

2. Fernsehtechnische Anforderungen an die Datenverarbeitung

2.1. Traditionelle Bearbeitung von Fernsehbeiträgen

Die derzeitige Bearbeitung eines Beitrages für Nachrichten- und Magazinsendungen ist stark an das Videoband gebunden. Hereinkommende Signale werden auf Band aufgezeichnet bzw. sind schon während der Akquisition auf Band aufgezeichnet worden. Anschließend werden eine Anzahl von Arbeitskopien, das Sendeband und eine oder mehrere Kopien für das Archiv erstellt. Diese Serie von Kopiervorgängen verschlechtern die Bild- und Tonqualität des Beitrages. Viel elementarer für die Herstellung dieser Beiträge ist der Zeitfaktor, der in der Erstellung von Nachrichten- oder Magazinsendungen entscheidend ist, um sich von der Konkurrenz abzuheben. Daher wird in zukünftigen Systemen das Band teilweise oder sogar völlig verschwinden.

[Wel/Ban 5/96]

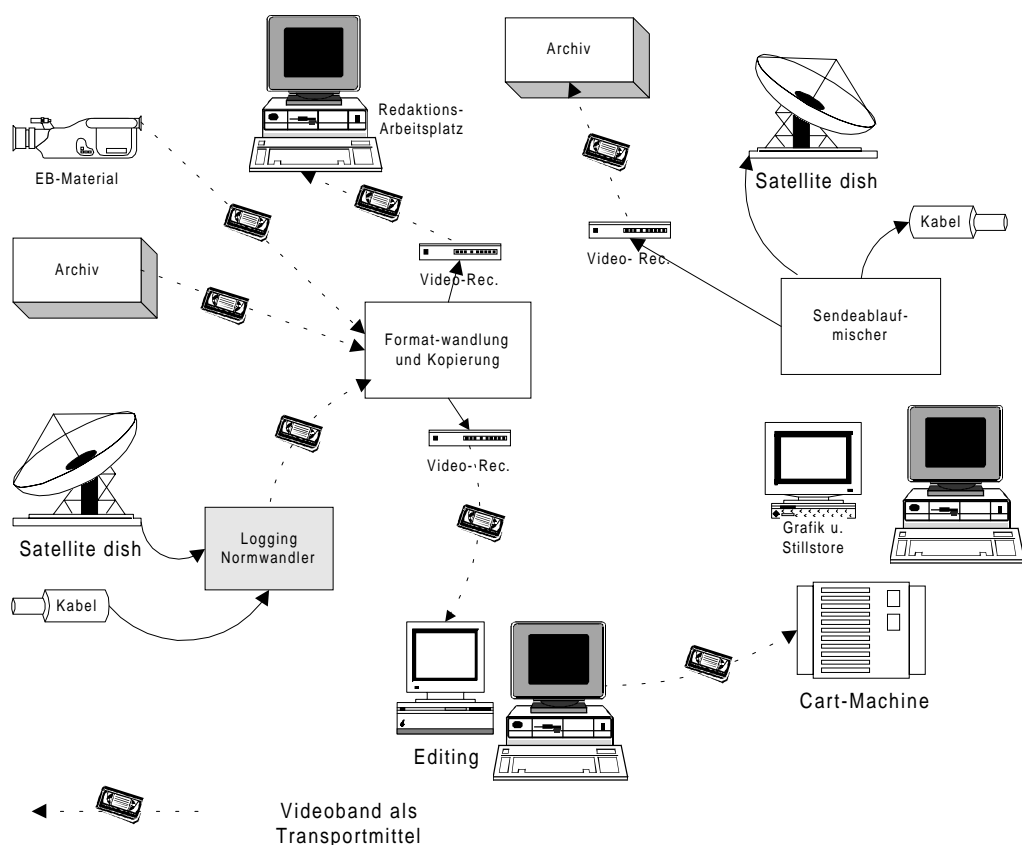


Abb.2.1: Traditionelle Beitragserstellung [Wel/Ban 5/96]

2.2. Fernsehen im digitalen Umfeld

Die Fernsehwelt befindet sich hinsichtlich ihrer technologischen Möglichkeiten im Umbruch. Neue Technologien halten ihren Einzug und verändern die Arbeitsabläufe.

2.2.1. Allgemeines

Der Bereich Fernsehen kann wie folgt unterteilt werden:

- Studiobereich:
 - Regie,
 - Akquisition,
 - EB-Bearbeitung (Electronic Broadcast¹),
- Redaktionsbereich,
- Verteilung.

Für den Bereich der Regien für Video und Audio hat sich die „Digitale Serielle Komponente“ auf der Basis des Standards ITU-Rec. 601 etabliert (siehe Anhang A).

Gegenwärtig vollzieht sich in der EB-Bearbeitung (Bereich der Zuspierung und Bearbeitung) ein Übergang von speziell für diesen Komplex entwickelten Geräten auf universelle, meist auf klassischer Computertechnologie basierende Systeme. Grundidee dieser Entwicklung ist die vollständige Integration der Bild- und Tonbearbeitung in ein Computersystem. Im Gegensatz zu konventionellen Steuersystemen werden nicht nur Adressen des Bild- und Tonmaterials sowie Daten zur Steuerung der angeschlossenen Geräte, sondern auch Bild- und Tonsignale innerhalb des Computersystems gespeichert, verwaltet und bearbeitet. Die Übertragung von bitratenreduzierten und paketierte Fernsehsignalen nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein, da nur damit eine ökonomische Einführung möglich ist. Die wenigsten Interfaces sind in der Lage, ein seriell-digitales Studiosignal mit 270 MHz in Echtzeit mit allen Synchronisationsaspekten zu verarbeiten.

Fernsehsignale (-daten) werden z.B. von ENG (Electronic News Gathering²) -Einrichtungen per Satellit oder WAN in digitaler Form an das Studio übermittelt. Diese Signale werden im Produktionsbereich mit vernetzten NLE (Non-Linear-Editing³) -Systemen bearbeitet und verteilt sowie anschließend archiviert.

¹ *Electronic Broadcast*: Elektronische Berichterstattung

² *Electronic News Gathering*: Das „Sammeln“ von „Nachrichten“ mit tragbaren elektronischen Ton- und Bild-Aufzeichnungsgeräten

³ *Non-Linear-Editing*: Nichtlinearer elektronischer Bildschnitt, der das zeitlich beliebige Einfügen, Austauschen, Vertauschen, Voranstellen, Rückwärtsabspielen, gezielte Vervielfältigen und Kürzen erlaubt. Das ist nur möglich, wenn die originalen Bilder digitalisiert wurden und in Form von Files auf Hard Disk oder anderen digitalen Massenspeichern gespeichert wurden. [Mey 95]

Weiterhin ist die Anbindung von Außenstudios und Postproduction-Einrichtungen an die Studios vorzusehen sowie die Übertragung von Live-Sendungen über das WAN.

Im Redaktionsbereich kommen ebenfalls Datennetze zum Einsatz, die über Multimediafähigkeit verfügen müssen.

Vom Studio ausgehend werden abschließend digitale, datenreduzierte Fernsehsignale verteilt und dem Empfänger übermittelt [Zie 97], [FKT 6/96]

2.2.2. EB-Bereich (Electronic Broadcast)

2.2.2.1. Bandlose, digitale Speicher- und Bearbeitungssysteme

Der direkte, kurzfristige Zugriff auf das Bild- und Tonmaterial bandloser, digitaler Speichersysteme erlaubt die zeitgleiche Darstellung beliebiger Zuspelsequenzen, charakterisiert durch die chronologisch lineare Wiedergabe von chronologisch nichtlinear gespeicherten Bild- und Tonsequenzen. Das heißt, daß das Kopieren des Originalmaterials zur Herstellung einer chronologisch linearen Aufzeichnung nicht mehr notwendig ist. Die konsequente Nutzung dieses direkten Zugriffs führt zu neuen, flexiblen Arbeitsweisen (NLE - Non-Linear-Editing).

Die Einbindung einzelner bandloser Systeme als Workstation in digitale Architekturen mit Servern und Netzwerken als integrale Bestandteile bandloser Produktionssysteme auf der Basis standardisierter Datenverarbeitungskomponenten, ermöglicht durchgängig bandlose Produktionsstrukturen mit „nonlinearer“ Funktionalität.

Die Speicherung und Verarbeitung von Bildsignalen stellt hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit digitaler Systemkomponenten und erfordert Kompromisse. Dabei stehen auf der einen Seite Systeme auf der Basis teurer Hochleistungscomputer und/oder spezialisierter Hardwarekomponenten mit transparenter¹ Bildspeicherung geringen Umfangs. Auf der anderen Seite sind Systeme auf Grundlage preiswerter, standardisierter DV-Komponenten mit datenreduzierter Bildspeicherung und hohen Speicherkapazitäten.

Hochleistungsgeräte:

Transparente, digitale „on-line“-Systeme² sind auf der Grundlage spezialisierter Hardware realisiert und stellen meist geringe Speicherkapazitäten für digitalisiertes Bildmaterial zur Verfügung (Die Realisierung nennenswerter Speicherkapazitäten erfordert in der Regel eine Datenreduzierung). Die technischen Komponenten dieser Systeme gleichen denen da-

¹ transparent: hier im Sinne von „nicht datenreduziert“

tenverarbeitender Standardsysteme. Video-Server sind digitale Speichersysteme mit konventionellen Schnittstellen zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Bild- und Tonsignalen. Datentransparente Serversysteme mit offenen Architekturen, geeigneten Betriebssystemen und von Signalspezifikationen unabhängigen Schnittstellen sind mögliche Plattformen für *künftige fernsehspezifische Applikationen*.

PC-basierende Systeme:

Die Definition der „on-line“-Fähigkeit digitaler, nonlinearer, PC-basierender Systeme orientiert sich an der erreichbaren Bildqualität, wird jedoch im Zuge der rasanten Weiterentwicklung mehr und mehr von der jeweiligen Aufgabenstellung sowie der Verfügbarkeit anwendungsorientierter Benutzeroberflächen und geeigneter Schnittstellen bestimmt. Für fernsehtechnische Aufgabenstellungen, die zugunsten produktionstechnischer Vorteile (Zeitgewinn und Funktionalität z.B. bei Nachrichten- und Magazinsendungen) Zugeständnisse an die Bildqualität zulassen, werden erste digitale, nonlineare „on-line“-Systeme angeboten.

Sowohl bei den Investitions- als auch bei den Betriebs- und Investitionsfolgekosten sind deutlich Vorteile für die bandlosen, nonlinearen Bearbeitungssysteme erkennbar. Gegenüber einem traditionellen 3-Maschinen-Schnittplatz sind die Investitionskosten erheblich geringer. Erweiterungen können kostengünstig durch Software Updates realisiert werden. Für die Instandhaltung und Softwarepflege ist langfristig mit geringeren Kosten bei bandlosen Speicher- und Bearbeitungssystemen zu rechnen, da die Systeme dann ausgereift sind und Updates nur bei Bedarf erworben werden. Dagegen ist bei bandgebundenen Systemen mit konstant hohen Kosten, z.B. für Kopfradwechsel zu kalkulieren.

Durch verkürzte Schnittbearbeitungszeiten kann von einer Einsparung der Produktionskosten ausgegangen werden.

Bezüglich der Datensicherheit müssen bandlose Systeme vergleichbare Parameter aufweisen wie bandgestützte Systeme. Dazu stehen folgende Möglichkeiten bereit:

- Ausführung lokaler Festplatten in RAID-Technologie,
- unterbrechungsfreie Stromversorgung,
- Plattenspiegelung, Duplexring, Backup-Medien (Streamer).

Im Bereich der Meßtechnik wird die Aufgabenstellung des Meßtechnikers hin zum Systemingenieur gewandelt, da die klassische Trennung der Meßtechnikbereiche Audio, Video und Rechnertechnik entfällt. Die Systeme lassen sich nur noch in ihrer Gesamtheit behandeln und bieten daher langfristig Rationalisierungspotential in den Meßtechniken.

² „on-line“ : Erstellung eines sendefähigen Endprodukts im Sendeweg

[AKO 1/95]

2.2.2.2. Archivsysteme

Fernseharchive bilden das Zentrum der Aufbewahrung des Programmvermögens jeder Rundfunkanstalt. Die endliche Lebensdauer von Speichermaterialien und des notwendigen Reproduktionsgeräts stellt an die Archivare schwierige Aufgaben. Zum anderen wächst die Erkenntnis, daß die eigentlichen Werte aller Broadcast-Unternehmen in den Archiven liegen. Der Zweit- oder Mehrfachverwendung von audiovisuellem Material kommt eine immer höhere Bedeutung zu. So deckt die Erstausstrahlung eines Programms derzeit nur ca. 60 % der Produktionskosten. Damit wird eine effiziente Archivierung zu einem wirtschaftlichen Zwang.

Ein entscheidendes Problem in den Fernseharchiven ist die historisch gewachsene Vielfalt der zu verwaltenden technischen Formate des Bildmaterials. Die sich daraus ergebenden unterschiedlichen Abwicklungsmechanismen könnten bei Nutzung einer standardisierten Schnittstelle minimiert werden. Da in der klassischen Datenverarbeitung seit langem mit großen Datenmengen operiert wird, müssen sich ergebende Technologiesynergien berücksichtigt werden. Speziallösungen für den Broadcast-Bereich sind nicht angeraten (Kostenfrage).

Wenn auch in absehbarer Zukunft im Archiv mit bandbezogenen Speichersystemen zu rechnen ist (insbesondere für Material, auf das nicht in kürzester Zeit zugegriffen werden muß), so ist die künftig von klassischen Videoformaten unabhängige Beschreibungsform der digitalen Videodaten ein entscheidender Vorstoß. Diese Betrachtungsweise führt zu einer Archiv-Serverstruktur, in der das eigentliche Bandlaufwerk (Streamer) lediglich als Speichersystem eingesetzt wird. Eine solche Serveranordnung beschreibt letztendlich einen „signalneutralen“ Massenspeicher, der in seiner Struktur keinerlei Spezialisierung unterliegt. Einen zentralen „Superspeicher“ für alle angeschlossenen Bereiche wird es in absehbarer Zeit nicht geben. Vielmehr wird es auf Grund unterschiedlicher Mengen, Sicherheitsaspekte sowie Verfügbarkeiten und Zugriffsgeschwindigkeiten eine Massenspeichertopologie geben, die hierarchisch auf der Zeitachse sowie funktionszugeordnet gestaffelt sein wird:

- Aktualitätenspeicher,
- Bearbeitungsspeicher,
- Sendespeicher,
- Langzeitarchivspeicher.

Die Forderung nach der Öffnung von Archivsystemen in Richtung Redaktionsarbeitsplätzen ergibt sich aus einer massiven Erhöhung des Zeitdrucks bei der Erstellung von Fernsehbeiträgen und der oben genannten Erfordernis nach mehrfacher Verwendung des archivierten Materials zur Kostensenkung sowie aus der Verfügbarkeit der technischen Voraussetzungen zur dezentralen Recherche durch archivexterne Stellen. Als multimediale Erweiterung der

Redaktionsrecherche ist unbedingt eine Einspielung von Bewegtbild und Ton am Redaktionsarbeitsplatz gefordert (siehe 2.2.3. Redaktionsbereich). [Hei 5/96], [AKO 1/95], [FKT 7/96]

2.2.3. Redaktionsbereich

Journalisten müssen eine Vielzahl von Informationsquellen zentral von ihren Arbeitsplätzen nutzen können. Der Journalist erstellt an seinem Arbeitsplatz seine Nachrichtenmeldung. Dabei greift er auf eine sehr wichtige Informationsquelle, das Nachrichtenverteilsystem, zu, um die aktuellsten schriftlichen Mitteilungen von den Nachrichtenagenturen zu erhalten. Diese vernetzten Terminals mit Nachrichtenverteilsystem sind Bestandteil jeder Redaktion, im Hörfunk wie in der Fernsehberichterstattung. Um schnellstmöglich an zuverlässige Informationen zu gelangen, können Telex, Telefax, Telefon und Standleitungen über Kabel oder Satellit als Informationsträger bzw. Leitung genutzt werden. Mittels weltweit operierender Computernetzwerke (CompuServe/Internet) sind Verbindungen in alle Welt aufzubauen. Für die schnelle Kommunikation der einzelnen Journalisten steht ein „Video-Mail- bzw. Multimedia-Mail-System“ zur Verfügung. Über das Netzwerk werden nicht nur Texte, sondern ebenfalls Video- und Audiosequenzen ausgetauscht. Als weitere Informationsquelle stehen Archive zur Verfügung. Darin findet der Journalist Informationen über Länder, zurückliegende Ereignisse, Personen, Religionen, Kulturen und vieles mehr.

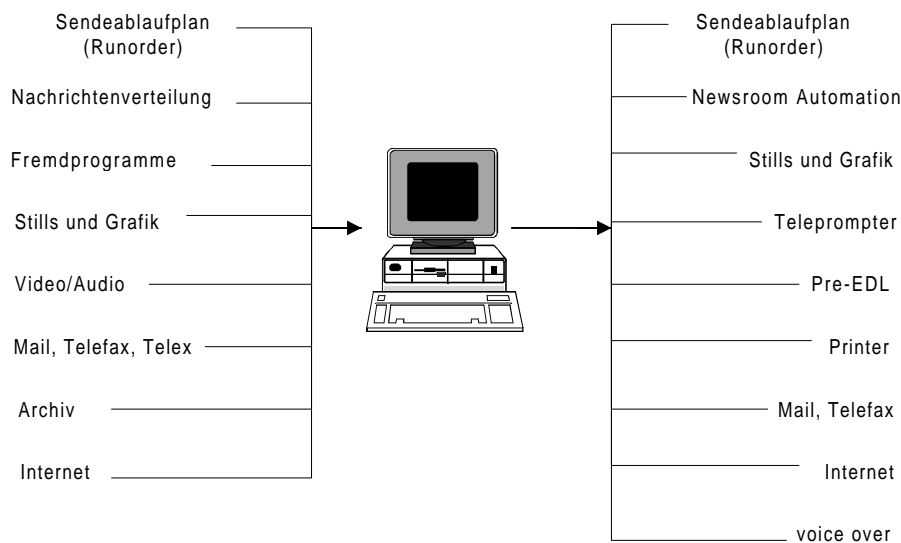


Abb.2.2: Redaktionsarbeitsplatz als Informationsknotenpunkt, nach [Wel/Ban 5/96]

Auch die Nachrichten- und Magazinsendungen anderer Rundfunkanstalten sind von Interesse. Liegt der Sendetermin nach dem des anderen Senders, kann man sich in dessen Sendung eventuell zusätzliche Informationen beschaffen oder festlegen, wie man in der eigenen Sendung berichtet, um sich von diesem Programm abzuheben. Sendetermin und zur Verfügung stehende Sendezeit sind wichtige Eckdaten zum Verfassen eines Beitrages. Diese Informa-

tionen sind aus dem Sendeablaufplan (Runorder) zu entnehmen. Der verantwortliche Redakteur aktualisiert und überwacht die Runorder gemessen an den sich ständig ändernden aktuellen Ereignissen. Am Redaktionsarbeitsplatz müssen Grafiken und Standbilder (Stills) eingesehen und kommentiert werden können. Damit findet ein ständiger Abgleich zwischen Journalist und Grafiker statt. Der Journalist, der einen Filmbeitrag erstellt, greift auf einen Browse-Server¹ zu, um das zugehörige Video- und Audiomaterial zu sichten und anhand dessen sein Skript zu erstellen. Grundlage ist das über Band (oder bandlos) akquirierte neue Material oder bereits schon archivierte Sequenzen. Datenbestände die beim Logging² generiert wurden, helfen dem Redakteur, schneller seine gewünschten Szenen aufzufinden und Informationen in sein Skript zu übernehmen. Der Journalist erstellt neben dem Sichten des Materials eine grobe Schnittliste (Pre-EDL³), die den anschließenden Prozeß des Editings⁴ deutlich beschleunigt. Im Skript sind weitere Informationen vorhanden, wie z.B. Anmerkungen für die Grafik und Schnittbearbeitung sowie der Text, der als „off“-Kommentar gesprochen wird. Die Texte für die Sprecher werden mit einem verantwortlichen Redakteur beraten. Für Live-Sendungen gibt es vom Redaktionsarbeitsplatz eine direkte Verbindung zum Teleprompter. [Wel/Ban 5/96]

¹ *Browse-Server*: Dem Redakteur muß es ermöglicht werden, einen „schnellen Blick“ auf das Bild- und Tonmaterial zu werfen. Dieses „Browsing“ kann in der geforderten Geschwindigkeit und mit den geforderten Funktionen (sofortiger Zugriff, schneller Suchlauf, sofortiges Springen an jede beliebige Position innerhalb des Programmes) mit dem auf dem Mass-Storage-System gespeicherten Material mit geringer Datenreduktion nicht geleistet werden (begrenzte Übertragungsbandbreite des Redaktionssystems). Daher ist es erforderlich, ein Abbild des archivierten Materials auf einem zweiten Datenträger mit wesentlich schnellerem Zugriff und gleichzeitig zum eigentlichen Programm zu speichern. Um den erforderlichen Speicherplatz und die damit verbundenen Kosten gering zu halten, wird nur ein hochkomprimiertes Abbild gespeichert. Die Bildqualität darf dabei im Vergleich zur Standard-TV-Qualität wesentlich herabgesetzt sein. Hierfür ist ein Komprimierungsverfahren erforderlich, das auch einen störungsfreien Suchlauf ermöglicht. Einzige Aufgabe dieses Signals ist die Sichtung über einen Redaktionsarbeitsplatz. Ein Viertel der normalen Videoauflösung wird zur Darstellung des Browsingbildes in einem Fenster mit Viertelgröße ausreichen (VHS-Qualität). Teilweise wird jedoch von den Rundfunkanstalten die Darstellung aller 25 (Voll-) Bilder einer Programmsekunde gefordert, um auch eine Schnittlistenstellung mit Hilfe des Browsingbildes zu ermöglichen. [Heit 5/96]

² *Logging*: Sichten von Video- und Anhören von Audio-Material vor dessen digitaler Abspeicherung [Mey 95]

³ *EDL* („Edit Decision List“): Schnittbestimmungsliste für die Schnittbearbeitung. [Mey 95]

⁴ *Editing*: Schnittbearbeitung

2.3. Anforderungen an Fernseednetze

Mit zunehmender Digitalisierung der Studiotechnik verändern sich die Anforderungen an die in der Fernsehtechnik genutzten Netze und deren Leistungsmerkmale. Wurden für die Übertragung von Fernsehsignalen bisher fast ausschließlich analoge Übertragungssysteme eingesetzt, so erfordern digitale Signale innerhalb des Studios und am Studioausgang auch digital arbeitende Netze, um so qualitätsmindernde Wandlungsprozesse bei der Übertragung möglichst zu vermeiden.

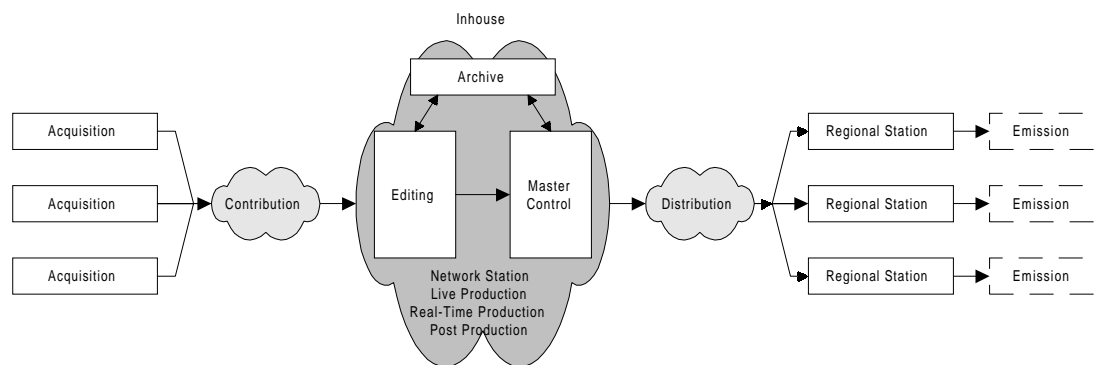


Abb. 2.3: Netze in der Programmkette [EBU 4/97]

Bei den wichtigsten, im Bereich des Fernsehens genutzten Netzen handelt es sich um:

- **Inhouse-Netze (LAN):** Vernetzung der einzelnen Produktions- und Bearbeitungskomponenten und Bereiche innerhalb einer Rundfunkanstalt. Neben der Nutzung der DSK im Bereich der Studioregien für Video- und Audio kommen die Netze im EB-Bereich (NLE-Systeme und Archivierung) und Redaktionsbereich (Redaktions- bzw. Automationsnetz mit Multimediafähigkeit) hinzu.
- **Contribution-Netze (WAN):** Über diese Netze werden Programmbeiträge, sowohl als Rohmaterial als auch als fertige Beiträge, zwischen den einzelnen Studios der Rundfunkanstalten überspielt, wobei die Forderung nach einer möglichen Nachbearbeitung der Beiträge besonders hohe Anforderungen an die Übertragungsqualität stellt.
- **Distribution-Netze:**
 - Als *Primary Distribution* wird die Zuführung des fertigen TV-Sendesignals (Bild, Ton, Videotext, VPS und Prüfzeilen) ab Studioausgang zu den Sendeanlagen verstanden, von wo aus die Signale ausgestrahlt werden.
 - Für die Versorgung der Rundfunkteilnehmer mit Fernseh- und Hörfunkprogrammen, der *Secondary Distribution*, steht folgende Infrastruktur zur Verfügung: Kabelanschluß und Satellit.

Auf Distribution-Netze wird im Verlauf dieser Arbeit nicht eingegangen.

In den Bereichen der Inhouse-Netze für Studio und EB-Bereich sowie der Contribution-Netze werden hohe Bandbreiten zur Übertragung benötigt.

Im Studio sind das 270 Mbit/s und ein Vielfaches davon bei mehrkanaliger Übertragung.

Beim Einsatz von bitratenreduzierten Fernsehdaten (25-50 MBit/s) fallen bei mehrkanaliger Übertragung oder gleichzeitigem Zugriff mehrerer Anwender im Netz sehr schnell hohe Bandbreiten an.

Eine weitere Anforderung ist die Synchronisation der Daten mit dem Umgebungstakt im Fernsehstudio, bei der echtzeitabhängigen Übertragung (Live-Zuspielungen, Programmaustausch). Hier stellt sich die Frage, ob die Netzwerktechnologien in der Lage sind, sich auf den Referenztakt des Studios zu synchronisieren. Im Bereich der Datenverarbeitung spricht man hier von isochroner Übertragung, die speziell für Echtzeit-Übertragungen wichtig ist. Die Wirtschaftlichkeit ist der treibende Faktor bei der Einführung neuer Techniken. Speziell Archivierungs- und Filetransfers werden erst dann ökonomisch, wenn sie schneller als in Echtzeit durchgeführt werden können.

Als weitere Steigerungsstufe gilt letztendlich der Multiplex von „Realtime“- und „Non-Realtime“-Applikationen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Fehlersicherheit beim Einsatz neuer Techniken. Havarielösungen sind ein „Muß“ im Studio. Auch stellt das Schalten und Routen von Fernsehdaten innerhalb des Studios eine besondere Anforderung dar. So ist es durchaus erforderlich, in einen vorhandenen MPEG-Transportstrom eine Werbeeinblendung vorzunehmen. Hierzu muß innerhalb des Datenstroms „paketgenau“ geschaltet werden.

Die Arten von Fernsehnetzen und die vorhandenen, zukünftigen und bisher diskutierten Übertragungsverfahren zeigt Tabelle 2.1.

[Zie 97], [FKT 6/96]

Quellsignale an der Schnittstelle zum Netz	Inhouse Studiointern	Contribution Studio-Studio- Verbindung	Distribution Secondary Distribution	Distribution Secondary Distribution interaktive Dienste
analog FBAS	FBAS(PAL)- Signalverteilung oder analoge Kom- ponenten (Y, C _R , C _B)	FBAS (PAL) bzw. MACP (16:9); auf analogen Richt- funkstrecken, über VBN oder via Satel- lit	PAL PALplus (16:9) über terrestrische Sender, BK-Anlagen und Satellit	-
digital DSK 270 Mbit/s gemäß ITU-R. BT 656 MPEG-2 4:2:2- Profile@ML [I-Frame] (45...50 Mbit/s) MPEG-2 4:2:2- Profile@ML [IB-Frame] (ca. 30 Mbit/s) MPEG-2 ML@MP (1,5...15 Mbit/s) M-JPEG (bis 30 Mbit/s) DVC-PRO	DSK- Signalverteilung SDH (STM-1) SDH / ATM (STM-1/AAL-1) (STM-1/AAL-5) ATM (AAL-1 o. AAL-5) Fibre-Channel SDDI Ultra-SCSI SSA IEEE 1394 („Firewire“) Gigabit-Ethernet	PDH SDH (STM-1) SDH / ATM (STM-1/AAL-1) (STM-1/AAL-5) ATM (AAL-1 o. AAL-5) bei SNG (Satellit): 34 Mbit/s (ETSI) 17 Mbit/s (ETSI) 8 Mbit/s (ETSI) 6 u. 2 Mbit/s bei proprietären Systeme- men oder auch MPEG-2 ML@MP	PAL PALplus (16:9) über terrestrische Sender, BK-Anlagen und Satellit DVB/MPEG-2- Standard zunächst nur über BK-Anlagen und Satellit; wenn freie Frequenzen für den Aufbau eines SFN vorhanden sind, dann auch über terrestrische Sender	DVB/MPEG-2- Standard über aufgerüstete BK-Anlagen (Rück- kanal); im Ortsbereich auch über das Telefonnetz mittels ADSL

MACP....Motion Adaptive Colour Plus

BK.....Breitbandkabel

SFN.....Single Frequency Network (Gleichwellennetz)

SNG.....Satellite News Gathering

ADSL....Asymmetrical Digital Subscriber Line
nente

DSK.....Dig. Serielle Kompo-

SSA.....Serial Storage Architecture

(siehe auch Abk.-Verz.)

Tab.2.1: Übertragungsverfahren in Fernsehnetzen, nach [Zie 97], [FKT 6/96]

2.3.1. Inhouse-Netze

Zu Beginn des Übergangs zu neuen, auf digitalen Komponenten basierenden Produktions-techniken stand vielerorts die Forderung nach einem für alle Anwendungen zugänglichen einheitlichen Netz. [NDR 4/96]

Diese Möglichkeit, ein einziges großes Netz für die Datenvernetzung einer Sendeanstalt zu verwenden, erscheint nur auf den ersten Blick logisch. Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, sind die Anforderungen aus den einzelnen Bereichen sehr unterschiedlich. Im EB-Bereich müssen sehr breitbandige Fernsehdaten (und -signale) mit hohen Ansprüchen bezüglich Qualität und Zeitverhalten übertragen werden. Produktions- und Datenbankserver im EB-Bereich benötigen leistungsfähige Workstations und ein Hochleistungsnetzwerk. Der Server selbst muß genügend Bandbreite haben um gleichzeitig mehrere Videoströme bzw. Media-Files verarbeiten zu können.

Dagegen steht im Redaktionsbereich die Verteilung einer Vielzahl unterschiedlicher Daten mit unterschiedlichen Bandbreiten-, Qualitäts- und Zeitanforderungen im Vordergrund, notwendig ist die Gesamtkontrolle sowie Zuverlässigkeit und präzises Timing. Die Anzahl der Clients kann sehr hoch sein, von einigen dutzend bis zu mehreren hundert. Die größte Rundfunkanstalt Europas, der WDR in Köln, verfügt derzeit über 1600 Stationen im Netz. Im Endausbau sind 2500 geplant.

[PC-Netze 7/96]

Diese Anforderungen in einem Ein-Netz-System zu implementieren ist zu komplex. Zudem sind meist bestehende Netze einzubinden, was kaum so möglich ist, daß ein einheitliches System entsteht. Desweiteren müssen nicht alle Komponenten von einem Hersteller stammen, d.h. bei vorhandenen offenen und anerkannten Schnittstellen sollen auch diese Bestandteile integrierbar sein.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Bedienung der Quellen und Verteilsysteme im EB-Bereich (Archive, Schnittplätze, Ausspielstationen etc.). Diese ebenfalls in die Interfaces zur Übertragung der breitbandigen Fernsehdaten einzubeziehen ist wenig sinnvoll, da der Transport der Steuerdaten weitestgehend rückwärts gerichtet ist und das Timing der Signaldaten und der Steuerinformationen nicht zusammenfällt. Herkömmliche Automationssysteme steuern die angeschlossenen Geräte auf einem niedrigen Niveau, d.h. sie benutzen nur sehr einfache Steuerbefehle. Dadurch wird gewährleistet, daß diese Geräte zuverlässig und schnell beeinflußt werden.

Wollte man einen Produktions- und Datenbankserver solchermaßen steuern, wird dieser Vorgang sehr umfangreich. Er umfaßt zahlreiche einzelne Aufgaben, wie:

- Speicherverwaltung,
- Elemente (Video, Audio, Grafiken u.s.w.) und Beiträge verwalten und adressieren,

-unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeiten der beteiligten Festplatte, Netzwerke und Videointerfaces sowie deren Puffer.

Auf einem Produktions- und Datenbankserver werden hunderte verschiedene Datenelemente verwaltet, die zusammen einen Programmpunkt ergeben. Alle müssen zusammen angesteuert werden, um ein einzelnes Video wiederzugeben. In kleineren Systemen wäre diese Aufgabe durchaus noch mittels eines Ein-Netz-Systems durchführbar, bei größeren Systemen muß dieses von einem eigenständigen System übernommen werden.

Ein weiterer Grund für ein unabhängiges System ist die Redundanz. Von großem Vorteil ist die Möglichkeit, den Server auf hohem Niveau zu steuern, d.h. komplexe Befehle an den Server zu geben und diesem dann die Verarbeitung zu überlassen. Damit wird auch der Ansatz unterstützt, die Wiedergabe teilweise oder ganz manuell steuern zu können (z.B. im Havariefall). Dementsprechend müssen alle Wiedergabegeräte manuell bedienbar sein. Dies verträgt sich nicht mit einer Steuerung auf niedrigem Niveau, da bei diesen Systemen immer nur ein Master vorhanden sein darf.

Für Steuerungsabläufe sind getrennte Netze wirtschaftlicher, weil sie auf der Basis traditioneller LAN-Konzepte geplant und ausgeführt werden können. Sie sind ein großer Vorteil bezüglich der heute nicht mehr wegzudenkenden Fernbedienung von Geräten, Anlagen und Systemen, da durch die technische Abtrennung der Steuerungsebene vom eigentlichen Anlagenprozeß (der Signalebene), Strukturen und Schnittstellen geschaffen werden, über die die Geräte von außen bedient und gesteuert werden können. Ein oft flächendeckendes Steuerungsnetz stellt überall dort Bedienstellen zur Verfügung, an denen zuvor die Geräte selbst platziert worden waren. Damit vereinfachen sich die Anlagenkonzepte, die Zugriffsmöglichkeiten sowie Service und Wartung. Auf der Signalebene sind Qualitätsverbesserungen die Folge, da die Signale von der Steuerungsebene nicht mehr beeinflußt werden. Problematisch ist jedoch, daß ein Großteil der Steuersysteme herstellerspezifisch bestimmt sind und daher die Verknüpfung herstellerübergreifender Produkte nahezu unmöglich ist.

Es werden im Inhouse-Bereich drei Arten von Netzwerken nebeneinander existieren:

- ein Hochgeschwindigkeitsnetzwerk für den Transfer der Fernsehdaten,
- ein Steuernetzwerk auf der Basis traditioneller LAN-Technik,
- sowie ein Redaktionsnetzwerk, welches multimediafähig ist.

Es hat jedoch eine Integration zwischen den Systemen stattzufinden. Das Redaktionssystem soll z.B. Verwaltungsaufgaben wie z.B. Rechnungs- und Lizenzkontrolle übernehmen. Teilbereiche der dafür notwendigen Informationen (Sendedatum, Sendedauer u.s.w.) auf der Produktionsdatenbank müssen für das Redaktionssystem zugänglich und auch veränderbar sein. Für die Erstellung einer Sendeablauffliste muß es dem Anwender möglich sein, die Datenbank nach geeigneten Elementen abzusuchen und die Referenz auf diese Elemente in seinen Beitrag einzubauen. Vor der Ausstrahlung muß das Redaktionssystem prüfen, ob die

entsprechenden Beiträge auf dem Server vorhanden und verfügbar sind. Anschließend wird die Elementreferenznummer an die Sendeablaufliste im Wiedergabesystem gemeldet, das durch das Redaktionssystem gesteuert wird. Danach erstellt das System ein Protokoll der tatsächlichen Ausstrahlung und vergleicht dieses mit der geplanten Sendeablaufliste. Diese Interaktion von Redaktionssystem und Datenbank ermöglicht die Einbindung des Datenbankservers in die Programmplanung und Verwaltung neben seiner Funktion auf der Steuerebene. Eine weitere Schnittstelle bildet der Browse-Server (siehe Abschnitt 2.2.3.)

[Avid 5/95], [FKT 12/96]

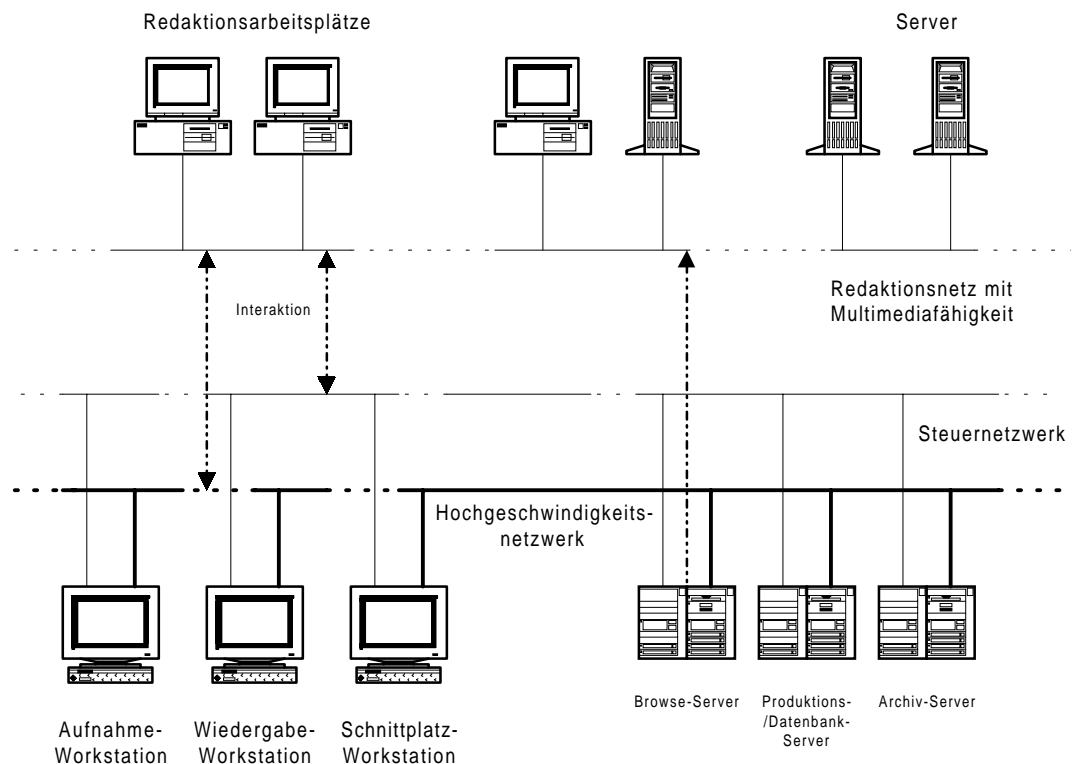


Abb. 2.4: Systemstruktur

2.3.2. Contribution-Netze

Mittels Contribution-Netzen werden Programmbeiträge, sowohl als Rohmaterial als auch fertig bearbeitet, zwischen den Studios der Rundfunkanstalten überspielt. Dabei stellt die Forderung nach einer möglichen Nachbearbeitung der Beiträge besonders hohe Anforderungen an die Übertragungsqualität (analog: 5 MHz Bandbreite; bei digital arbeitendem Netz mindestens 140 Mbit/s). In beiden Fällen liegt am Übergabepunkt zur Deutschen Telekom das FBAS-Signal vor.

Die Contribution-Netze (Zuführungs- und Austauschnetze) von ARD und ZDF sind zur Zeit als analoge Dauerleitungsnetze in Betrieb. Es handelt sich dabei um separate Video- und Audioleitungen sowie zusätzliche 4-Draht-Kommandoverbindungen. Die Nennbandbreite des Videosignals beträgt 5 MHz, für die Tonübertragung werden Leitungen mit einer Bandbreite von 15 kHz verwendet und die Kommandoverbindung wird über ein Telefonleitungsnetz

(0,3 - 3,4 kHz) geschaltet. Sie stehen exklusiv für die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten rund um die Uhr zur Verfügung. Beim ZDF sind alle Inlandsstudios mit der Sendezentrale in Mainz und bei der ARD die Regionalstudios mit der jeweiligen Landesrundfunkanstalt verbunden. Diese wiederum sind über den ARD-Sternpunkt in Frankfurt/M. untereinander vernetzt. Übergänge zwischen den beiden Netzen gestatten die gemeinsame Nutzung.

Eine weitere Möglichkeit für die Rundfunkanstalten, Studio-Studio-Verbindungen aufzubauen, bietet im Moment noch das „Vermittelnde Breitbandnetz“ (VBN) der Deutschen Telekom. Es handelt sich um ein digital arbeitendes Glasfasernetz (140 Mbit/s) mit analogen Video-/ Audioschnittstellen, welches als erweitertes Leistungsmerkmal gegenüber den Dauerleitungsnetzen die Selbstwahlfähigkeit aufweist. Dieses zunächst nur für Videokonferenzen entwickelte Netz ist ebenfalls für die Übertragung von TV-Signalen in PAL-Norm geeignet. Die Teilnehmer-Anschlußeinheit (TAE) ermöglicht einen VBN-Zugang für TV-Basisbandsignale. Sende- und Empfangseinheit der TAE dienen als Übergang zwischen analogem TV-Signal und digitalem Netz. Das zugeführte PAL-Signal wird mit 13,5 MHz abgetastet. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, digital-serielle Komponenten-Signale (DSK) mittels entsprechender Encoder und Decoder zu übertragen.

Neben der Übertragungskapazität für Bilddaten stehen im VBN ein hochwertiger Stereokanal sowie eine Anzahl von Datenkanälen (3 x 64 kbit/s und 1 x 2 Mbit/s) zur Verfügung. Diese Ton- und Datenströme werden mit den Bilddaten mittels Multiplexer in PDH-Übertragungsrahmen zusammengefaßt. Zusätzliche Kennwörter ermöglichen die Zuordnung der einzelnen Signalanteile beim Empfänger. Für die Kommunikation zwischen den Endstellen vor und während der Übertragung wird ein 64 kbit/s-Datenkanal genutzt. Über ein Bediengerät wird von der Endstelle eine Verbindung ohne vorherige Leitungsanmeldung gewählt.

Nach vollständiger Einführung des gegenwärtig im Aufbau befindlichen digitalen diensteintegrierenden Breitbandnetzes (B-ISDN) der Deutschen Telekom wird diese das VBN nicht mehr anbieten. Die bisher über VBN abgewickelten Breitbanddienste sollen vom neuen B-ISDN übernommen werden.

[Zie

97], [Sch 96]

2.3.3. Übertragungsverfahren

Von Seiten der Industrie sind für den Studioeinsatz eine Reihe von Übertragungsverfahren vorgeschlagen worden.

ATM (Asynchroner Transfer Modus):

Das ATM-Prinzip ist ausführlich im Kapitel 3 beschrieben.

SDDI (Serial Digital Data Interface):

Auf SDDI wird im Abschnitt 4.3.1. „Lösungsvorschlag der Fa. SONY“ eingegangen.

Ultra-SCSI (Ultra Small Computer System Interface):

Ultra-SCSI stellt eine Erweiterung von SCSI dar, die sich aus der Konsequenz der Entwicklung schnellerer Computer basierend auf PCI-Technologien ergeben hat. Ultra-SCSI stellt eine Spitzenbandbreite von 40 MByte/s zur Verfügung. Geplant sind Datenraten von 80 MByte/s und möglicherweise 160 Mbyte/s. Ultra-SCSI weist eine parallele Architektur mit einigen Nachteilen auf, wie z.B. kurze Übertragungsdistanzen und Begrenzung der Anzahl der Geräte, die miteinander verknüpft werden können. Der Vorteil besteht in der Möglichkeit, Daten synchron und asynchron zu übertragen. Im Gespräch ist ebenfalls eine serielle Version. Es ist ein bidirektionales Bus-System. Ultra-SCSI findet seine Anwendung daher als Schnittstelle von Massenspeichern. [FKT 6/96], [PC-Netze 4/96]

Fibre-Channel:

Ursprünglich ist Fibre-Channel eine Übertragungstechnik, die für Punkt-zu-Punkt-Hochgeschwindigkeitsverbindungen zwischen Computersystemen und deren Peripherie-Einheiten wie Festplatten entwickelt wurde. Dank moderner Vermittlungssysteme ist diese bis zu rund 1 Gbit/s schnelle Technik ebenfalls für lokale Netze einsetzbar. Der Fibre-Channel hat eine unübliche Architektur. Ein klassisches Netz ist elektrisch ein Ring, an dem alle Teilnehmer angeschlossen sind. Logisch wird dieses als Netz gesehen, in dem jeder mit jedem Verbindung aufnehmen kann, allerdings zu jeder Zeit immer nur zwei Teilnehmer miteinander. Ein geschaltetes Netz kann paarweise gleichzeitig so viele Teilnehmer verbinden, wie Knoten- oder Knotenpunkte verfügbar sind. Die verbundenen Teilnehmer haben jeweils für sich die volle Übertragungsbandbreite zur Verfügung, auch wenn mehrere Verbindungen gleichzeitig bestehen.

Ein Kanal ist eine Busverbindung, an der mehrere Teilnehmer angeschlossen sind. Wie bei einem Netz sinkt die verfügbare Übertragungsrate für den einzelnen Teilnehmer, wenn meh-

rere übertragen. Der Fibre-Channel-Arbitrated-Loop (FC-AL) entspricht dieser Beschreibung. Der Fibre-Channel hat eine Struktur mit fünf Schichten auf drei Ebenen (Physical-, Common- und Upper-Layer).

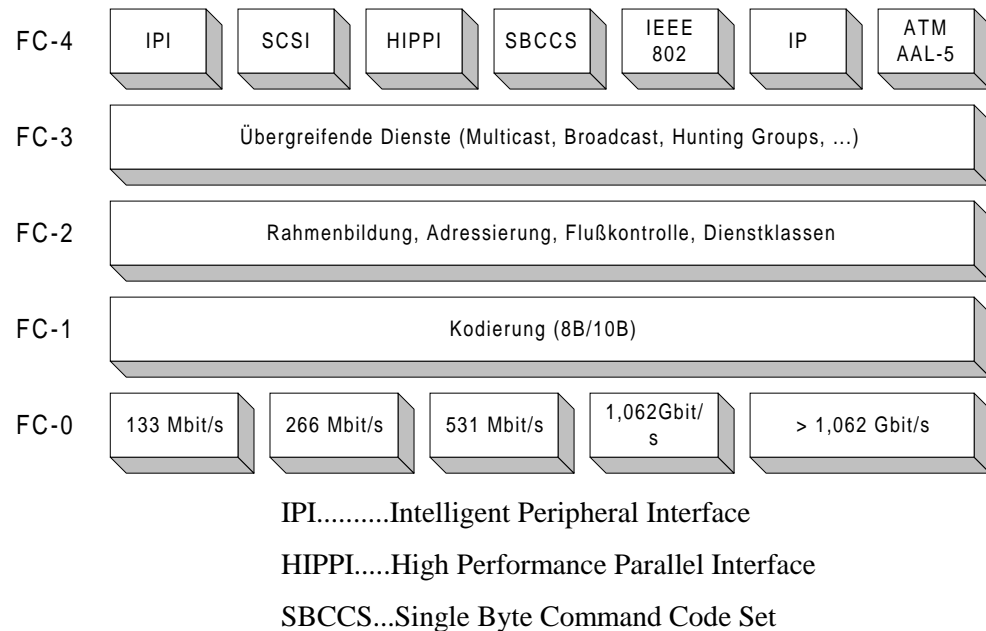


Abb.2.5: Fibre-Channel-Schichtenmodell [Sie 96]

FC-0: -beschreibt die physikalische Ebene und Übertragungsgeschwindigkeiten

-bei Glasfaserverbindungen können 10 km und mehr überbrückt werden

FC-1: -legt die Codierung fest, jedes 8-Bit-Wort wird durch 10 Bit übertragen, in den zusätzlichen 2 Bit sind Informationen für Takt und Fehlererkennung

FC-2: -definiert die Rahmenstruktur, die Adressierung, Flußkontrolle und legt verschiedene Dienstklassen fest

-segmentiert die Nutzdaten von FC-3 und setzt diese beim Empfänger wieder zusammen

FC-3: -stellt Funktionen über mehrere Anschlüsse zur Verfügung, z.B. Gruppenbildung, Multicast, Broadcast

FC-4: -Schnittstelle zu anderen Übertragungssystemen

Schicht FC-4 bildet den Upper-Layer, Schicht FC-3 den Common-Layer und FC-2 bis FC-0 den Physical Layer.

Fibre-Channel bietet eine Anzahl von Vorteilen:

-hohe Übertragungsgeschwindigkeit (1 Gbit/s)

-große Anzahl von Anschlüssen (in Abhängigkeit von der Topologie)

- größtmögliche Entfernung 10 km
- der FC kennt weder Inhalt noch Bedeutung der übertragenen Daten
- gleichzeitiger Betrieb mit unterschiedlichen Protokollen möglich

Ähnlich ATM definiert Fibre-Channel ebenfalls Klassen:

- Klasse 1* arbeitet verbindungsorientiert, d.h. feste Verbindung.
- Klasse 2* arbeitet vergleichbar mit Klasse 1, die Übertragungsreihenfolge ist aber undefiniert (garantierte Übertragung).
- Klasse 3* ist speziell zur reinen Datenübertragung bzw. zur Verbindung von Servern und Harddisks definiert (Datentelegramm).
- Klasse 4* erlaubt die Aufteilung der Bandbreite des Systems und eignet sich daher z.B. zur gemischtem Übertragung von Realtime-Video und gleichzeitigem File-Transfer im Hintergrund.
- Klasse 5* befindet sich in der Standardisierungsphase und ist für isochronen Betrieb für Multimedia-Anwendungen vorgesehen.

Im Vergleich mit ATM hat der FC einen geringeren Overhead. 9,5 % der ATM-Zelle bestehen aus Verwaltungsdaten. Der FC dagegen mit seiner variablen Blocklänge (bis zu 2112 Byte Nutzdaten) sowie 36 Byte Verwaltungsaufwand nur 1,7 % bei insgesamt 2148 übertragenen Bytes. Erst wenn ca. 330 Nutz-Bytes oder weniger übertragen werden, hat der FC einen ebenso hohen Verwaltungsaufwand wie ATM. Für den Einsatz im LAN-Bereich ist ebenso von Vorteil, daß die vorhandene Software, wie Treiber oder Netzsoftware, weiter benutzt werden kann (bei ATM ist LANE oder MPOA nötig). In einem FC-Netz ist das Protokoll in der Hardware implementiert. Deshalb sind Latenz- und Übertragungszeiten besonders kurz.

[PC-Netze 3/96], [FKT 6/96], [Sie 96]



Abb.2.6: FC-2-Rahmenstruktur [Sie 96]

Daher kann der Fibre-Channel durchaus eine Alternative für ATM im lokalen Bereich sein. Auf der anderen Seite steht jedoch die Anforderung nach Anbindung an den Weitverkehr. Dieser steht eindeutig im Zeichen von SDH/ ATM und würde auf Grund der unterschiedlichen Rahmenformate von SDH und FC eine aufwendige Formatwandlung erfordern, die eine zusätzliche Fehlerquelle darstellt und Zeit kostet. Zudem sind auf dem Markt keine Lösungen in Sicht, die auf einem FC-Netz basieren. Das in 4.3.2. diskutierte Angebot nutzt

lediglich FC in seiner ursprünglichen Form als Punkt-zu-Punkt-Hochgeschwindigkeitsverbindung zwischen Servern.

Serial Storage Architecture (SSA):

SSA wurde von IBM als schnelle Verbindung von Massenspeichern entwickelt. Als nächste Stufe sollten aus vernetzten Peripheriegeräten Netze für die Datenübertragung entstehen.

SSA stand damit in direkter Konkurrenz zum Fibre-Channel. Eine separate Weiterentwicklung wird es jedoch nicht geben, da es sich am Markt nicht durchsetzen konnte. SSA und FC-AL (FC-Arbitrated Loop) werden in etwa zwei Jahren unter der Bezeichnung FC-EL (FC-Enhanced Loop) zusammengeführt. [Gate

3/97,2], [FKT 6/96]

IEEE 1394 („Firewire“):

Das Konzept stammt ursprünglich von Apple und wurde als consumerorientiertes „low cost“-Interface für den Heimbereich entwickelt.

Ein externes 1394-Netz hat die Struktur einer Pyramide mit bis zu 16 Etagen. Die Kabel dürfen 4,5 m lang sein. Die Datenraten des Firewire können zwischen 100 und 400 Mbit/s liegen. In der Praxis betragen sie gegenwärtig meist 100 MBit/s. Beim Firewire ist jeder Knoten gleichzeitig ein Repeater. Wie beim FC besteht eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung, die automatisch terminiert wird. Die Netzteilnehmer sind gleichrangig. Das Netz organisiert sich beim Einschalten selbst ohne einen Master. Anschließend an die dynamische Konfiguration bildet sich die logische Struktur in Form einer Pyramide. Nach jedem Knotenwechsel (Gerätewechsel) muß das Netz neu organisiert werden. Die Anschlußkabel enthalten zusätzlich ein Drahtpaar zur Stromversorgung. Dadurch ist das Netz auch betriebsbereit, falls ein Gerät ausgeschaltet ist.

Die Datenübertragung erfolgt transaktionsgestützt. Logisch gesehen ist eine Gesamtkonfiguration ein zusammenhängender Hauptspeicherbereich. Dementsprechend verhalten sich die Knoten des Netzes wie Speicherkarten in einem Rechner. Von den 64 Bit der Adressen entfallen 10 Bit auf die Kennung der Netze, 6 Bit auf die Knotenadresse und 48 Bit auf die Speicheradresse. Es lassen sich 1023 Netze mit je 63 Knoten und etwa 281 Terabyte Speicher pro Gerät verwalten. Kanal- oder Geräteadresse ähnlich SCSI bzw. Ethernet sind nicht vorhanden.

Die Adressierungsmethode mit CSR (Control and Status Register) ist in ISO/IEC 13213 (IEEE 1212) festgelegt. Die Übertragung erfolgt asynchron, synchron oder gemischt, bei der isochronen Übertragung in einem festen Zeitraster von 125 µs.

Der einfache Hardware-Aufbau erfordert eine komplexe Steuersoftware in den Knoten. Bei der isochronen Übertragung müssen zudem ausreichende Ressourcen bereitstehen, da eine Zwischenspeicherung der Daten nicht vorgesehen ist.

Die Selbstorganisation beim Einschalten und Ändern der Konfiguration ist ebenfalls nicht einfach, da alle globalen Informationen wegen des Fehlens einer zentralen Stelle lokal vor-

gehalten werden müssen. Dafür kann der Bus nicht durch den Ausfall eines Masters blockieren.

Für den Einsatz im Studiobereich ist Firewire keine Alternative. Die geringe Kabellänge ist völlig inakzeptabel. Die derzeit erreichbaren Datenraten sind ebenfalls eine Schwachstelle. Seitens der Standardisierung ist zu bemerken, daß diese ausschließlich auf den Consumer-Bereich ausgerichtet ist. Der Normierungsvorschlag von YAMAHA für ein „Audio and Music Protocol“ basiert z.B. auf der asynchronen Übertragung nach dem Midi-Standard.

[Gate 4/97,2], [FKT 6/96]

Gigabit-Ethernet:

Als Weiterentwicklung der 100BaseT-Lösung (Fast-Ethernet) soll das Gigabit-Ethernet in folgenden Netzwerkbereichen seinen Einsatz finden: schnelle Systeme (Rechner, Server) und superschnelle Backbones. Die ersten „pre-standard“-Produkte sind vorerst ausschließlich für den Backbone- und Campusbereich ausgelegt.

Das Gigabit-Ethernet mit seiner Datenrate von 1 GBit/s ist rückwärtskompatibel. Das Zugriffsverfahren bleibt CSMA/CD, jedoch mit Erweiterungen, um die Leistung zu verbessern. Beim traditionellen CSMA/CD steigt ab einer Netzlast von 30 % die Antwortzeit massiv an. In der Praxis stehen höchstens 40 % der maximalen Bandbreite zur Verfügung. Beim Gigabit-Ethernet ist mit Durchsatzraten zwischen 300 und 700 MBit/s zu rechnen. Als Übertragungsmedien sind UTP-Cat-5-Kabel und IBM-STP-1-Leitungen (1000Base-TX) sowie LWL (1000Base-FX) vorgesehen. Die maximale Länge beträgt bei Kupfer 100 Meter, bei Lichtwellenleitern 500 m (Multimode) beziehungsweise 2000 m (Monomode).

Die Standardisierung (IEEE 802.3z) wird jedoch nicht vor dem Frühjahr 1998 verabschiedet sein.

[PC-Netze 10/96], [Gate 5/97,2]

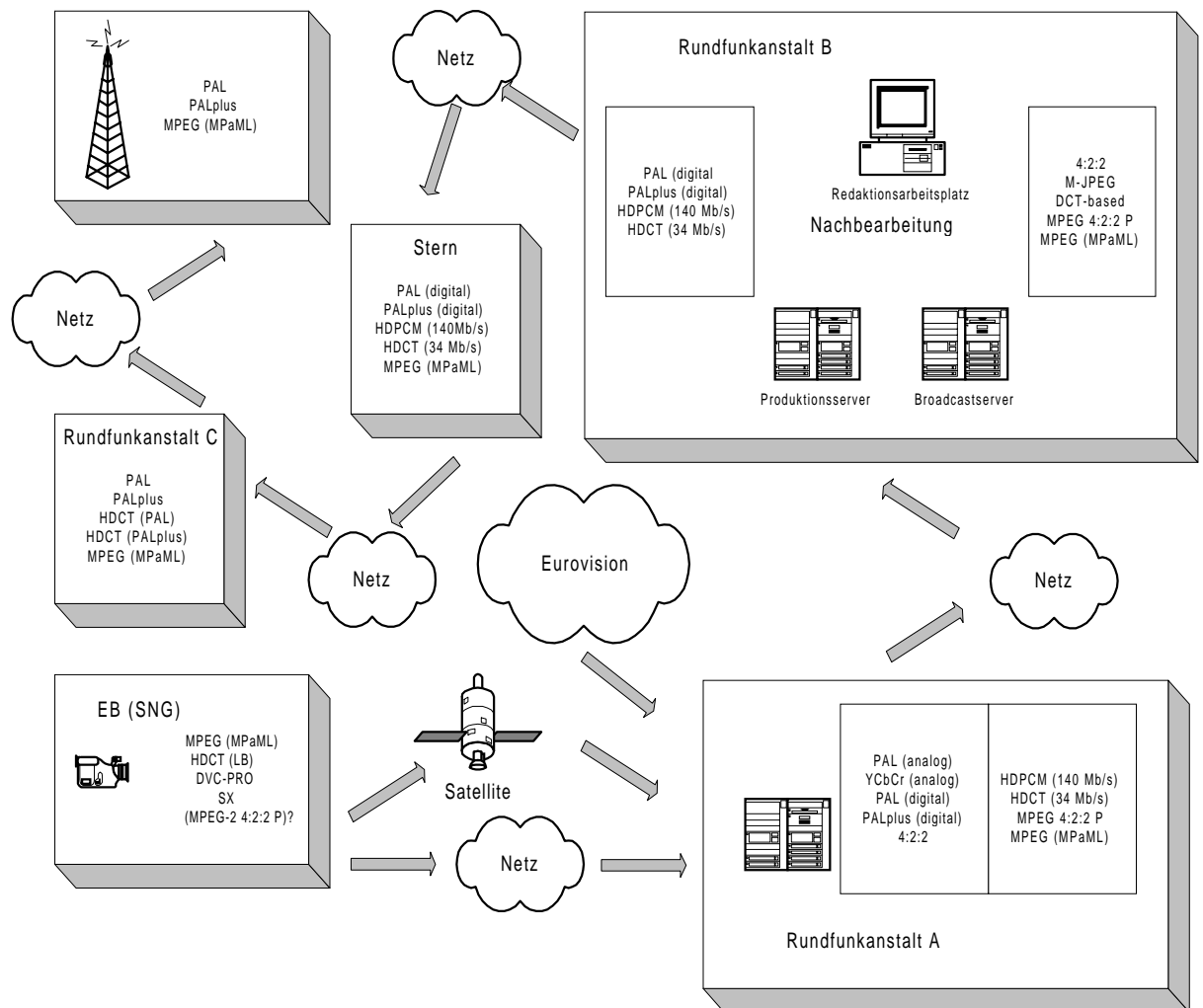
2.4. Qualitätsanforderungen - Das Kaskadierungsproblem

Zumindest für eine längere Übergangsperiode wird der Einsatz digitaler Techniken in allen Bereichen einer TV-Übertragungskette mit der Koexistenz von unterschiedlichen, auch analogen Signalformaten und mit einer zunehmenden Nutzung von Verfahren zur Bitratenreduktion digitaler Signale bei Speicherung und Übertragung verbunden sein. Zahlreiche Kombinationen von Reduktionsverfahren für die Zuspielung, Bearbeitung und Verteilung sowie von existierenden und neu einzuführenden Studioeinrichtungen sind vorstellbar. Um die Rundfunkanstalten bei der Beurteilung und Einführung neuer Techniken für Produktion, Bearbeitung, Archivierung und Übertragung zwischen Studios (Contribution) sowie zum Zuschauer (Distribution) einschließlich des EB-Bereiches zu unterstützen, wurde vom Institut für Rundfunktechnik ein Projekt „Einfluß von Formatübergängen und Bitratenreduktion auf die Bildqualität von Studiosignalen“ durchgeführt.

Ziel des Projekts war es, den Einfluß von Formatübergängen und von Bitratenreduktionsverfahren, die in einer TV-Gesamtkette von der Aufnahme, über Zuspielung, Nachbearbeitung und Speicherung bis zur Verteilung und Ausstrahlung in der Regel mehrfach kaskadiert werden, zu untersuchen. Insbesondere sollte festgestellt werden, welche Qualitätseinbußen über die Gesamtkette vom Zuschauer noch erkannt werden können, um die zulässigen Bearbeitungsschritte oder Reduktionsverfahren abschätzen zu können.

Für ein realistisches und auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigendes Szenario wurden neue Übertragungs- und Bearbeitungstechniken eingeschlossen, z.B.:

- die digitale Zuspieldung von Beiträgen über Satellit, u.a. Satellite News Gathering (SNG),
- die Zuspieldung über das Eurovision Net und über digitale Studioverbindungen,
- die Verteilung der Programmsignale über digitale Mod.-Leitungen,
- die Speicherung von Fernsehsignalen auf digitalen Bandmaschinen, die mit Bitratenreduktion arbeiten,
- die Schnittbearbeitung (NLE) und die Sendeabwicklung über bandlose, rechnergestützte Speichermedien, bei denen in der Regel Bitratenreduktionsverfahren zur Anwendung kommen,
- die Verteilung und/oder die Ausstrahlung des Programms zum Zuschauer in digitaler und gemischt analog-digitaler Form mit Bitratenreduktion (MPEG, PAL, PALplus).



MPEG (MP@ML)	MPEG-2 Main Profile @ Main Level
HDCT (LB)	ETSI-Codec mit reduzierter Bitrate (z.B. 8 Mbit/s)
DVC-PRO	neues digitales Format
SX	neues digitales Format
MPEG 4:2:2 P	MPEG-2 4:2:2 - Profile @ Main Level
PAL (analog)	FBAS-Signal
PALplus (analog)	FBAS-Signal
YCbCr (analog)	analoges Komponentensignal
PAL (digital)	FBAS-Signal über 140 Mbit/s-Strecken
PALplus (digital)	FBAS-Signal über 140 Mbit/s-Strecken
4:2:2	Studiosignal nach ITU-R BT.601 und BT.656
HDPCM (140Mbit/s)	digitale Komponentenübertragung nach ITU-T J.80
HDCT (34 Mbit/s)	digitale Komponentenübertragung nach ITU-T J.81 und ETSI
DCT-based	proprietäre Codiervorgaben basierend auf DCT
M-JPEG	JPEG-Standard nach ITU-T T.81 für Bewegtbildcodierung genutzt
HDCT (PAL)	34-Mbit/s-ETSI-Codec mit analogen PAL-Interfaces
HDCT (PALplus)	34-Mbit/s-ETSI-Codec mit analogen PALplus-Interfaces

Abb.2.7: Mögliche Übertragungsszenarien [IRT 6/96]

Bei der Kaskadierung von Codierv Verfahren zur Bitratenreduktion muß mit einem Einfluß vorangegangener Prozesse auf eine nachfolgende erneute Codierung gerechnet werden. Beispiele solcher Mechanismen sind:

- Artefakte eines Codiervfahrens (z.B. Quantisierungsrauschen) können die Codierung im folgenden Prozeß schwieriger machen. Als Folge kann bei entsprechendem Bildmaterial in der Regel höheres Quantisierungsrauschen und/oder Reduzierung der Bildschärfe beobachtet werden.
- Veränderungen der Bildgeometrie, wie z.B. die Verschiebung des Sample-Rasters auch nur im Bildpunktbereich, können bei wiederholter Codierung/Decodierung - selbst unter Nutzung des jeweils gleichen Codiervfahrens - zu erkennbaren Qualitätsbeeinträchtigungen (z.B. durch wiederholte Rundungseffekte einer Koeffizientenberechnung) im resultierenden Bildsignal führen.
- Spezielle Maßnahmen bei der Codierung oder Wahl spezieller Codierparameter, wie z.B. Group of Pictures, Scheibenwischer oder die Mode-Selektion, können bei der Hintereinanderschaltung von Codierprozessen negativ beeinflussen. Besonders störend machen sich in diesem Zusammenhang sprunghafte Änderungen der Bildqualität in kleinen Teilbereichen eines Bildes wie z.B. abrupte Schwankungen der Bildschärfe oder des Quantisierungsrauschens bemerkbar.

Für den Bereich On-Line-Editing wurden nach Abschluß der Versuche eine Reihe von Schlußfolgerungen gezogen:

- Das wesentliche Problem bei der Speicherung von Videosignalen ist nach wie vor die zu verarbeitende Datenmenge und die benötigte Übertragungsgeschwindigkeit. Viele Systeme arbeiten mit dem Motion-JPEG-Verfahren. Es beruht wie alle DCT-basierten Codiervverfahren auf einer unterschiedlichen Quantisierung von Koeffizientenwerten und gegebenenfalls der Vernachlässigung von Koeffizienten höherer Ordnung (Reduzierung von höheren Frequenzanteilen) innerhalb eines Vollbildes. Eine firmenspezifische Regelung der anfallenden Datenmenge (und damit ein Eingriff in die Bildqualität) sorgt für die Anpassung des codierten Bitstromes an die Datentransferraten und/oder die Kapazität der Festplatten.
- Die vom Coder erzeugte Datenrate hängt im wesentlichen vom gewählten Datenreduktionsfaktor, dem jeweils aktuellen Bildinhalt und der Bandbreite des Eingangssignals ab. Entscheidend dabei ist, daß die anfallende Datenrate zu keinem Zeitpunkt die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Übertragungssysteme und Speicher überfordert. Zur Optimierung werden daher meistens Pufferspeicher zum Auffangen von Datenratenspitzen eingesetzt. Entsteht bei detailreichen Sequenzen trotzdem eine zu hohe Datenrate, so wird zwangsläufig die anfallende Datenmenge/s begrenzt. Dabei sind Codierartefakte von ver-

stärktem Quantisierungsrauschen bis hin zum Auftreten von Blockstrukturen im decodierten Bild die Folge.

- Für eine am Eingang vorliegende Bildsequenz ist die erreichbare Ausgangs-Bildqualität insbesondere vom Datenreduktionsfaktor abhängig. Je höher die Ansprüche desto geringer der Reduktionsfaktor. Damit steigt jedoch der Speicherbedarf und die Gefahr nicht mehr zu verarbeitender Datenraten bei sehr strukturreichen Bildern.
- Für einen sinnvollen Betrieb im täglichen Einsatz kommen nur solche Einstellungen der Codecs und Begrenzungen der Datenrate in Frage, die sowohl bei normalen Vorlagen gute Ergebnisse liefern als auch schwierige Bildsequenzen ohne beträchtliche Verschlechterungen der Bildqualität bewältigen. **D.h. für die absolute Bildqualität der Systeme zum jetzigen Zeitpunkt, daß mittlere Datenraten von 40-50 Mbit/s erforderlich sind, um befriedigende Ergebnisse für eine „Regelqualität“ (EB-Bereich) ohne erhebliche Verschlechterung der Bildqualität bei schwierigen Vorlagen zu erreichen.**

Die Testreihe zeigte, daß eine einmalige Bearbeitung von Videosequenzen in Abhängigkeit von den dazu verwendeten Komponenten zu Qualitätsminderungen unterschiedlichen Grades führte. Im besten Fall wurde eine Beeinträchtigung hervorgerufen, die in etwa der der Vergleichskette (PAL - 4:2:2 - PAL) entsprach und schlimmstenfalls entstanden sehr schwerwiegende Qualitätseinbußen.

[IRT 6/96]

Für den EB-Bereich läßt sich somit feststellen: Auf Grund der Ergebnisse zur Kaskadierungsproblematik sind in vernetzten Umgebungen zur Bearbeitung zusätzliche Transkodierungen unbedingt zu vermeiden. Für einen Übergang von lokalen Netzen in Weitverkehrsnetze ist diese Forderung ebenfalls zu stellen. Verschärfend wirkt sich an dieser Stelle der Fakt aus, daß zur Zeit keine auf dem Markt befindliche Lösung, die für eine „Regelqualität“ erforderliche Datenrate zur Verfügung stellt (SONY: 18 Mbit/s; TEKTRONIX: 24 Mbit/s; Avid: ca. 30 Mbit/s).

2.5. Ergänzungen, Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

2.5.1. Ergänzungen

Im Context mit den zur Einführung anstehenden neuen Technologien haben die „European Broadcasting Union“ (EBU) und die „Society of Motion Picture and Television Engineers“ mit Mitgliedern der „Association of Radio Industries and Business of Japan“ (ARIB) eine gemeinsame Arbeitsgruppe unter dem Namen „Task Force for Harmonized Standards for the Exchange of Program Material as Bit Streams“ gegründet. Dieser Arbeitsgruppe gehören etwa 80 Experten (Firmenvertreter sowie Mitarbeiter von Rundfunkanstalten) aus Europa, Japan und Nordamerika an. Ende April dieses Jahres wurde ein erster vorläufiger Report veröffentlicht, der Anwenderforderungen bezüglich Bilddatenkompression und Datenübertragung zusammenfaßt. Ein endgültiger Bericht ist nicht vor Ablauf der nächsten 6 Monate zu erwarten. Einschränkend ist zu bemerken, daß selbst die Verfasser des Berichtes einen „gewissen Grad von Optimismus“ voraussetzen, um davon auszugehen, daß ihre Bemühungen gewisse Standards durchzusetzen von Erfolg gekrönt werden.

Datenreduktion:

Für den Bereich der Datenreduktion wird kein spezielles Verfahren empfohlen. Wie auch durch das IRT werden für den EB-Bereich mittlere Bitraten von ca. 50 Mbit/s gefordert. Da bereits einige Anbieter mit unterschiedlichen Lösungen auf dem Markt sind, wird in dem Bericht zumindest nach offenen Standards zum Datenaustausch verlangt. Für Netzwerke und Archive ist von Interesse, daß optional VBR- und CBR-Verkehr sowie skalierbare Bandbreiten entsprechend der Applikation gefordert sind.

Datenübertragung:

Es haben sich zwei Ansätze zur Entwicklung von Produktionsumgebungen (und hybride Varianten) herausgebildet. Zum einen auf der Grundlage der DSK und zum anderen auf Basis von Hochleistungsnetzwerk-Technologien aus der Datenverarbeitung.

Für die Datenübertragung wird in folgende Kategorien unterschieden:

-File-Transfer als garantierte Übertragung (fehlerlos):

- point-to-point-Verbindungen
- point-to-multipoint-Verbindungen

-stetige Übertragung (streaming transfer, hier auch als „asset play“ bezeichnet) je nach Nutzeranforderung in Echtzeit, kleiner als Echtzeit oder größer als Echtzeit; keine garantierte Übertragung:

- point-to-multipoint-Verbindungen

· Browsing

Erfordernisse für den File-Transfer in point-to-point-Verbindungen:

Als Minimalforderungen werden gestellt:

- Fehlerfreier Transfer, d.h. Nutzung eines Rückkanals zur Anforderung von erneutem Transfer als fehlerhaft erkannter Datenpakete.
- Bidirektionale Verbindung zwischen Sender und Empfänger.
- File-Transfer so schnell wie möglich („as fast as possible“, AFAP) muß unterstützt werden, d.h. bei unbekannter Nutzlastgröße ist dieser Modus zu nutzen. Damit ist garantiert, das die Nutzlast ihr Ziel erreicht. Die Transferzeit kann dann allerdings nicht vorausgesagt (und damit vorher festgelegt) werden.
- Bei bekannten Datenraten und Nutzlastgrößen müssen die Transferzeiten (= Echtzeit; > Echtzeit; < Echtzeit) durch den Anwender frei wählbar sein.
- Die Initiierung des File-Transfers muß sowohl von der Quelle als auch von der Senke aus erfolgen können.
- Ein universelles File-Transfer-Protokoll muß definiert werden.

Erfordernisse für den File-Transfer in point-to-multipoint-Verbindungen:

Die oben angeführten Punkte werden um folgende Aussagen erweitert:

- Dieser Modus ist optional.
- Wird dieser Modus implementiert, muß er mindestens 32 Clients mit simultanem Zugriff unterstützen.
- Das File-Transfer-Protokoll kann zum point-to-point-Modus unterschiedlich sein.

„Asset Play“-Anforderungen für point-to-multipoint-Verbindungen:

Ein „Videostrom“ hat die speziellen Anforderungen an die Übertragung in einer TV-Produktionsumgebung zu erfüllen. Übertragungswiederholungen von Videodaten (und die daraus resultierenden Verzögerungen) hervorgerufen durch fehlerhafte Daten können nicht toleriert werden. Dementsprechend ist eine gewisse Fehlerrate akzeptabel. Über Größenordnungen ist keine Aussage möglich. Dazu sind subjektive Tests erforderlich. Ein Beispiel für eine solche Anwendung ist ein MPEG-2-Videostrom über DSK (mit entsprechenden Rahmen zur Übertragung komprimierter Daten).

Weitere wichtige fernsehspezifische Forderungen sind:

- Die Qualität der Übertragung ist abhängig vom QoS den das Übertragungsverfahren zur Verfügung stellen kann.
- Die Übertragung von Videostreamen erfolgt unidirektional.
- Der AFAP-Modus ist nicht erforderlich.

- Die Übertragung kann langsamer als in Echtzeit, in Echtzeit, schneller als in Echtzeit erfolgen. Übertragung in Echtzeit ist als Richtwert anzusehen.
- Es sind Standards zu entwickeln, um bestimmte Nutzlasten mit bestimmten Übertragungsverfahren zu transportieren (z.B. MPEG-2 via DSK).

Browsing:

Browsing stellt weniger anspruchsvolle Ansprüche als die Video-Übertragung im EB-Bereich:

- Fehlerraten, Bandbreite und Verzögerung sind nicht genau spezifiziert.
- Point-to-point-Verbindungen sind typisch. Point-to-Multipoint ist nicht gefordert.

Der Report der „Task Force for Harmonized Standards for the Exchange of Program Material as Bit Streams“ sieht eine klare Forderung nach Interoperabilität der Ansätze in sich selbst (z.B. gleicher Ansatz - verschiedene Hersteller) als auch untereinander, um die Erwartungen der Anwender zu befriedigen. Dazu ist jedoch die Ausarbeitung und Verabschiedung einer Anzahl von übergreifenden Standards zu den anschließend aufgeführten Punkten nötig:

- File-Formate
- Protokolle für den Daten-Transfer
- Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Formaten
- Flow-Control
- Error-Control
- Informationsaustausch und Funktionszuweisung zwischen unterschiedli-

chen

- Layern
- Maschinenkontrolle
- Netzwerk-Interfaces
- Nutzlast- und Rahmengrößen
- Benutzer-Schnittstellen
- plattformunabhängige Befehlssätze für das File-Management [EBU

WAN-Interface:

Für den Weitverkehrsbereich sind zwei Schnittstellen genannt. Eine für analoge Übertragung und eine zweite für digitale Netze, die auf SDH (bzw. SONET) und ATM basieren. Konkrete Forderungen für die Schnittstelle werden zum jetzigen Zeitpunkt nicht genannt. [EBU 4/97]

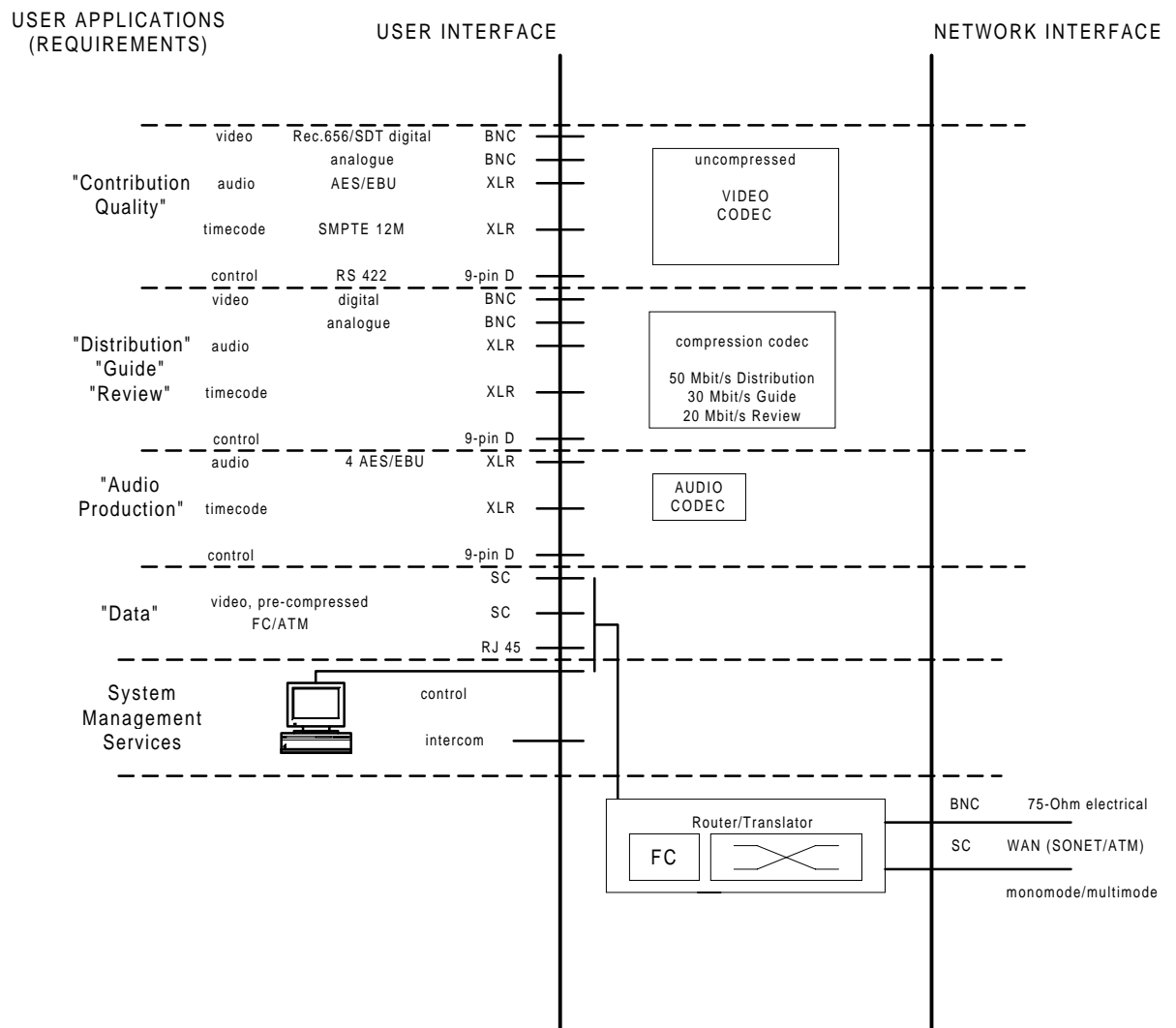


Abb.2.8: Wide Area Network Gateway (Conceptual Diagramm) [EBU 4/97]

2.5.2. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

- In einer Sendeanstalt wird es kein „Ein-Netz-System“ geben. Die Gesamtnetztopologie wird sich aus verschiedenen Netzen entsprechend den Anforderungen der einzelnen Arbeitsbereiche zusammensetzen:

- Hochleistungsnetzwerk zur Übertragung von Video- und Audiodaten
- Steuernetzwerk
- multimediafähiges Redaktionsnetzwerk

Diese Netze sind über entsprechende Schnittstellen (Switches, Bridges, Router, Browser-Server) miteinander verbunden.

- Im Bereich der Archivierung wird es keinen „Superspeicher“ geben. Dieser Bereich wird auf Grund unterschiedlicher Aufgabenstellungen ebenfalls eine hierarchische Topologie aufweisen, z.B.:

- Sendespeicher (Plattenspeicher)
- Aktualitätenspeicher (Plattenspeicher)
- Langzeitspeicher (Bandspeicher; Tape-Roboter)

- Aus Kostengründen und zur Nutzung von Synergieeffekten soll auf Speziallösungen verzichtet werden. Wo es möglich und sinnvoll erscheint, sind Komponenten auf Basis traditioneller DV-Technik zu verwenden. Es gibt jedoch zwei unterschiedliche Entwicklungsansätze der Industrie. Einer dieser Ansätze basiert auf der DSK (siehe 4.3.1.). Diese Variante ist noch nicht standardisiert und wird speziell für den Einsatz in Sendeanstalten entwickelt, was die Kosten gegenüber auf DV-Technik aufsetzender Komponenten in die Höhe treibt.
- Bezüglich des im EB-Bereich verwendeten Kompressionsverfahrens kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden. Um eine für den „Regelbetrieb“ brauchbare Bildqualität zu erzielen ist allerdings eine mittlere Datenrate von 40-50 Mbit/s unerlässlich. Derzeit wird diese Rate von keinem Anbieter erreicht. Dies hat Auswirkungen auf die zulässige Anzahl von Transkodierungen.
- Innerhalb der Gesamtkette von der Akquisition bis zum Endteilnehmer werden auf absehbare Zeit analoge und digitale Bearbeitungs- und Übertragungsverfahren nebeneinander existieren. Ebenso ist davon auszugehen, daß im Bereich der digitalen Bearbeitung- und Übertragung eine Anzahl proprietärer Lösungen bezüglich Übertragungsverfahren und Protokolle zum Einsatz kommen. Daher wird es unumgänglich, Transkodierungen vorzunehmen. Die Anzahl dieser Transkodierungen, ist aus Qualitätsgründen so gering wie möglich zu halten. Im EB-Bereich sind solche Lösungsvorschläge als akzeptabel einzustufen, die eine geschlossene Umgebung ohne zusätzliche Formatänderungen garantieren.

- Neben den Übergängen der oben genannten Netze zur Interaktion untereinander, sind weitere Schnittstellen bereits heute vorzusehen bzw. für künftige Anwendungen vorzube-reiten:
 - Integration bzw. Übergänge zu bereits vorhandenen Netzen,
 - Schnittstellen des Redaktionsnetzes zum Empfang von Agenturmeldungen und Zugang zum Internet,
 - Übergänge vom Hochleistungsnetz zum VBN und zum analogen Netz, zur Akquisi-ti-on bzw. Überspielen von Programmbeiträgen.
 - Im Weitverkehr führt zukünftig kein Weg an SDH und ATM vorbei. Daher ist es sinnvoll eine Anbindung an das B-ISDN zu planen.
 - Redaktionsarbeitsplätze und „stand-alone“-Bearbeitungsgeräte aus dem EB-Bereich etablieren sich in lokalen Studios. Für diese Arbeitsplätze ist ebenfalls eine Verbin-dung zur Sendeanstalt vorzusehen, damit die gleichen Ressourcen auch in den loka-len Studios genutzt werden können und der Geschwindigkeitsvorteil der digitalen Technik nicht durch fehlende Vernetzung verloren geht (distributed editing). Eine mögliche Variante wäre die Anbindung über das öffentliche B-ISDN in Abhängig-keit vom Entwicklungsstand desselbigen.
 - Die Anbindung an das Internet und an das öffentliche B-ISDN stellt eine Öffnung der internen Netze der Sendeanstalten dar. Die hohen Qualitätsansprüche und die Forderung nach entsprechender Sicherheit, sowohl um einen kontinuierlichen Sen-de-betrieb zu gewährleisten als auch Archiv- und Recherche-Material vor unbefugtem Zugriff zu schützen, verlangt nach einem umfangreichen Sicherheitsszenario. Durch die Sicherheitsvorkehrungen dürfen die Vorteile eines Hochgeschwindigkeitsnetzes nicht beeinträchtigt werden.
- Da im WAN-Bereich ATM zum Einsatz kommt, kann eine Nutzung von ATM im LAN als Schritt zu einer Vereinheitlichung gesehen werden. Ein weiterer Vorteil ist ein ver-einfachter Übergang zwischen lokalem Netz und Weitverkehrsnetz.
- Um einen kontinuierlichen Sendebetrieb zu gewährleisten, ist durch eine entsprechende Netzkonfiguration ein Höchstmaß an Redundanz zu schaffen.
- Fehlende Standards und das Nebeneinander von herstellerspezifischen Formaten und Protokollen stellen einen Unsicherheitsfaktor dar. Die Netzwerkplanung muß dies be-rücksichtigen, um auch zukünftigen Entwicklungen und Anforderungen gewachsen zu sein. Das betrifft vor allen Dingen die Übertragungsbandbreiten, die Übertragung unter-schiedlicher Daten mit ihren jeweiligen Forderungen bezüglich Übertragungsgeschwin-

digkeit und QoS sowie die Existenz unterschiedlicher Protokolle in einem Netz. Die Netzwerke sind so auszulegen, daß eine problemlose Migration zu verbesserten oder neuen Netzwerktechnologien möglich ist.