

# Fliegendes Netz transportiert Sprache und Daten

Uwe Metzroth

**Ob Samstagabend-Show, ein Messerudgang oder die Fußball-Live-Übertragung – bei den „fliegenden Netzen“, die im Rahmen von Großveranstaltungen aufgebaut werden müssen, setzt das Zweite Deutsche Fernsehen seit einiger Zeit auf die Konvergenz von Sprache und Daten. Denn mit der Nutzung von Voice over IP erübrigt sich die Installation von getrennten Netzen für Datenkommunikation und Telefonie und damit der fast doppelte Zeit- und Kostenaufwand.**

Mehr als 50 Redakteure arbeiten hinter der Bühne, wenn Thomas Gottschalk im Rampenlicht seine Showgäste begrüßt. Ihre Arbeitsplatzrechner sind miteinander vernetzt und – je nach Umfang der Installation – über einen Router Cisco 3640 und einen oder mehrere Router Cisco 3620 und Switches mit dem lokalen Datennetz (LAN) in der ZDF-Zentrale in Mainz-Lerchenberg verbunden. Bei Veranstaltungen im Ausland wird die Datenverbindung über eine internationale Mietleitung und zwei Sprach-Daten-Multiplexer für Bild, Ton und Daten hergestellt. In Deutschland läuft die Anbindung über eine Datendirektverbindung mit Wählbackup nach Mainz oder zu einem der nächsten ZDF-Landesstudios und von dort über das eigene Netz (Corporate Network) des Fern-

sehsenders zur Zentrale in der rheinland-pfälzischen Landeshauptstadt. Auf diese Weise kann jeder Mitarbeiter an jedem beliebigen Veranstaltungsort auf die gewohnte Netzumgebung des Sendezentrums zugreifen.

Zusätzlich zu diesem Datennetz hinter der Bühne wurde früher bei Großereignissen noch eine eigene Telekommunikationsinfrastruktur aufgebaut. Über eine gemietete Telefonanlage konnten die Mitarbeiter bei Live-Übertragungen von ihrem zeitweiligen Arbeitsplatz aus telefonieren. Doch seit mehr als einem Jahr gehört dieser doppelte Zeit- und Kostenaufwand der Vergangenheit an: Mit Hilfe der Sprachübertragung per Internet-Protokoll – kurz „Voice over IP“ (VoIP) – muss heute nur noch ein einziges Kabel verlegt werden: Die „flie-

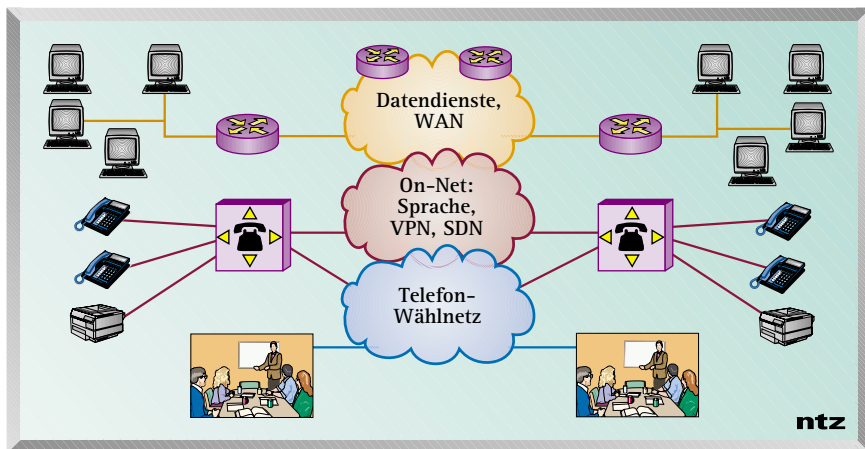
genden Netze“ auf den Großveranstaltungen dienen nun sowohl der Daten- als auch der Sprachübertragung.

## Sinkender Aufwand, sinkende Gesprächsgebühren

Geringerer Installations- und Wartungsaufwand sowie deutlich niedrigere Kosten sind die Folge der Konvergenz. Vor allem die häufigen Telefonate mit der Sendezentrale in Mainz sind nun völlig gebührenfrei, da sie komplett über die ohnehin existierende Dateninfrastruktur abgewickelt werden. Und da das lokale

## Auf einen Blick

**Gerade wenn Außenstellen oder – wie beim ZDF – provisorische Netze aufgebaut und mit der Zentrale verbunden werden müssen, bietet es sich an, auch die Sprache über das Datennetz zu leiten. Dies spart Zeit beim Aufbau der Netze und Kosten im laufenden Betrieb.**



Die Ausgangslage beim ZDF: Eigene Netze für Daten und Sprache verursachten hohe Kosten (Quelle: NK Networks & Services)

Netz am Veranstaltungsort mit Hilfe eines Routers auch an das örtliche Telefonnetz angekoppelt ist, sind darüber auch die üblichen Orts- und Ferngespräche zu entsprechenden Gebühren möglich.

Ähnliches gilt für die Dateninfrastruktur in der ZDF-Zentrale: Sie ist über 30 ISDN-Kanäle mit dem dort installierten Siemens-Kommunikationssystem Hicom 300 verbunden. IP-Telefonate – egal ob sie aus dem Datennetz in Mainz oder beispielsweise aus dem „fliegenden Netz“ bei einer Großveranstaltung kommen – können über die Telefonanlage in das öffentliche Telefonnetz weitergeleitet werden. Der große Vorteil: Das ZDF muss bei Gesprächen über diese Verbindung nicht die teuren internationalen Ferngesprächsgebühren bezahlen, sondern es fallen nur die Gebühren ab dem Standort Mainz an.



### **Historisch gewachsene Kommunikationsnetze**

Die Netztradition des ZDF ist lang und von einem stetig steigenden Bedarf an Übertragungsbandbreiten geprägt. Ursprünglich gab es hier einmal zwei verschiedene Systembereiche: Der Großrechner, an den auf dem Gelände des Sendezentrums in Mainz und in den Außenstudios knapp 5000 Terminals und Drucker angeschlossen waren, und daneben gab es ein Anfang der 90-er Jahre für den Produktionsbereich installiertes 100-Mbit/s-Multiplexnetz mit FDDI-Backbone, in das die Server zum Teil direkt, zum Teil per Ethernet über Bridges eingebunden waren. Die Verteilung in die einzelnen Gebäude auf dem Gelände lief über Switches und Hubs.

Anfangs waren nur wenige Anwendungen in den FDDI-Backbone integriert, der mit etwa 100 Nutzern startete. Dazu zählte etwa das Leitungsbestellsystem Leika, das mit drei Hubs realisiert wurde, die über Ethernet-Lichtwellenleiter verbunden und über eine Bridge an den Backbone angebunden waren. Dazu kamen als weitere Anwendungen die Antennensteuerung der Satellitenanlage und der erste Webserver des ZDF, mit Router-Anbindung zum lokalen Internetanbieter. Den ersten, noch überschaubaren Anwendungen folgte rasch eine Fülle weiterer Programme, die heute vom digitalen Bildbearbeitungssystem Bidas und anderen digitalen Bild-datenbanken über SAP-R/3-Anwendungen und verschiedene Steuerungssysteme etwa für MAZ-Anlagen, den Sendeablauf oder die Multikas-settenanlage bis hin zum „Digitalen Produktionssystem Aktuelles“ (DPA), Online-Buchungssystemen, verschiedenen Webanwendungen oder dem Kassensystem des ZDF-Kasinos reicht.

Bandbreitenengpässe waren daher schon bald die Folge dieser rasch wachsenden Anzahl der Nutzer und Programme. Mit der vorhandenen Infrastruktur war es weder möglich, die Anwendungen mit ausreichender Bandbreite in die 60 Verteiler auf über 40 Etagen zu bringen, noch konnten den Nutzern ihrem anwendungsspezifischen Bedarf entsprechende Bandbreiten zur Verfügung gestellt werden. 1996 fiel deshalb die Entscheidung, den FDDI-Backbone aufzulösen und ein neues, vollständig geschwitchtes Ethernet- bzw. Fast-Ethernet-Netz aufzubauen. Daran sollten sowohl das FDDI-Netz als auch die Hostanwendungen angekoppelt werden. Zudem war vorgesehen, komplexe Netze logisch in mehrere Virtuelle LAN (VLAN) zu segmentieren. Realisiert wurde dieses Konzept vom Kölner Full-Service-Provider NK Networks & Services mit Hilfe von Switches der Catalyst-Familie von Cisco Systems.

Das Netz des ZDF umfasst in seiner heutigen Form zwei zentrale Serverfarmen, die aus Windows-NT-Servern und zahlreichen Unix-Systemen bestehen. Diese Server sind je nach Anwendung im Sendebetriebsgebäude oder im Haustechnikgebäude untergebracht. Beide Standorte sind mit mehreren Switches Catalyst 6500 ausgestattet, die untereinander über einen Backbone mit einer Bandbreite von 4 Gbit/s verbunden sind und als Verteiler in die sternförmig mit Ethernet und einer Bandbreite von 1 Gbit/s an das Sendebetriebsgebäude und die Haustechnik angebundenen Gebäude auf dem rund 1 Mio. m<sup>3</sup> großen Grundstück dienen.

Je nach Größe der angeschlossenen Gebäude folgt dort eine Unterverteilung auf die einzelnen Geschosse mit

Catalyst-6500-Switches. Am Ende der Kette schließlich stehen je nach Anzahl der benötigten Ports Catalyst 2948 mit 24 Ethernet-Ports. Dem Bedarf entsprechend kann den insgesamt rund 5000 Anwendern dort eine Bandbreite von 100 Mbit/s dediziert zur Verfügung gestellt oder aber ein Switchport von mehreren Druckern über einen Hub als gemeinsames Medium genutzt werden. In Bereichen mit höherem Bandbreitenbedarf werden ebenfalls Catalyst-6500-Switches benutzt.

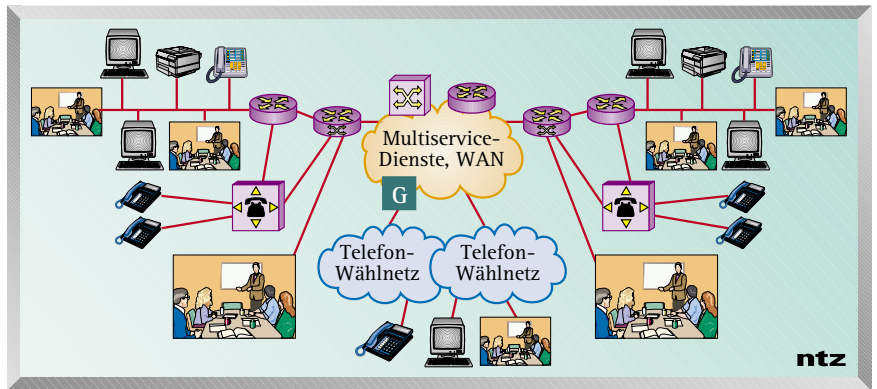
Uwe Metzroth ist Leiter des Netzwerkteams beim ZDF in Mainz.

## Bandbreitenprobleme sind jetzt gelöst

Als Übertragungsprotokoll verwendet das ZDF-Netz mit wenigen Ausnahmen durchgängig TCP/IP. Die Nutzer sind auf derzeit 50 verschiedene VLAN verteilt, denen jeweils maximal 252 Anwender logisch zugeordnet werden können. Für die Datensicherung gibt es parallel zum LAN noch unternehmensweite SAN-Lösungen (Storage Area Network). Zur Verbindung zwischen dem Hauptstadtstudio Berlin und der Sendezentrale in Mainz ist eine eigene ATM-Strecke (Asynchroner Transfermodus) geschaltet. Weil der Bandbreitenbedarf ständig steigt, wächst das ZDF-Netz permanent und wird stetig weiter geplant und ausgebaut.

Zu dieser Infrastruktur gehören neben der Zentrale und der Dependence in der Hauptstadt auch die verschiedenen Landesstudios in Deutschland und die ZDF-Auslandsstudios in aller Welt. Über den vorhandenen Rundfunk-Kommunikationskanal für den Austausch von Bild- und Tonsignalen von und zu den Landesstudios wurde von der Deutschen Telekom die noch freie Bandbreite von 512 kbit/s als Standleitung bereit gestellt. Über diese WAN-Strecken und Wählleitungs-Backup sind die 16 innerdeutschen Studios über Router Cisco 3660 in Mainz und Cisco 3620 am jeweiligen Standort mit dem Netz in der Zentrale verbunden.

Die Anbindung der Auslandsstudios läuft – je nach örtlichen Gegebenheiten – über unterschiedliche Wege: Von der 64-kbit/s-Modem-Verbindung über das



Die Netzmigration von der getrennten parallelen Infrastruktur zu einem integrierten Kommunikationsbackbone für alle Dienste einschließlich Sprachübertragung senkt beim ZDF die Betriebskosten und reduziert die notwendige Kapitalbindung (Quelle: NK Networks & Services)

Internet und DSL bis hin zu Mietleitungen mit höherer Bandbreite ist alles vertreten. Die Nutzung von VPN (Virtuelle Private Netze), die eine verschlüsselte Datenkommunikation über einen „Tunnel“ ermöglichen und über die ebenfalls mit der Cisco-VoIP-Lösung telefoniert wird, gewährleistet dabei ein hohes Maß an Sicherheit.

Korrespondenten und Redakteure, die ständig weltweit unterwegs sind, greifen per Fernzugriff auf das Netz in Mainz zu. Für diesen Nutzerkreis wurde eine internationale „Freecall“-Nummer eingerichtet und ein Zugangsserver Cisco 5300 installiert. Zur Steuerung und Überwachung der Aktivitäten in diesem Bereich wurde auf zwei NT-Server im Netz die Software Cisco Secure Access Control Server 3.0 in Verbindung mit einem TokenCard-Server implementiert. Durch die beim ZDF entwickelte Software Verdi werden die in diesem System gesammelten Daten ausgewertet und der Kostenverrechnung zugeführt. Um auch in diesem Bereich die Kosten zu senken, wird derzeit eine verschlüsselte VPN-Lösung aufgebaut, so dass das Internet als Übertragungsmedium genutzt werden kann.

## Außenstellen sind Teil des Gesamtnetzes

Die Auslandsstudios rund um den Globus sind – neben den „fliegenden Netzen“ bei Großveranstaltungen – der zweite große Bereich im ZDF, in dem es bereits umfassende praktische Erfahrungen mit Voice over IP gibt. So sind in den Büros in Tokio, Tel Aviv, Moskau, Warschau, Rom, London, Wien, Washington, New York und Brüssel jeweils ein bis zwei IP-Telefone des Typs Cisco 7960 installiert. Die dafür notwendigen Investitionen haben sich schnell bezahlt gemacht, denn die Telefonate zwischen den Auslandsstudios und mit der Main-

zer Sendezentrale können nun über das IP-Phone gebührenfrei abgewickelt werden. Einziger Nachteil: Zur Zeit gibt es noch keine Verbindung zu den Telefonanlagen in den Studios, so dass eine Weitervermittlung von Gesprächen nicht möglich ist. Die IP-Telefone sind vielmehr als Nebenstellen des Mainzer Telekommunikationssystems zu betrachten. Zukünftig sollen aber die Anzahl der IP-Endgeräte in den einzelnen Büros erhöht und auch eine Ankopplung an die örtlichen Telefonanlagen vorgenommen werden. Außerdem ist die Einbeziehung weiterer Auslandsstudios in das Voice-over-IP-Konzept geplant. Denn der Kostenvorteil ist immens: So konnte alleine das ZDF-Studio in Tel Aviv damit seine Telefongebühren insgesamt um rund 40 % senken.

Doch die schmalbandige 64 kbit/s-Anbindung des Büros brachte auch die Kinderkrankheiten der neuen Technik ans Licht, denn durch die notwendige Komprimierung der Daten sinkt die Sprachqualität bis an die unterste Grenze. Die finanziellen Vorteile überwiegen jedoch diesen Komfortverlust. Die Sicherung der Dienstgüte (QoS, Quality of Service) und die Priorisierung der Sprach- und Datenpakete auf den Mietleitungen war die größte Herausforderung in dem von NK Network & Services realisierten Projekt. Heute läuft Voice over IP beim ZDF vollkommen stabil. Eine dynamische Bandbreitenverwaltung sorgt dafür, dass immer entsprechende Übertragungskapazitäten für die Sprache im Datennetz zur Verfügung stehen. Ist dies wegen eines aktuell hohen Datenaufkommens oder einer Störung nicht möglich, werden die Gespräche – für den Anrufer unbemerkt – über das normale Telefonnetz umgeleitet. Das ist dann zwar teurer, aber die Erreichbarkeit kann so hundertprozentig gesichert werden. ■