

## **DFN-Entwicklungsprogramm**

### **Abschlussbericht**

#### **Projekt**

**Test von Fortgeschrittenen Netztechnologien  
im Rahmen des  
Quantum Test Programms  
mit dem Schwerpunkt  
Multicast (IP und ATM)**

**Universität Stuttgart,  
Rechenzentrum (RUS)  
Abt. Kommunikationssysteme, Paul Christ**

**Verantwortlich: Robert Stoy**

**Juli 2001**

# 1 Zusammenfassung

Der vorliegende Abschlussbericht beschreibt die Ergebnisse des oben genannten Projekts im DFN-Entwicklungsprogramm. Ziel des Projekts war die Weiterentwicklung des Multicast-Dienstes im europäischen Kontext basierend auf dem zum Start des Projekts in einigen NRNs vorhandenen pilotartigen IP Multicast-Diensten bzw. des im B-WiN vorhandenen IP Multicast-Produktionsdienstes. Da der IP Dienst zum Start des Projekts auf der ATM-Schicht basierte, wurden auch Untersuchungen und Tests der ATM Multicast Technologie in Betracht gezogen.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Quantum Test Programms in der TF-TANT Arbeitsgruppe durchgeführt. Die Multicast-Aktivität in dieser Gruppe wurde vom Projektnehmer geleitet und in Zusammenarbeit mit DANTE und einigen NRNs durchgeführt. Die wesentlichen Bestandteile der Arbeiten war die Mitarbeit an gemeinsam durchgeführten Tests, die aktive Teilnahme an regelmäßig stattfindenden Treffen der TF-TANT Arbeitsgruppe und die Außendarstellung der Aktivität IP Multicast in Form von Präsentationen und Berichten für Deliverables des Quantum Testprogramms.

Neben dem Schwerpunkt Multicast hat der Projektnehmer an den weiteren QTP-Aktivitäten DiffServ und MPLS aktiv teilgenommen. Für Tests in diesen Aktivitäten wurde am RUS ein Knoten, bestehend aus Messworkstations, Routern und ATM-Switches aufgebaut, welcher in das ATM- basierte europäische QTP-Testbed eingebunden wurde.

Die Ergebnisse der TF-TANT Arbeitsgruppe einschließlich der Aktivitäten des Projektnehmers sind im QTP-Abschlussbericht detailliert beschrieben. Er liegt diesem Abschlussbericht als Anhang bei.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Aktivitäten, an denen der Projektnehmer beteiligt war, zusammenfassend beschrieben.

## 1.1 Multicast

Die Aktivität Multicast (IP und ATM) war in abfallender Priorität in die folgenden Bereiche gegliedert:

- Untersuchungen zum Aufbau eines nativen hierarchischen Interdomain Multicast Routings zwischen den NRNs und dessen Implementierung im Produktionsnetz.
- Untersuchung und geeigneter Aufbau eines Ende zu Ende Multicast QoS Monitoring Systems unter Einbeziehung der Netzknoten.
- Untersuchungen zur Möglichkeit der Abbildung des Intradomain IP Multicast Routings auf einen ATM point-to-multipoint SVC unterstützenden ATM-Dienst.

### 1.1.1 Interdomain IP Multicast Routing

Bei der Untersuchung zum Aufbau eines nativen hierarchischen Interdomain Multicastroutings wurden die beiden folgenden Entwicklungslinien offensichtlich:

In der IETF wird am Border Gateway Multicast Protocol (BGMP) gearbeitet, das im Zusammenspiel mit der Architektur zur Multicast Address-Allokierung (MALLOC) als die längerfristig erreichbare Lösung für das IP Multicast Routing gesehen wird. Im Frühjahr 2001 war die Standardisierung der MALLOC Komponenten weitgehend abgeschlossen, während die BGMP Spezifikation noch andauert. Vorabtests mit verfügbaren Teilimplementierungen zeigten, dass diese für einen pilotartigen Einsatz nicht brauchbar sind. Weitergehende Implementierungen aus dieser Entwicklungslinie sind derzeit nicht bekannt.

In einer zweiten Entwicklungslinie wurden in 1999/2000 im Wesentlichen von Cisco die Standardisierung und Implementierung des MSDP Protokolls vorangetrieben. MSDP wurde zusammen mit der bereits existierenden BGP Multiprotokoll-Erweiterung (MBGP) als die kurzfristig realisierbare Lösung für das Interdomain Multicast Routing vorgestellt.

Zur schnellen Realisierung eines hierarchischen Multicast Interdomain Routings mit Nutzung von MSDP und MBGP hat DANTE in Zusammenarbeit mit den NRNs über Testknoten, die im Produktionsnetz integriert waren Tests durchgeführt. Für den Transport des Multicast-Verkehrs wurden dabei dedizierte punkt-zu-punkt ATM-PVCs zwischen den NRN PoPs eingesetzt. Nach einer kurzen erfolgreichen Testphase wurde die Funktionalität von den Testknoten auf Produktionsknoten in

TEN-155 übertragen. Damit war das Ziel erreicht: Die Einführung eines hierarchischen und nativen IP Multicast routings und damit die Aufhebung des alten Mbone.

### 1.1.2 Multicast QoS und Route Monitoring

Um die Qualität des IP Multicast-Dienstes in TEN-155 und den NRNs bis hin zu den Benutzern kontinuierlich zu überwachen und um Performance- oder Erreichbarkeitsprobleme frühzeitig auch beim Nichtbestehen von Benutzer-Sitzungen zu erkennen und einzugrenzen, wurde eine Monitoring Umgebung aufgebaut.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass die von Cisco in der IETF vorgeschlagene Multicast Routing Monitor (MRM) Umgebung dafür am besten geeignet war. MRM Implementierungen existieren im Cisco IOS, eine Beta-Implementierung für Endsysteme war ebenfalls vorhanden. MRM bietet den Vorteil einer zentralen Steuerung von Sendern und Empfängern innerhalb einer Multicast Gruppe. Die Interaktion mit Benutzern an den Endsystemen wurde nicht benötigt. Im ersten IETF Draft und dessen Implementierungen wurde die Messung von Paketverlusten sowie die Parameter der einstellbaren Verkehrsprofile in Test Sendern spezifiziert und implementiert. Für einen umfangreicheren Einsatz fehlten dem MRM noch Messungen von Paketlaufzeiten sowie die Aufnahme von Langzeitstatistiken und eine Darstellung der aktuellen Messwerte im WWW.

Im vorliegenden Projekt wurde eine Multicast Monitoring Umgebung mit MRM zwischen Testworkstations in einigen NRNs (DFN, CESnet, RedIRIS, Janet) mit zentraler Steuerung am RUS aufgebaut. Ergänzt wurde der Aufbau um eine grafische Messdatenausgabe mit Langzeithistorie über eine WWW Seite, die ebenfalls am RUS angesiedelt war.

Seit Herbst 2000 wurde in der IETF die Weiterentwicklung der MRM Umgebung als Monitoring Umgebung zwischen Endsystemen nicht weitergetrieben.

Statt dessen wird in der Internet Multicast Gemeinde seit Winter 2000 der am NLANR entstandene „Multicast Beacon“ zur Messung und Anzeige der aktuellen Erreichbarkeit von Mitgliedern einer dauernd existierenden Testsitzung benutzt. Dieses Tool misst neben der Paketverlustrate unter Zuhilfenahme von NTP auch Paketlaufzeiten und dessen Jitter. Ein WWW Interface zur Anzeige des aktuellen Status und eine JAVA basierte Visualisierung der Kurzzeithistorie sind ebenfalls vorhanden. Es erscheint daher für die Zukunft sinnvoll, das am RUS entstandene Verfahren zur grafischen Darstellung einer Langzeitstatistik sowie die Idee der zentralen Steuerung von Testsendern auf den „Multicast Beacon“ anzuwenden.

### 1.1.3 ATM Multicast

Da das TEN-155 Netz auf der ATM Technik basiert, war der Einsatz von Punkt zu Mehrpunkt SVCs, d.h. die Erzeugung von Multicast Verteilbäumen in den ATM Switches und die Abbildung des IP Multicast Routings unter Nutzung von PIM-SM eine zunächst in Betracht gezogene Alternative zur Erzeugung von IP Multicast Verteilbäumen. RFC 2337, dessen Implementierung in Cisco Routern und erfolgreich durchgeführte Vorabtests im vorangegangenen TEN-34 Testprogramm waren hierfür eine vielversprechende Grundlage. Im Verlauf des QTP zeichnete sich jedoch ab, dass die Implementierung eines Testbeds unter Einbeziehung der vorhandenen ATM Infrastruktur in TEN-155 und den NRNs ohne die Gefährdung des Produktionsbetriebes nur mit hohem Ressourcen-Aufwand, (d.h. entweder zusätzliche ATM-Switches im Backbone oder Aktivierung von point-to-multipoint SVCs in den bestehenden TEN-155 Switches) möglich gewesen wäre. Schließlich zeichnete sich ab, dass das zukünftige europäische Wissenschaftsnetz nicht mehr auf ATM basieren würde. Von der Implementierung eines Testnetzes und der Durchführung von weiterführenden Tests wurde daher Abstand genommen.

## 1.2 Diffserv

Im Rahmen der Diffserv Aktivität wurden über das Testnetz in Cisco Routern, neben der Verkehrs-Markierung durch die CAR Funktion, die Queuing Verfahren PQ und WFQ sowie der Congestion Avoidance Mechanismus WRED bei unterschiedlichen Verkehrsszenarien eingehend getestet. Aus

den Ergebnissen wurden mögliche Einsatzbereiche für die Bereitstellung von Diffserv basierten IP-Diensten abgeleitet.

### 1.3 MPLS

Für die MPLS Aktivität wurde das QTP-Testbed genutzt, um in Kooperation mit Cisco die neuesten IOS Implementierungen zu testen und der TF-TANT Gruppe frühzeitig Know-How über die neue Technologie, insbesondere im Hinblick auf eine mögliche spätere Implementierung in den Produktionsnetzen zu erarbeiten. Dabei wurden im Wesentlichen das MPLS fast rerouting, MPLS-VPNs- und Traffic Engineering getestet.

## 2 Abkürzungen

BGMP	Border Gateway Multicast Protocol
CAR	Committed Access Rate
MALLOC	Multicast Adress Allocation Architecture
MSDP	Multicast Source Discovery Protocol
MBGP	Multicast BGP
MRM	Multicast Reachability Monitor
PQ	Priority Queuing
QTP	Quantum Test Program
WFQ	Weighted Fair Queuing
WRED	Weighted Random Early Detection

## 3 Referenzen zu Multicast

- [TF-TANT] Arbeit der TF-TANT Arbeitsgruppe:  
<http://www.dante.net/tf-tant>
- [BGMP] IETF, BGMP Entwicklung:  
<http://www.ietf.org/html.charters/bgmp-charter.html>
- [MALLOC ] IETF, MALLOC Architektur Entwicklung:  
<http://www.ietf.org/html.charters/malloc-charter.html>
- [MSDP] IETF, MSDP Entwicklung:  
<http://www.ietf.org/html.charters/msdp-charter.html>
- [MBGP] Bates, T., Chandra, R., Katz, D. and Y.Rekhter, "Multiprotocol Extensions for BGP-4", RFC 2283, September 1997.
- [PIMATM] Farinacci, Meyer, Rekhter, „Intra-LOS IP multicast among routers over ATM using Sparse Mode PIM“, RFC 2337,

## 4 Anhang (auf Anfrage verfügbar)

- 4.1 Ferrari, Leinen, Novak, Nybroe, Prigent, Reijs, Sabatino, Stoy,  
"Report on the Results of the Quantum Test Programme", 23.06.2001  
Im Internet unter der URL <http://www.dante.net/quantum/qtp/final-report.pdf>

4.2 Robert Stoy, "Präsentation: Weiterentwicklungen im IP Multicast"  
DFN Symposium 13-14.02.2000