:

- Cisco LS-1010 mit Software 11.2(8).
- Fore ASX Switche mit Software FT 5.2. (In [ZJ97b] wurde die Konfiguration für FT 4.1 präsentiert. FT 5.0 hat in einigen Punkten eine veränderte Syntax.)

Für die Adressierung von Endgeräten werden NSAP-Adressen (DCC-Format) verwendet. Folgende Prefixe werden in den Konfigurationen verwendet:

- 39.276f.3100.01 (48 Bit) DFN-Prefix
- 39.276f.3100.0119.0000.1111 (88 Bit) Organisations-Prefix
- 39.276f.3100.0119.0000.1111.0001 (104 Bit) Switch-Prefix
- 39.276f.3100.0119.0000.1111.0001.00000001.00 (160 Bit) Vollständige NSAP-Adresse

#### 7.1.1 Grundkonfiguration

##### Fore

# Definition der Schnittstelle

```
configuration signalling new 3A1 0 -version uni31 -ilmi down -side user -type publicUNI -sigvci 5 -ilmvci 16 -minvci 32 -maxvci 551 -cost 100 -domain 1 -ilmireg disable -addressformat private -e164mapping disable
```

# Statische Route zum B-WiN; intern FT-PNNI als Routingprotokoll

```
configuration atmroute ftpnni staticroute new 39276f31.00010000.00000000.00000000.00000000 48 3A1 0 -cost 100
```

# Verwendung von DFN-Prefixen für angeschlossenen Geräte

# Switch Prefix (Variante 1)

```
configuration atmroute domain modify 1 -prefix 39.276f.31.000119.0000.1111.0001
```

# Port Prefix (Variante 2a)

```
configuration nsap prefix new 1a2 0 39.276f.3100.0119.0000.1111.0001
```

# Adresse nur für eine Anwendung (Variante 2b; FT-PNNI als internes Routing-Protokoll)

```
configuration atmroute ftpnni staticroute new 39.276f.3100.0119.0000.1111.0001.00000001.00 152 1a2 0
```

##### Cisco

! Interface zum B-Win

```
interface ATM0/0/0
```

```
description B-WiN ATM SVC-Dienst
```

```
no atm auto-configuration
```

```
no atm address-registration
```

# SVC-Pilot

## Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

```
no atm ilmi-enable
atm uni type public side user version 3.1
atm maxvp-number 0
atm maxvc-number 511
sonet stm-1
no shutdown

! Statische ATM-Route zum B-WiN
atm route 39276F310001 atm 0/0/0

! Switch Prefix (Variante 1)
atm address 39.276f.3100.0119.0000.1111.0000...

! Port Prefix (Variante 2a)
interface ATM0/0/1
atm prefix 39.276f.3100.0119.0000.1111.0000...

! Adresse nur für eine Anwendung (Variante 2b)
atm route 39.276f.3100.0119.0000.1111.000000000001.00 atm 0/0/1
```

### 7.1.2 Zugriffslisten

#### Fore

##### # Nsap Templates Configuration

```
configuration security nsapfiltering templates new 10 -name accept-all -srcmask 0 -dstmask 0 -
action accept
```

```
configuration security nsapfiltering templates new 11 -name deny-all -srcmask 0 -dstmask 0 -
action reject
```

```
configuration security nsapfiltering templates new 12 -name deny-destination-gmd -srcmask 0
-dstnsap 39276f3100011900001111* -dstmask 88 -action reject
```

```
configuration security nsapfiltering templates new 13 -name deny-source-gmd -srcnsap
39276f3100011900001111* -srcmask 88 -dstmask 0 -action reject
```

```
configuration security nsapfiltering templates new 14 -name accept-gmd-to-dfn -srcnsap
39276f3100011900001111* -srcmask 88 -dstnsap 39276f310001* -dstmask 48 -action accept
```

```
configuration security nsapfiltering templates new 15 -name accept-dfn-to-gmd -srcnsap
39276f310001* -srcmask 48 -dstnsap 39276f3100011900001111* -dstmask 88 -action accept
```

##### # Nsap Filters Configuration

# Verwendung von Namen erst mit FT 5.2 möglich!

```
configuration security nsapfiltering filters new bwin-out deny-destination-gmd accept-gmd-to-
dfn deny-all
```

```
configuration security nsapfiltering filters new bwin-in deny-source-gmd accept-dfn-to-gmd
deny-all
```

##### # Interface Filters Configuration

# Verwendung von Namen erst mit FT 5.2 möglich!

```
configuration security nsapfiltering interfaces set 3a1 0 bwin-out outgoing
```

## SVC-Pilot

### Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

configuration security nsapfiltering interfaces set 3a1 0 bwin-in incoming

#### Cisco

```
! names of NSAPs
atm template-alias GMD 39.276f.31.000119.0000.1111...
atm template-alias DFN 39.276f.31.0001...

! - accept GMD
atm filter-set pGMD permit GMD

! - deny GMD
atm filter-set dGMDpDFN deny GMD

! - accept DFN
atm filter-set dGMDpDFN permit DFN

! incoming SVCs
! - source: deny GMD / accept DFN
! - destination: accept GMD
atm filter-expr bwinin source dGMDpDFN and destination pGMD

! outgoing SVCs
! - source: accept GMD
! - destination: deny GMD / accept DFN
atm filter-expr bwinout source pGMD and destination dGMDpDFN

atm int 1/0/0
atm access-group bwinin in
atm access-group bwinout out
```

### 7.1.3 Traffic Shaping

Das Traffic Shaping bei Class-C-Modulen in Fore ATM-Switchen geschieht auf per-Port Basis (ähnliches gilt für Cisco LS1010).

```
configuration vpt 3a1 0 orig -reserved 10000 -shapeovpi 0
```

Normalerweise wird dann vollständig geshaped, d.b. auch auf cbr und vbr Verbindungen. Um dies zu unterbinden, kann folgendes konfiguriert werden:

```
configuration port aal5packetdiscard 3a1 cbr svcOff
configuration port aal5packetdiscard 3a1 vbr svcOff
```

Die neueren D-Module unterstützen per-VC-Queueing; dafür aber kein per-Port Shaping mehr.

### 7.2 VBR Verbindungen mit Cisco-Routern

Cisco Router 7000 bzw. 7500 mit AIP ATM-Interface und IOS 11.2 Betriebssystem.

Die PCR ist gleich der SCR, da Policing-Probleme mit Fore ATM-Switchen auftraten.

Eine genaue Beschreibung der Abhängigkeiten und Einschränkungen von PCR/SCR/MBS ist im Abschnitt „Change Traffic Values (Cisco 7000 Family)“ der „Wide-Area Networking Configuration Guide/Configuring ATM“ zu finden.

```
interface ATM1/0.1
ip address 192.168.74.7 255.255.255.0
mtu 9180
atm esi-address 001029248820.04
map-group bwin-svc
!
map-list bwin-svc
! Router FOKUS
ip 192.168.74.14 atm-nsap 39.276F31000112000011110000.00000C30A5B1.03 class bwin5
! Router Erlangen
ip 192.168.74.24 atm-nsap 39.276F31000111000011110000.000100010001.00 class bwin5

map-class atm bwin5
atm forward-peak-cell-rate-clp1 2000
atm backward-peak-cell-rate-clp1 2000
atm forward-sustainable-cell-rate-clp1 2000
atm backward-sustainable-cell-rate-clp1 2000
atm forward-max-burst-size-clp1 32
atm backward-max-burst-size-clp1 32
```

### 7.3 LAppQoS

LAppQoS ist eine Erweiterung von LAN Emulation von Fore. Die Tests erfolgten auf Suns unter Solaris 2.5.1/2.6 mit SBA-200E, PCA-200E Karten von Fore und Software FT 5.0.0.

Die Zuordnung Datenflüsse zu ATM-Verbindungen wird vom Systemadministrator mittels des lapqos Programms festgelegt. Diese können mit dem Programm auch angezeigt und gelöscht werden. Um Definitionen dauerhaft zu speichern, werden in der /etc/fore/fore\_lappqos lappqos Kommandos abgelegt.

Folgende Zuordnungen sind möglich.

```
lappqos add <elan> [-noshortcut] [-unit <unit>]
    <dst-host>[/<dst-mask>][:<dst-port>]
    [<src-host>[/<src-mask>][:<src-port>]]
    [tcp|udp|icmp|igmp|proto:<protocol#>]
    [-scest <p>/<s>] [-ddest <p>/<s>]
```

## SVC-Pilot

### Abschlußbericht ausführliche Fassung

---

[-minbpeak]

[ubr[:<pr>]|cbr:<pr>|vbr:<pr>:<sr>:<mbs>|shared]

Zur Zeit werden mit SBA-200E, PCA-200E nur CBR und UBR unterstützt. VBR wird auf den LE und HE Karten unterstützt.

Einzelne Anwendungen zu bestimmten Rechnern können über IP-Zieladresse, Protokoll und Portnummer ATM-Verbindungen nutzen. Für die Audio-Anwendung, welche mit UDP und Port 30000 lief, wurde definiert:

```
/etc/fore/lappqos add bwin2 -unit 0 uhura-bwin2:30000 udp cbr:2000
```

## 8. Literatur

- [AF96] ATM Forum: Native ATM Services: Semantic Description Version 1.0, af-saa-0048.000, February 1996.  
<http://www.atmforum.com/atmforum/specs/approved.html>
- [AF97] ATM Forum: LAN Emulation Over ATM Version 2 - LUNI Specification, AF-LANE-0084.000, July 1997.  
<http://www.atmforum.com/atmforum/specs/approved.html>
- [Ja97] Monika Jäger: Test Report For UNI 3.1 Network Side - GDC Apex MAC and Fore ASX-200, October 1997.
- [Pi97] Stephan Pietsch: Protocol Conformance Test Report For UNI 3.1 Network Side - GDC Apex Mac, October 1997.
- [RF95] Allyn Romanov, Sally Floyd: Dynamics of TCP Traffic over ATM Networks, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, May 1995.  
<http://ftp.ee.lbl.gov/nrg-papers.html>
- [WS2] Windows Sockets 2 Application Programming Interface.  
<http://www.intel.com/ial/winsock2>
- [XTI97] The Open Group: Networking Services, Issue 5, X/Open Document Number: C523, 1997.  
<http://www.rdg.opengroup.org/public/pubs/catalog/c523.htm>
- [ZJ97a] Lothar Zier, Monika Jäger, Iouri Pakhomenko: LAN-LAN Connections over ATM Broadband Networks Project INTERCON, Technical Report No. 1, March 1997.
- [ZJ97b] Lothar Zier, Monika Jäger: Lokale Signalisierungstests am B-WiN Kunden-Service-Switch, Bericht, Oktober 1997.
- [ZJ97c] Lothar Zier, Monika Jäger: Lokale LAN/LAN-Kopplungen mit Classical IP und LAN-Emulation, Erfahrungsbericht, Oktober 1997
- [[ZJ98] Lothar Zier, Monika Jäger: ATM SVC-Pilot DFN-Symposium Fortgeschrittene Kommunikationstechnik, ATM-Arbeitskreis, Berlin, 10/11 Februar 1998.