

Performanceanalyse an einer bestehenden IP over ATM Netzstruktur

Dipl.-Ing. Thomas Wegner

Universität Rostock
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik
Richard Wagner Str. 31
18119 Rostock
Tel.: (0381) 498 3534, Fax: (0381) 498 1126, Email: weg@e-technik.uni-rostock.de

Abstract. Das vorhandene Datennetz des Fachbereiches Elektrotechnik und Informationstechnik wird hinsichtlich Struktur und Übertragungsgeschwindigkeit analysiert. Praktische Erfahrungen mit der Installation, dem Betrieb und der Performanceanalyse dieser neuen Netzwerktechnik werden aufgezeigt, um interessierten Anwendern Entscheidungshilfen bei eigenen Projekten zu geben. Der Schwerpunkt soll dabei nicht auf dem primären Benchmarking der eingesetzten ATM-Vermittlungstechnik liegen, sondern auf Messungen der erreichbaren Datenübertragungsgeschwindigkeiten aus Sicht der DV-Endgeräte mit Blick auf mögliche Engpässe für die Planung zukünftiger Erweiterungen.

Einführung

Die Einrichtungen der Universität Rostock sind auf 35 Standorte über das gesamte Stadtgebiet verteilt. Für den Aufbau eines leistungsfähigen Universitätsdatennetzes stand die Frage der Auswahl einer geeigneten Netzwerktechnologie für den Backbonebereich. Wesentliche Entscheidungskriterien dabei waren die Kompatibilität zum Deutschen Forschungsnetz zur Sicherstellung der problemlosen WAN-Anbindung der Universität Rostock und die Möglichkeit der Bildung virtueller LAN's im lokalen Bereich zur flexiblen Anbindung der teilweise schon vorhandenen Datennetze der einzelnen Fachbereiche. Daher fiel die Wahl auf ATM, die moderne Vermittlungs- und Multiplextechnik des Breitband-ISDN, da diese Netzwerktechnologie der Hochgeschwindigkeitsdatennetze gleichermaßen für den WAN- und LAN-Bereich geeignet ist. Zur Übertragung von IP-Datenpaketen über ein ATM-Netzwerk werden derzeit die Protokolle *Classical IP over ATM* und *LAN-Emulation over ATM* genutzt.

Im ersten Abschnitt wird das grundsätzliche Funktionsprinzip der *LAN-Emulation over ATM* kurz vorgestellt. Dann folgt eine Darstellung der Netzstruktur und der mit dem verwendeten Softwaretool HP-netperf erzielten Ergebnisse.

1. Prinzip der LAN-Emulation über ATM

Am Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Rostock ist eine umfangreiche Workstation-ausstattung mit Systemen der Firma SUN vorhanden, so daß als Transportprotokoll im LAN-Bereich TCP/IP vorherrscht. Aus Anwendersicht ist eine Bewertung der derzeit installierten Netzwerktechnik hinsichtlich der erreichbaren Übertragungsgeschwindigkeit auch für das Performancetuning von Interesse [ALU96].

Zur Übertragung von IP-Datenpaketen über ein ATM-Netzwerk wird derzeit die LAN-Emulation des ATM-Forums, LANE 1.0, genutzt. LANE 1.0 beruht auf der MAC-Layer-Emulation eines lokalen Netzwerkes, so daß unterschiedliche, verbindungslos orientierte Protokolle (IP, IPX) über das verbindungsorientierte ATM-Netz transportiert werden können. Durch das Prinzip des ELAN (Emulated LAN) wird die IP-Subnetzstruktur beibehalten. Die benötigte LAN-Funktionalität wird pro ELAN durch Emulation-Client/Server (LEC, LES, BUS, LECS) bereitgestellt.

Der LAN Emulation Client (LEC) muß in jedem ATM-Endsystem (Workstation, Router, Switch) implementiert sein und stellt höheren Protokollen (IP, IPX) die MAC-Schicht zur Verfügung.

Die Hauptaufgabe des LAN Emulation Servers (LES), der Steuerzentrale des emulierten LAN's, ist die Adreßauf-lösung zwischen Ethernet-MAC und ATM über das LAN-Emulation-Adress-Resolution-Protokoll.

Eng verbunden mit dem LES ist der Broadcast- und Unknown-Server (BUS), der die Verteilung von Broadcast- und Multicastpaketen übernimmt. Pro ATM-Verwaltungsdomäne gibt es einen LAN Emulation Configuration Server (LECS). Diese Komponente verwaltet die Konfigurationsinformationen für ein ATM-Netz und ist zuständig für die Zuordnung von LEC und LES aller ELAN's.

LAN-Emulation ist daher protokolltransparent und unterstützt Broad- und Multicast. Ein ELAN arbeitet unabhängig von jedem anderen ELAN in dem gleichen ATM-Netzwerk. Über ELAN-Grenzen hinweg erfolgt die Verbindung durch Bridges und Router, wobei IP-ATM-Router zusätzliche Verzögerungen im Datenstrom bewirken.

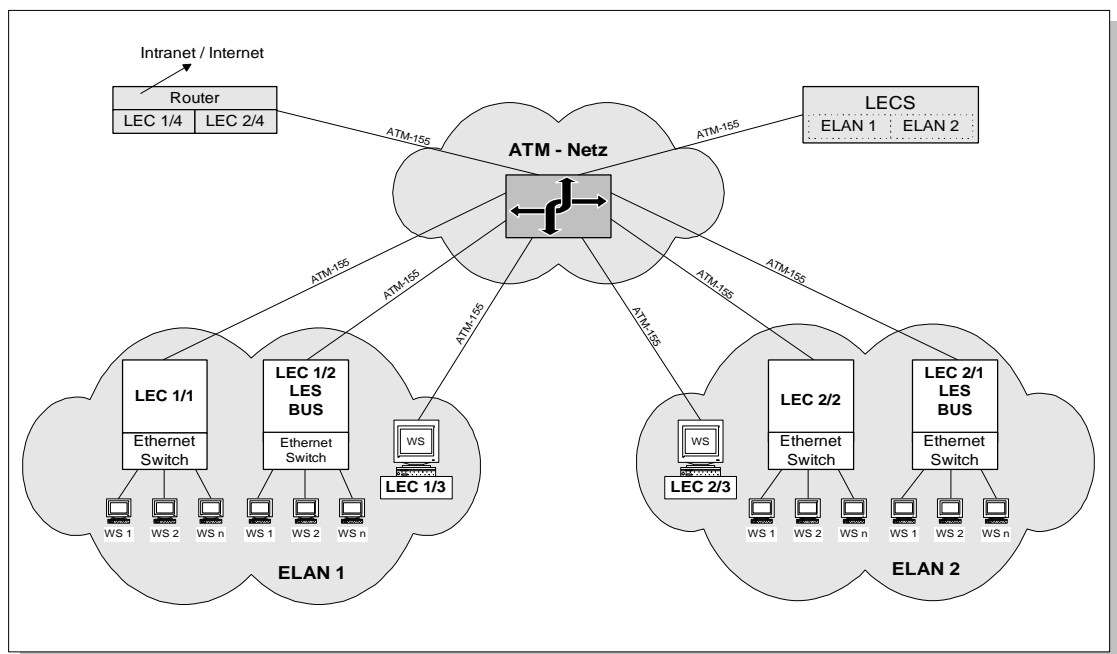


Bild 1: Das Prinzip der LAN-Emulation over ATM

Die Emulation-Client/Server LEC, LES, BUS und LECS stellen Single-Point-of-Failer im Gesamtsystem dar. Durch MPOA (Multi Protocoll over ATM) sollen die Verfahrensweisen weiterentwickelt werden, so daß auch Rechner aus unterschiedlichen IP-Subnetzen direkt (Shortcuts) über ATM-VCC (Virtual Channel Connection) Daten austauschen können.

2. Performanceanalyse von TCP/IP über LANE mit HP-netperf

Das oben kurz skizzierte Verfahren der LAN-Emulation zeichnet sich durch einen hohen Verwaltungs-Overhead aus, der eine nicht geringe Grundlast im ATM-System bewirkt. Das Ziel der Performanceanalyse war daher die Untersuchung des erreichbaren LAN-Durchsatzes auf TCP/IP-Protokoll-Ebene. Es sollte kein detailliertes Bench-marking der angeschlossenen Workstationsysteme und Netzwerktechnik erfolgen.

Für die Analyse eines Datennetzwerkes sind die verschiedensten Monitoring- und Benchmarking-Tools in Hard- und Software realisiert. Die Software Netperf von HP [NET95] ist ein Benchmark, mit dem verschiedene Aspekte der Netzwerkperformance über das TCP/IP-Protokoll gemessen werden können. Entsprechend dem Client/Server-Modell wird beim Aufruf des Programms Netperf auf der Gegenstelle der Netserver-Prozeß durch den Inet-Dämon gestartet. Hauptanwendungsgebiet ist die Messung der Stream-Performance über TCP oder UDP zwischen zwei Systemen.

Das Verhalten und der Durchsatz eines Netzwerksystems wird bestimmt durch:

- Netzwerktopologie: TP-Kategorie
- Netzwerkprotokolle: Ethernet, ATM, IP
- Implementation der Protokolle in Hard- und Software auf der Workstation
- Tuningparameter: Buffer Size, Path MTU
- Systemperformance der Workstation: Systembus, CPU, DMA, RAM, HD
- Backbonetechnologie: FDDI, IP over ATM (Classical IP over ATM, LANE)
- Internetworking Devices: Paketvermittlung- und Verzögerung in Bridge, Switch, Router

Die Datenpfade der durch Netperf erzeugten Last sind in der im Bild 2 dargestellten Meßanordnung zu erkennen.

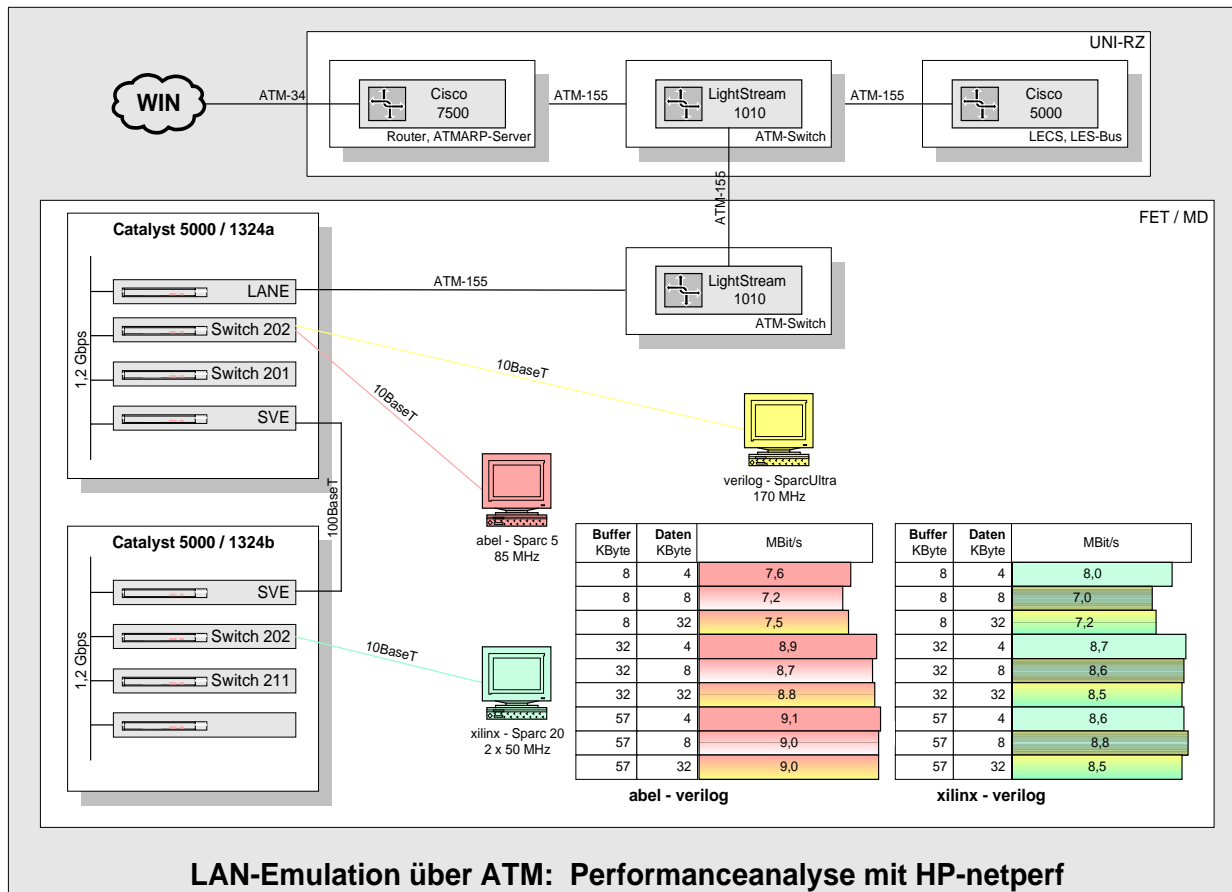


Bild 2: Die Struktur des mit HP-netperf untersuchten 10BaseT-ELAN's, (März '98)

Das in der freien Netperf-Distribution [NET95] vorhandene tcp_stream_script variiert beim Test die Größen der Socket-Buffer auf Sender- und Empfängerseite mit verschiedenen Nachrichtenlängen, wie in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Das tcp_stream_script wurde im 1h-Takt über einen Zeitraum von 3 Tagen auf SUNSparc-Workstation mit SOLARIS 2.5 während des täglichen Betriebes ausgeführt.

```
#netperf -l test_time -H remotehost -m message_size -s local_send/receive_buffer -S emote_send/receive_buffer
```

	Receive_buffer in Byte	Send_buffer in Byte	Message in Byte	Test_time in s
1	57344	57344	4096	60
2	57344	57344	8192	60
3	57344	57344	32768	60
4	32768	32768	4096	60
5	32768	32768	8192	60
6	32768	32768	32768	60
7	8192	8192	4096	60
8	8192	8192	8192	60
9	8192	8192	32768	60

Tabelle 1: Kommandozeilenparameter des HP-netperf-scripts

Eine repräsentative Auswahl der gemittelten Meßwerte ist im Bild 3 dargestellt. Ein Unterschied zwischen den Werten der Tages- und Nachtzeit konnte nicht beobachtet werden, obwohl natürlich die lokale Systemlast der Work-station schon einen maßgeblichen Einfluß auf den erreichbaren Datendurchsatz ausübt.

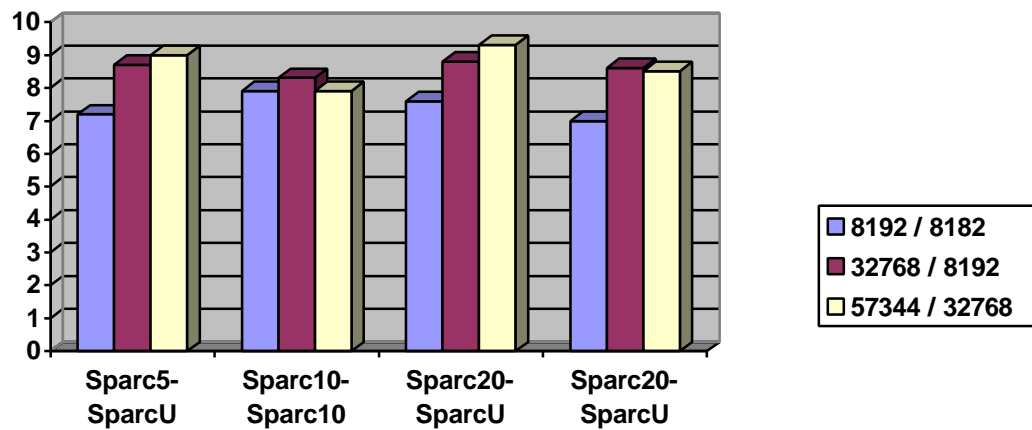


Bild 3: Ausgewählte Meßwerte über 10BaseT, (März '98)

Deutlich ist hierbei zu erkennen, daß die schnelleren SUN Sparc Ultra-Systeme auch einen höheren LAN-Durchsatz ermöglichen, der sich jedoch VLAN-übergreifend wieder verringert (rechte Säule Bild 3).

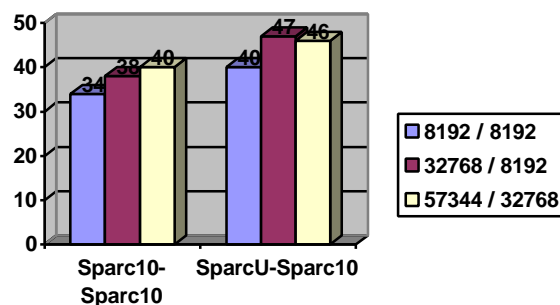


Bild 4: Ausgewählte Meßwerte über 100BaseTX, (März '98)

Der 100BaseTX-Anschluß einer Workstation erfolgte zu Testzwecken über das Supervisor Engine Modul (SVE) des LEC (CISCO Catalyst 5000). Eine repräsentative Auswahl der gemittelten Meßwerte ist im Bild 4 dargestellt.

Die Datentransferrate zum UNIX-Server konnte zwar für den Anwender spürbar erhöht werden, allerdings stellte die nur knapp 50% ige Auslastung des 100Mbit/s Datenkanals noch kein befriedigendes Ergebnis dar.

Hier zeigt sich deutlich, daß der ATM-Backbone mit einer Übertragungsrate von 155Mbit/s als Flaschenhals wirkt. Das Routersystem (CISCO 7500) stößt unter diesen Belastungssituationen ebenfalls schnell an seine Leistungsgrenzen. Bei Einsatz eines Fast-Ethernet-Switches sind bessere Ergebnisse im LAN zu erzielen.

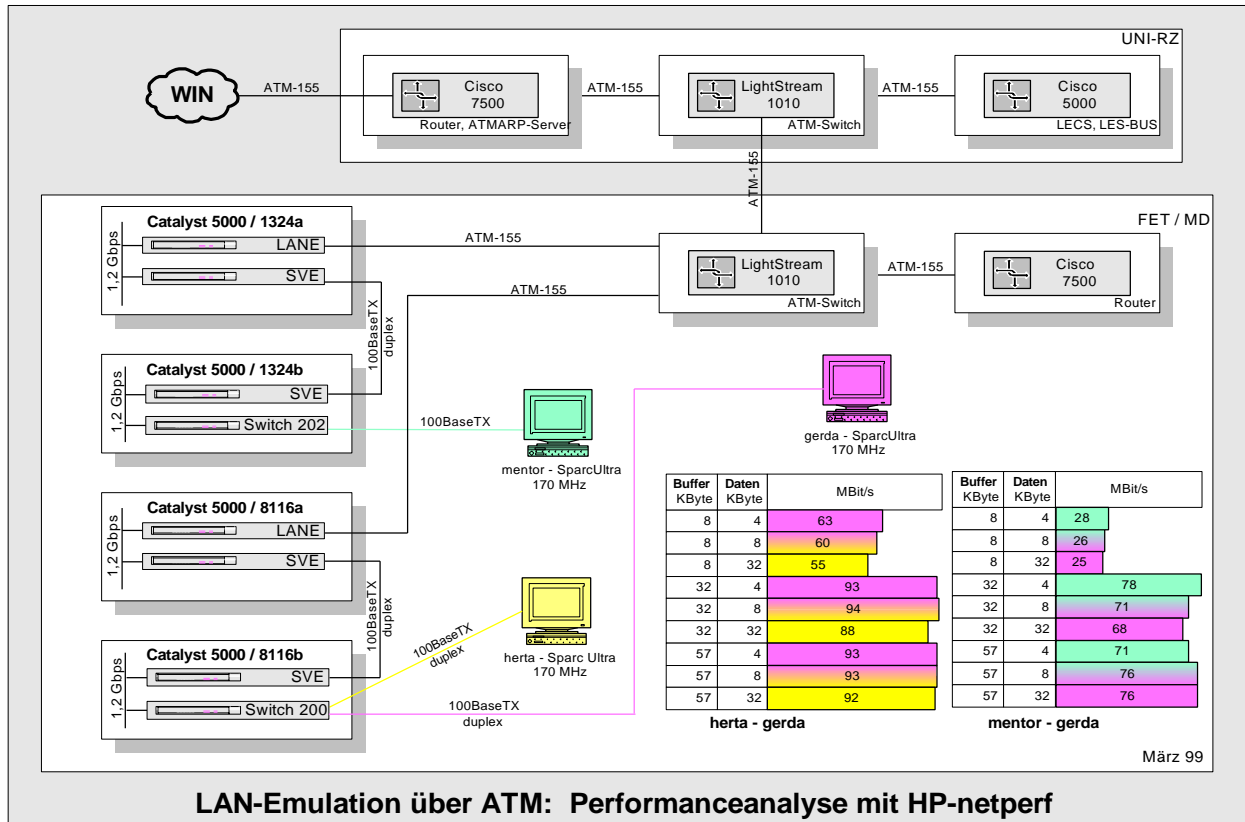


Bild 5: Die Struktur des mit HP-netperf untersuchten 100BaseT-ELAN's, (März '99)

Für den Aufbau eines 100Mbit/s-LAN's sind daher folgende Systemerweiterungen notwendig:

- Fast-Ethernet-Switches in den LEC-Systemen Catalyst 5000
- zusätzliche Routermodule für stark frequentierte VLAN's
- Ausbau der Backbonebandbreite (622Mbit/s ATM)

Die beiden zuerst genannten Ausbaustufen konnten bereits realisiert werden. Das entsprechend erweiterte LANE-System ist im Bild 5 dargestellt. Deutlich sind die durch Verwendung eines Fast-Ethernet-Switches im LAN verbesserten Transferraten gegenüber Bild 4 zu erkennen.

Die mit Netperf erzielten Ergebnisse wurden mit den Ausgaben des ftp-Kommandos verglichen, ohne wesentliche Abweichungen festzustellen. Eine zusätzliche Steigerung (<5% bei 10BaseT) der ftp-Datenübertragungsgeschwindigkeit zwischen zwei Workstation läßt sich mit den Tuning der TCP/IP-Systemparameter des Betriebssystems erreichen [FBR97].

3. Zusammenfassung

Die LAN-Emulation über ATM ist eine schnelle Backbonetechnologie, die an jedem 10/100BaseT Port dediziert Mediaspeed liefert. Praktische Messungen zeigen, daß die erreichbare Übertragungsgeschwindigkeit maßgeblich von der Systemleistung der Endsysteme abhängig ist. Bei der Bildung der virtuellen LAN's ist hinsichtlich des maximalen Durchsatzes ebenfalls darauf zu achten, daß ein Server mit seinen Clienten möglichst auch über einen Ethernet-Switch verbunden ist, um die Routerbelastung des ATM-Systems zu minimieren.

Literatur

- [ALU96] Adam Lukosek:
Einsatz von ATM - Möglichkeiten und heutige Grenzen
Bericht des Forschungszentrums Jülich, August 1996
- [FBR97] Frank Brockners, Lothar Zier:
TCP-Tuning für schnelle Netze
IX-Magazin, S. 146-152, Juli 1997
- [NET95] Rick Jones:
<http://www.cup.hp.com/netperf/NetperfPage.html>
- [THW98] Thomas Wegner:
Performanceanalyse an einer bestehenden IP over ATM Netzwerkstruktur
Tagungsband Symposium Maritime Elektronik, S. 79-82, April 1998
Internet: <http://www-md.e-technik.uni-rostock.de/ma/weg/weg.html>