

Bild: Siemens

# Videoübertragung per IP-Netze

Von Carsten Rossenhövel

Das Testlabor European Advanced Networking Test Center testete im Auftrag von EWE Tel die **Einsatzbereitschaft und Skalierbarkeit** eines Netzes zur Übertragung von TV und Video über IP. Zur Auswahl standen Lösungen der zwei Herstellerkonsortien – Cisco und Controlware.

Der regionale Internet- und Telefondiensteanbieter EWE Tel aus Oldenburg analysiert die Zugangstechnologie Fiber to the Home (FTTH). FTTH bietet durch die großen Bandbreiten der optischen Fast-Ethernet-Verbindungen hervorragende Voraussetzungen, um beispielsweise Fernsehkanäle und Video-on-Demand-Datenströme über IP/Ethernet zu den Anwendern wie Geschäftskunden oder Schulen transportieren.

Das herstellerneutrale Testlabor European Advanced Networking Test Center (EANTC) wurde von EWE Tel beauftragt, die Einsatzbereitschaft und Skalierbarkeit

Carsten Rossenhövel ist bei EANTC verantwortlich für die Entwicklung von Testmethoden und -applikationen und leitet den Bereich Test und Zertifizierung von Netzwerkkomponenten für Hersteller.

eines Testnetzes für eine Fernseh- und Videoübertragung über IP zu evaluieren. Dieser Artikel berichtet über die EANTC Testmethoden, die gesammelten Erfahrungen und den Stand der Technologie.

## Teilnehmende Anbieter

In einem detaillierten Labortest analysierte EANTC die Lösungen zweier Herstellergruppen:

- Cisco Systems, zusammen mit Video-lösungen von Tandberg/Bitband und Settop-Boxen von Kreatel;
- Controlware, mit Netzkomponenten von Riverstone und einer Videolösung von Scopus/Concurrent, ebenfalls mit Settop-Boxen von Kreatel.

Die beiden Konsortien installierten jeweils ein umfangreiches Ende-zu-Ende-Netz mit allen geforderten Technologien und Diensten. Bei der Durchführung der Tests wurden EANTC und EWE Tel vom

Messgerätehersteller Spirent Communications unterstützt; Spirent stellte insgesamt vier Smartbits SMB6000 mit 240 Fast Ethernet Ports bereit.

### Was ist Videübertragung über IP?

Die Technik der Übertragung von Videoströmen über das Internet wird bereits viel genutzt. Bisher werden jedoch nur niedrigbitratige Videoströme im Internet angeboten, damit sie auch über ISDN-Anschlüsse oder bei schlechten Verbindungen nutzbar sind. Die Qualität dieser Videos ist jedoch mit dem Fernsehbild oder der DVD noch nicht vergleichbar. Ein digitales Fernsehbild benötigt nach derzeitigem Stand der Technik mit MPEG-2 eine Übertragungsbandbreite von zirka 1,5 – 3,5 MBit/s.

Für die gleichzeitige Übertragung von TV-Programmen (Fernsehübertragung) und Internetdaten sind deshalb hohe Bandbreiten mit hoher Dienstgüte (Quality of Service, QoS) bis zum Endkunden erforderlich. Speziell für den wahrscheinlichen Fall, dass bei Geschäftskunden oder an öffentlichen Installationen mehrere Kanäle parallel betrachtet werden, sind Bandbreiten in der Fast-Ethernet-Größenordnung notwendig. Eine Verbesserung ist allerdings mittelfristig auch für DSL-Anschlüsse durch neue Zugangstechniken (ADSL2+) in Sicht, und effizientere Codierungsverfahren (MPEG-4) sind bereits verfügbar. Fernsehkanäle werden grundsätzlich per IP Multicast übertragen; weitere Details siehe unten.

Im Gegensatz zur Fernsehübertragung bieten Video-on-Demand-Systeme (VoD) die Möglichkeit, Filme zum Kunden am Breitbandanschluss zur sofortigen Betrachtung zu übertragen (zu „streamen“). Dafür wird ein MPEG-2-Datenstrom auf Kundenanforderung individuell gesendet.

Zwischen diesen beiden Verfahren steht „Near Video on Demand“ (NVoD). Bei diesem System wird eine überschaubare Anzahl von Filmen zu festen Zeiten ausgesendet. Dieses Verfahren ist vom Pay-TV in Hotels bekannt und nutzt die gleichen Mechanismen über IP. Dafür wird zwar weniger Bandbreite im Kernnetz benötigt, NVoD ist aber unflexibler im Hinblick auf Kundenanforderungen. Daher wurde dies im Projekt nicht getestet.

### Testaufbau

Die Grafik auf Seite 44 zeigt das Netzdesign, das die Basis für die Entwürfe der Anbieter war. Ein MPLS-basierter IP-Backbone verbindet die Zugangsnetze mit den Servern für TV/Video on Demand, Netzwerkmanagement und Abrechnung. Der Netzbetreiber empfängt die Fernsehprogramme in einem Headend genannten

Serversystem, beispielsweise per Satellit und wandelt sie in MPEG-2-Datenströme über IP um. Diese IP-Datenströme werden über den Backbone zu Ethernet/IP basierten Edge Switches verteilt.

Der kundenseitige Abschluss der Glasfaserleitung wird durch einen CPE Router pro Kunde realisiert. Für den Videoempfang werden Settop-Boxen eingesetzt, welche die digitalen, IP-basierten Fernseh- und Filmdateiströme in analoge Signale für einen Fernseher wandeln. Die Settop-Boxen werden hinter dem CPE Router per Ethernet angeschlossen.

### Multicast-Tests

Die Verteilung von Fernsehkanälen wäre zu aufwendig, wenn jeder Kunde einen eigenen Datenstrom vom Server erhielte, wie es bei Streaming-Angeboten im Internet der Fall ist. Dies gilt insbesondere für die benötigten Übertragungsbreiten und für die Inflexibilität bei Kanalschaltzeiten. Daher wird IP Multicast genutzt: Jeder Fernsehkanal wird nur einmal (oder zweimal, aus Redundanzgründen) ins Netz gesendet. Das Internet Group Management Protocol (IGMP) wird genutzt, um die einzelnen Fernsehkanäle an die jeweiligen Zielpoints zu senden. Dies geschieht über die Router und Switches im Backbone und im Verteilnetz an den Kundenanschlüssen. Wenn der Kunde einen Kanal auswählt, signalisiert die Settop-Box den Kanalwunsch per IGMP zum Providernetz. Die Hauptarbeit müssen also die Edge Switches des Providernetzes an den Kundenanschlüssen leisten.

Das Messlabor EANTC testete deshalb, ob diese Switches bis zu 300 Fernseh- und

Radiokanäle mit bis zu 720 gleichzeitig aktiven Fernsehgeräten (durchschnittlich drei, maximal 25 pro Kunde) unterstützen, und ob die Reaktionszeiten beim Umschalten der Fernsehkanäle auch unter Volllast noch kurz genug sind.

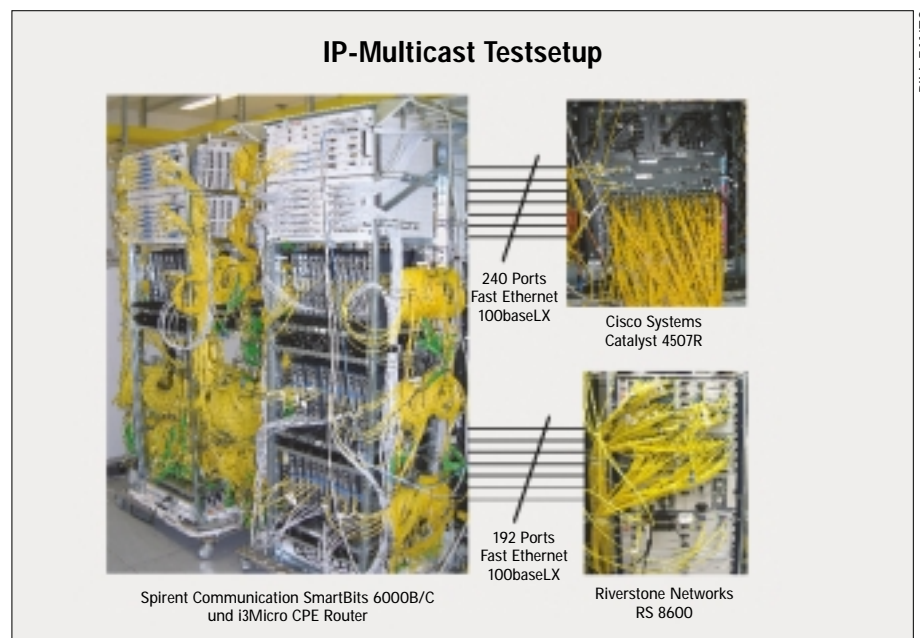
Unterstützt durch eine umfangreiche Installation von Smartbits-6000-Messgeräten von Spirent Communications, analysierte das Testcenter das Verhalten eines Switches jeden Anbieters unter Volllast mit

### European Advanced Networking Test Center

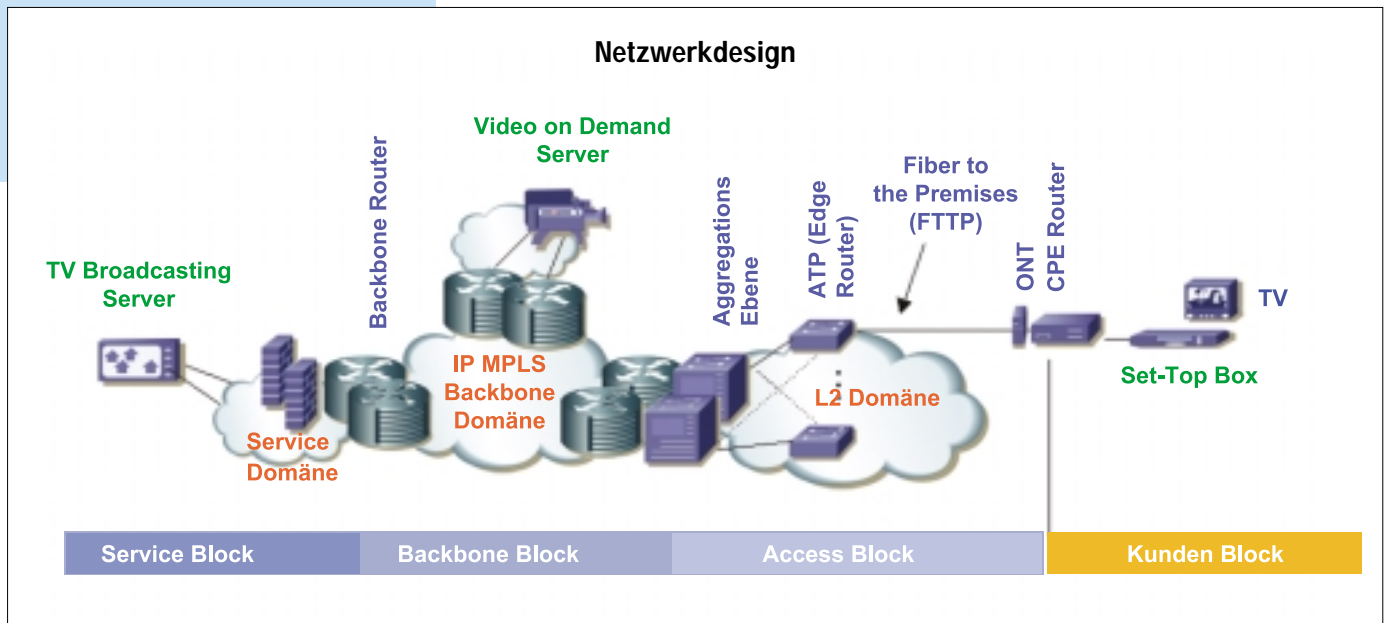
EANTC bietet unabhängige Testdienstleistungen für Hersteller, Serviceprovider und Unternehmensnetze an. Dies beinhaltet Tests zur Interoperabilität, Konformität und Leistungsfähigkeit im Bereich moderner Netzwerktechnologien sowie Unterstützung in allen Phasen der Netzplanung.



bis zu 240 optischen Fast Ethernet Ports. EANTC nutzte die Anwendungen Smartflow und Smartmulticast-IP. Sie wurden konfiguriert, Multicast Gruppen für jeden Port zu abonnieren (mit IGMP-JOIN-Nachrichten) und Multicast-Daten zu empfangen. Auch die Sendeseite (Headend) emulierte das Testcenter mit Smartbits; über einen Gigabit Ethernet Port speisten EANTC 300 künstliche Datenströme mit je 3,3 MBit/s ein. Die Anwendung Smartflow setzt den Schwerpunkt auf die Prüfung des Multicast-Datendurchsatzes;



Unterstützt durch eine umfangreiche Installation von Smartbits-6000-Messgeräten von Spirent Communications, analysierte EANTC das Verhalten eines Switches jeden Anbieters unter Volllast mit bis zu 240 optischen Fast-Ethernet-Ports



Dieses Netzdesign war die Basis für die Entwürfe der beiden Anbieter Cisco und Controlware

mit einem binären Suchalgorithmus werden die Maximalwerte für das Gesamtsystem ermittelt.

Cisco und Controlware/Riverstone bestanden den Test mit einem einzigen Fernsehkanal problemlos, der Test mit 300 aktiven Fernsehkanälen zeigte jedoch in beiden Fällen eine deutlich reduzierte Leistung von zirka 60 Prozent Durchsatz – bis zum Redaktionsschluss konnte der Leistungseinbruch nicht exakt den getesteten Switches oder Fehlern im Messaufbau zugeordnet werden. Die Fehlersuche ist bei derartigen großen Testaufbauten sehr komplex.

Quasi als Nebeneffekt des Testdurchlaufs prüfte das Testcenter auch, ob die Switches der Multicast-Signalisierungslast gewachsen sind: Beim Start des Tests schalteten alle emulierten Endgeräte gleichzeitig ihre „Fernseher“ ein, das heißt die Switches mussten 720 JOIN-Anfragen schnellstmöglich bearbeiten. Dies gelang den beiden Systemen problemlos. Die Skalierbarkeit der IGMP-Protokollimplementierungen überraschte positiv.

Die Umschaltung der Fernsehkanäle dauerte zwischen 1,5 und 2,0 Sekunden – ein recht hoher Wert im Vergleich zur

digitalen Signalübertragung über Satelliten (zirka 1,0 Sekunden) oder gar dem analogen Kabelfernsehen (keine Verzögerung). Messungen des EANTC mit der Anwendung Spirent Smartmulticast-IP zeigten, dass die Switches nur einen Anteil von 0,1 Sekunden an der Umschaltzeit hatten; die restliche Zeit benötigte die Settop Box, um sich an das neue MPEG-Signal anzupassen. Das ist teilweise systembedingt, denn MPEG-2 sendet nur jede halbe Sekunde ein komplettes Vollbild.

### Umschaltzeiten bei Netzausfällen

Ein sehr kritischer Aspekt für den Netzbetreiber ist die Verfügbarkeit des TV-Dienstes. Fernsehzuschauer sind eine nahezu 100-prozentige Verfügbarkeit von terrestrischer Übertragung und Kabelfernsehen gewohnt. Dieser Wert kann in einem IP-basierten Netz nur mit Redundanzmechanismen erreicht werden. Zusätzlich zu redundanten Ethernet-Switches und IP-Routern werden auch auf der Multicast-Verteilungsebene Ersatzschaltungen benötigt. Deshalb testete das EANTC die Zeit, die für die Umschaltung von einem aktiven Rendezvous Point (zentraler Knoten im Multicast-Netz) auf seinen Backupknoten benötigt wird.

Die Testnetze bewältigten die Umschaltung nach einem simulierten Ausfall des primären Rendezvous Point (RP) innerhalb von nur zwei Sekunden. Allerdings, und darüber waren die teilnehmenden Hersteller genauso erstaunt wie die Tester, wurden zwischen 4 und 28 Sekunden für die Rückumschaltung benötigt, nachdem der primäre RP wieder eingeschaltet worden war. Während dieser Zeit standen die Fernsehkanäle nicht zur Verfügung.

### Skalierung bei Video on Demand

Zusätzlich überprüften die Experten des Testcenters EANTC die Skalierbarkeit der Video-on-Demand-Lösungen. Wie bereits vorher beschrieben, wird dabei für jeden Benutzer ein eigener Datenstrom (Unicast) erzeugt. Deshalb wurden mit einem Simulator viele parallele Videoströme angefordert, bis der physikalische Port des Video-servers voll ausgelastet war. Wir konnten am Videoserver, der über einen Gigabit-Ethernet-Anschluss verfügte, bis zu 700 MBit/s erreichen, das heißt etwa 300 parallele Videoströme. Die Videoqualität blieb dabei erhalten, es waren keinerlei Qualitätseinbußen oder Unterbrechungen sichtbar.

### Fazit

Die Analyse der Multicast-Übertragungseigenschaften für TV-Dienste über IP und auch die Prüfung des Video-on-Demand Servers kamen zu einem positiven Ergebnis. Auch bei Vollauslastung bewältigten die Switches die Multicast-Signalisierung bravourös. Bei einer kleinen Anzahl von Multicast-Gruppen erreichten sie beide die maximal möglichen Bandbreiten (wirespeed), bei einer sehr großen Anzahl von Gruppen arbeiteten sie ebenfalls stabil und zuverlässig. Lediglich die Umschaltzeiten der Rendezvous Points (RPs) sollten die Hersteller Cisco und Controlware/Riverstone noch optimieren.

Dieser Test für EWE Tel hat bestätigt, dass die evaluierten Netzkomponenten von Cisco und Controlware/Riverstone für die Übertragung von TV- und Video-on-Demand-Datenströmen sehr gut geeignet und marktreif sind. (SW)

### Messgerät Spirent Smartbits SMB6000

Die Tests wurden mit den Ethernet- und IP-Lastgeneratoren Smartbits 6000B von Spirent Communications, ausgestattet mit Gigabit- und 10-Gigabit-Ethernet-Schnittstellen, durchgeführt. Insgesamt stehen pro Chassis zwölf Slots für Module zur Verfügung. Bei Bedarf von weiteren Anschlüssen lassen sich mehrere Smartbits zu einem logischen System zusammenschalten.