

5. Mögliche Netze im Bereich FS-Produktion

Dieses Kapitel befaßt sich schwerpunktmäßig mit der auf ATM basierenden Vernetzung im EB-Bereich. Zu den Themenkomplexen „Multimediafähiges Redaktionsnetz“ und „WAN“ werden einige grundlegende Gedanken dargelegt, da diese Netze immer im engen Context mit dem EB-Bereich zu sehen sind (siehe Kapitel 2). Eine ausführliche Betrachtung hätte zeitliche und inhaltliche Grenzen überschritten. An dieser Stelle sind weiterführende Arbeiten anzuraten.

5.1. EB-Bereich

Die hier für den Einsatz im EB-Bereich diskutierte Lösung basiert auf dem Client-Server-Prinzip und verwendet aus der Datenverarbeitung bekannte Komponenten sowohl als Hardwaregrundlage für die einzelnen Geräte als auch für deren Vernetzung.

5.1.1. Systembeschreibung

In dieser Umgebung wird das ankommende Material zentral aufgezeichnet und steht anschließend für alle angeschlossenen Arbeitsplätze sofort zur Verfügung. Die einzelnen Workstations haben wahlfreien, simultanen Zugriff auf alle Files, die auf den MediaServer-Speichern abgelegt sind.

Ankommendes Material wird direkt auf die Speichermedien des Servers aufgezeichnet. Alle Avid-Produktionssysteme verwenden Standard-Audio- und Video-Formate. Die Wandlung der Bild- und Tonsignale, Kompression und Dekompression finden an den einzelnen Arbeitsplätzen in Echtzeit statt. Als derzeitige Basis für die Clients werden Macintosh-Rechner eingesetzt. Allen Clients liegt eine gemeinsame Systemstruktur zugrunde. Jeder Arbeitsplatz besteht aus einer CPU und speziellen Karten für Video-Ein- und Ausgang (sowohl analoge als auch digital-serielle Komponenten über BNC-Verbinder), Kompression, SCSI-Controller sowie ATM-Netzwerkinterface. Über ein externes Audiosubsystem werden Audio-Ein- und Ausgang realisiert (analog XLR und AES/EBU digital XLR; siehe auch Anhang E). Die Host-CPU ist nicht direkt in die I/O-Prozesse involviert. Diese finden auf den jeweiligen Karten statt.

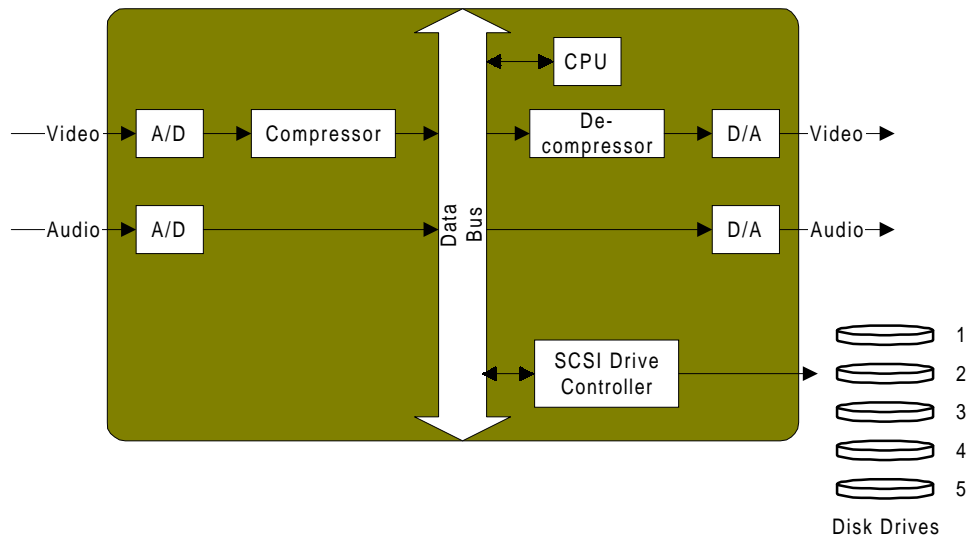


Abb.5.1: Production Workstation Architecture [Avid 6/96]

Der Client wandelt das eingehende Signal (z.B. ein analoges Videosignal) in digitale Informationen und komprimiert diese anschließend nach dem Motion-JPEG-Verfahren. Die Daten werden vom Datenbus der CPU an die ATM-Netzwerkkarte weitergegeben und gelangen dann über das ATM-Netz zum Server. Dort werden die Daten über die ATM-Netzwerkkarte entpackt und über Server-Datenbus und Festplattenkontroller auf die Festplattenlaufwerke geschrieben. Die durchschnittliche Datenrate beträgt ca. 30 Mbit/s für Video in AVR70¹ (Avid Video Resolution) und vier Audiokanäle.

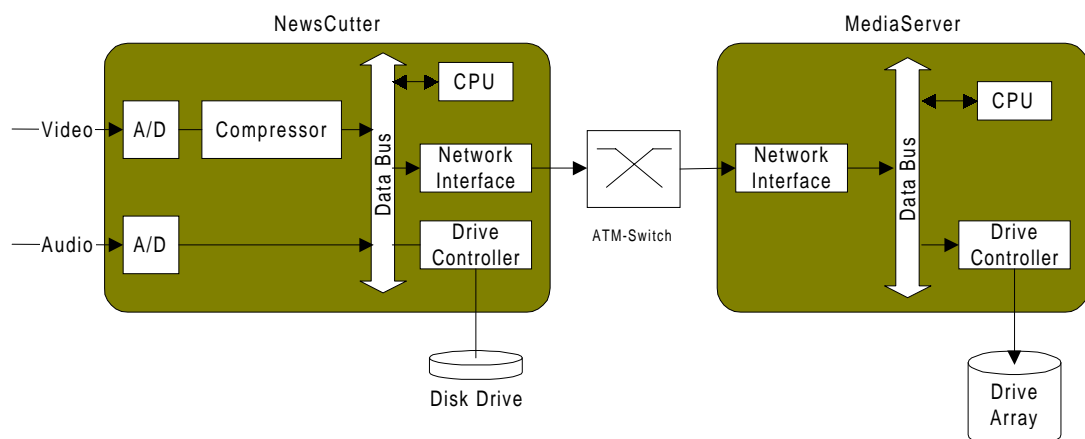


Abb.5.2: Record Data Flow in a Server Implementation [Avid 6/96]

¹ Firmeneigene Entwicklung eines Datenreduktionsverfahrens basierend auf M-JPEG.

Während der Wiedergabe läuft dieser Prozeß in umgekehrter Richtung ab. Die Mediafiles werden vom Speicher ausgelesen und über MediaServer und ATM-Netzwerk auf die einzelnen Workstations verteilt, dort wieder dekomprimiert und in Video- und Audiosignale gewandelt. Dieser File-Transfer (mittels AAL-5) findet jedoch nur zum Ein- und Ausspielen von Beiträgen statt. Die derzeit maximale Übertragungsgeschwindigkeit liegt bei einfacher Echtzeit. Die Bearbeitung der Clips erfolgt von der Workstation aus auf die auf dem Server gespeicherten Datenfiles.

MediaServer:

Das Avid System besitzt als zentrale Einheit den Avid MediaServer. Dieser ist ein leistungsfähiger, extrem schneller Fileserver, der mit der entsprechenden MediaServer-Software eine Reihe von Hauptfunktionen übernimmt:

- Speicher- und Zugriffsverwaltung der angeschlossenen Speichermedien,
- Speicherung aller Mediafiles im Open Media Framework Interchange ¹ (OMFI),
- Verwaltung der Daten über die Avid MediaServer Database,
- Realisierung der Netzwerkverbindungen für den Datenfluß von und zu den Festplattensystemen,
- Betreiben der AvidNet MediaServer-Software zur Aufzeichnung, Bearbeitung und Wiedergabe vom Server.

Als Hardware-Plattform für den MediaServer kommt ein Silicon Graphics (SGI) Challenge-XL-Rechner zum Einsatz. Als zentrale Einheit verwaltet und koordiniert er die Nutzung der Mediafiles. Applikationen zur Aufzeichnung, Bearbeitung oder Wiedergabe von Mediafiles laufen nicht auf diesem Server.

Die Speicherung der Bild-und Tondaten erfolgt auf einem Raid-Level-3-Speicherarray. Zur Gewährleistung der erforderlichen Bandbreite für den gleichzeitigen Zugriff werden die Mediadaten durch das Unix File System (Standard XFS Filesystem unter Unix Operating System IRIX 5.3.) über 4 Festplattenarrays aufgeteilt. Die Mediafiles werden im OMFI-Format abgelegt. Ein Speicherblock hat eine Kapazität von 16 h für Video mit 4 Tonspuren. Dieser Speicherblock setzt sich aus vier Speicherarrays zusammen, die in sich redundant arbeiten und über eine redundante Stromversorgung verfügen. Die Verwaltungsdaten werden auf der internen Platte des Challenge-XL gespiegelt vorgehalten.

Am Server können gegenwärtig 12 Arbeitsplätze simultan arbeiten (davon 10 Aufzeichnungsvorgänge), bei insgesamt 24 möglichen angeschlossenen Arbeitsplätzen. Die Gesamtanzahl kann in Abhängigkeit von den verwendeten Switches erhöht werden.

¹ Dateispezifikation zum Austausch von Medien- und Kompositionsdaten zwischen verschiedenen Produkten unterschiedlicher Hersteller. Dateien, die in diesem Format gespeichert wurden, können von jedem OMFI-kompatiblen Produkt gelesen und bearbeitet werden.

Für die zentrale Datenverwaltung kommt ein *Datenbankserver* (NT-basierend) hinzu, der die Challenge entlastet und eine offene Datenbankschnittstelle für andere Systeme bietet. Zur Zeit sind folgende Arbeitsplätze verfügbar oder in der Vorbereitung:

Avid MediaRecorder:

Dieser dient zur Aufzeichnung aller ankommenden Signale direkt auf die zentralen Speicher des Servers und ist somit die Digitalisierungsstation des Systems. Während der Aufzeichnung kann das Rohmaterial bereits mit ersten Informationen wie Timecode-Werten, Tape-nummern, Uhrzeit, Signalherkunft, Titel und Kurzkomentaren versehen werden. Desweiteren können bereits Archivierungskriterien eingegeben werden. Diese Daten sind jederzeit veränder- und erweiterbar.

Avid Newscutter:

Hierbei handelt es sich um ein nonlineares Schnittsystem. Der Newscutter greift direkt auf die Mediafiles des MediaServer zu, ein Datentransfer ist nicht erforderlich. Es besteht die Möglichkeit, von einer externen MAZ¹ direkt auf den Server zu schneiden. Die Arbeit auf lokalen Festplatten (Beiträge die nicht öffentlich zugänglich sein sollen) wird ebenso unterstützt.

Die Hardware ist identisch mit der des MediaRecorders und des Airplays (Apple Macintosh PowerMac). Dadurch kann der Newscutter im Havariefall Teilfunktionen dieser Stationen übernehmen.

Airplay:

Dieses Gerät stellt den „Sendeserver“ dar. Die sendefähigen Beiträge werden anhand einer Ablaufliste direkt vom Zentralserver oder von lokalen Speichermedien automatisch, halb-automatisch oder manuell abgerufen und gesendet.

Die Steuerung kann von einem Sendeautomationssystem (Newsroomsystem) erfolgen. Das Schnittstellenprotokoll ist offen für andere Hersteller. Die Sendeablaufliste kann manuell mit AirPlay erstellt werden oder wird an einem Redaktionsarbeitsplatz erzeugt und anschließend über die serielle Schnittstelle geladen. Es kann direkt vom MediaServer gesendet werden. Das ist von Vorteil, wenn während der Sendung ein Beitrag noch geschnitten werden muß. Um Redundanz zu schaffen, können Beiträge auf lokale Speicher übertragen werden, welche ebenfalls in RAID-3 Technologie auslegbar sind. Somit sind im Havariefall die Beiträge vom lokalen Speicher aus sicher zu senden.

¹ Magnetische Bildaufzeichnung

Mediarecorder, Newscutter und Airplay verfügen über serielle Schnittstellen (RS 422), die zu Steuerungszwecken von einem Automationssystem genutzt werden können. Eine weitere Möglichkeit der Steuerung besteht über die Verbindung eines Redaktionsnetzes oder bereits bestehenden Stauernetzes mit dem in der Gesamtkonfiguration vorhandenen Ethernet über einen Router.

Avid AudioVision:

Arbeitsplatz zur Tonbearbeitung, der eine mehrspurige Audio-Workstation mit digitalem Bild verbindet. Er wird nicht als Client im Netzwerk unterstützt. Der Austausch von Bild- und Tondaten muß daher über Video/Audio, Peer-to-Peer-Verbindung oder Wechselfestplatte erfolgen. Die Übertragung von reinen Audiodateien kann über Redaktionsnetz via Steuernetz erfolgen.

Avid MediaIllusion:

Grafikbearbeitungsplatz, der auf Basis einer Silicon Graphics Impact Hardware entwickelt wurde. Dieser ist ebenfalls nicht als Client im Netz verfügbar. Die Übertragung zum zentralen Server muß mit DSK über einen der angeschlossenen Clients erfolgen.

Avid Mediacomposer:

Nonlineares Editing System mit erweitertem Funktionsangebot zur Produktion von Filmbeiträgen (Feature), Dokumentationen und Werbespots. Der MediaComposer wird von Avid ebenfalls noch nicht als Client für das Netzwerk aufgeführt. Der Datenaustausch muß daher ebenso über DSK erfolgen.

Automatisches Archiv:

Dabei handelt es sich um ein „Digital Linear Tape“-Kassettenautomatensystem mit entsprechendem Datenverwaltungssystem. Es besteht aus einem Kassettenautomationsroboter, der als DLT-Wechselsystem arbeitet und automatisch die angeforderten Beiträge auf den jeweiligen Server transferiert. Beiträge werden als Datenmaterial auf Band abgelegt, um Speicherkapazität auf den RAID-Speichern freizumachen. Die Daten werden unkomprimiert auf ein 1/2“ Streamer Tape übertragen. Dabei liegt die Kapazität eines Bandes zwischen 20 und 40 GByte bei einer derzeitigen Übertragungsgeschwindigkeit von 5 MByte/s. Dieses System ist direkt mit dem MediaServer entweder über ATM oder Fast SCSI verbunden. Das Überspielen der Daten erfolgt manuell oder automatisch ohne zusätzliche Datenkompression.

Es ist denkbar, andere in einem Sender vorhandene Datenbanken mit entsprechender Schnittstelle anzuschließen.

Ein Arbeitsplatz für den Datenmanager und Systemadministrator umfaßt die Konsole für den Datenbankserver und einen MediaRecorder zum Erfassen, Sichten und Katalogisieren von Material.

Browseserver:

Die Realisierung des Browseservers seitens der Firma Avid steht noch aus.

Bei der derzeit zur Diskussion stehenden Variante handelt es sich um eine erste „Ausbaustufe“, da einige der Komponenten von Avid noch nicht zur Verfügung stehen. Die Planung sieht folgende Ausstattung vor:

- 1.) Zentraler Server: -SGI XL MediaServer
 - 4 x 16 h RAID-3-Speicher-Modul
 - ATM Interfaces und Switches
- 2.) Nonlineare Schnittsysteme für EB Schnitträume 1-4:
 - 4 x NewsCutter (dig. Schnittplätze), bzw. teilweise MediaComposer
- 3.) Funktionsarbeitsplätze 1-4:
 - 4 x NewsCutter
- 4.) MAZ-Ersatz zum Ein- und Auspielen im Schaltraum, Grafik, Tonbearbeitung:
 - 4 x MediaRecorder
- 5.) Digitaler 16 Spur Player/Recorder in der Tonbearbeitung:
 - Avid AudioVision
- 6.) Sendeausgänge: -2 x Airplay
- 7.) Sendeablaufsteuerung: -direkte Ansteuerung durch Nexus Newswire
- 8.) Sichtplätze: -bei Einsatz eines nichtkompatiblen Akquisitionsformates und als Alternative falls Browse-Server nicht verfügbar
 - keine konkrete Aussage über zu verwendende Geräte
- 9.) Grafik: -Avid Illusion
- 10.) Automatisches Archiv (1000 h) [Muuß 9/96]

Diese Lösung bietet dem Redaktionssystem keine Möglichkeit, auf Videomaterial in Browse-Qualität zuzugreifen. Der entsprechende Browserserver soll erst Anfang 1998 vollständig in das Produktionssystem integriert sein. Voraussichtlich wird ein Datenreduktionsfaktor von 1:50 verwendet.

Datenübertragung:

Zur Datenübertragung werden zwei Netzwerke genutzt, ein ATM-Netz und ein Ethernet. Das ATM-Netz dient nur dem Transfer der Mediadata, während die Steuerdaten über das Ethernet übertragen werden.

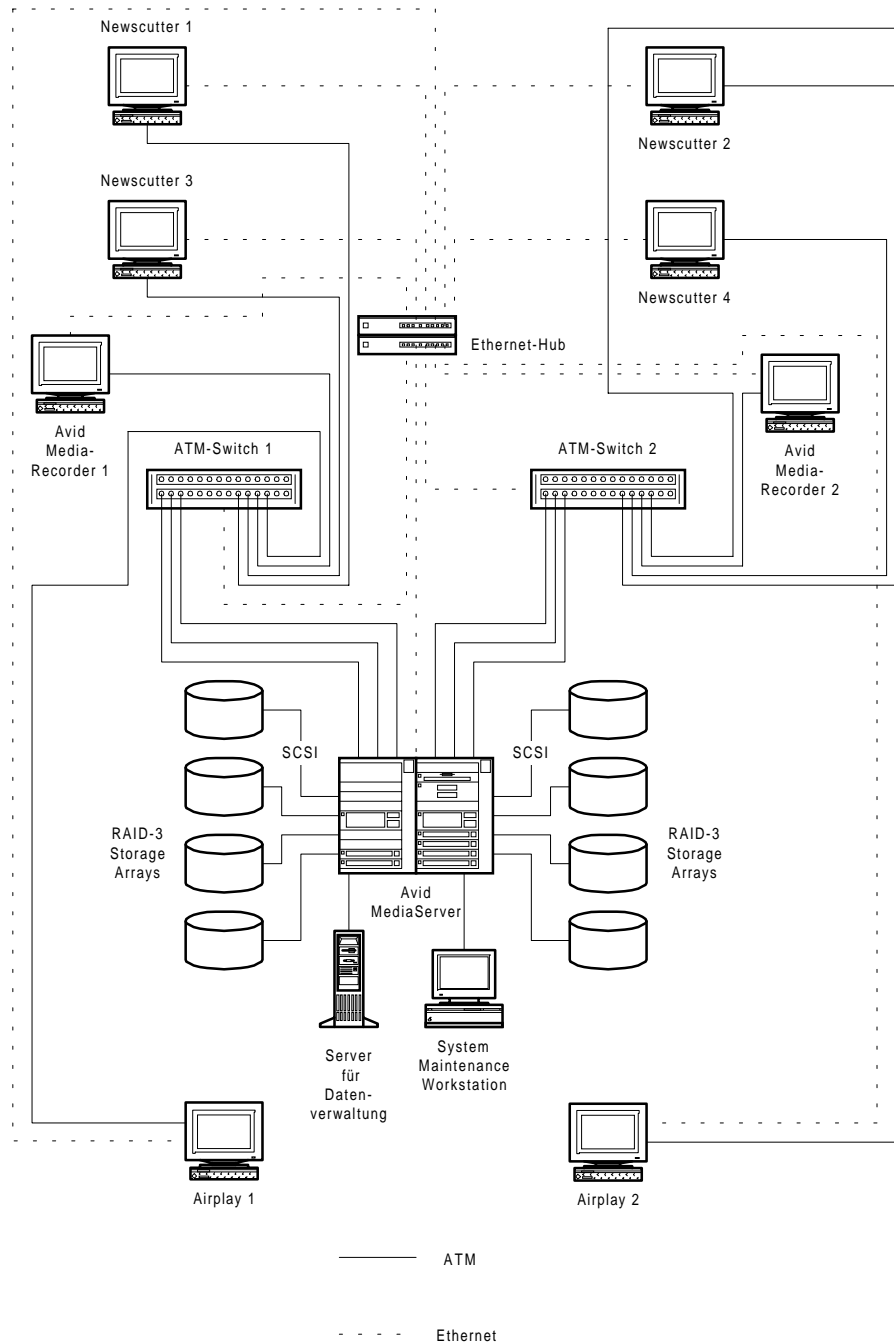


Abb. 5.3: ATM und Ethernet in der Client-Server-Umgebung, nach [Avid 7/96]

5.1.2. ATM-Netz (AvidNet)

Zur Vernetzung der Systembestandteile wird ein ATM-Netz auf Basis von SDH (STM-1) verwendet. Als Übertragungsmedium kommen 62,5/125 mm Gradienten-Index-Glasfaser-Kabel (Multimode) mit SC-Steckverbindern zum Einsatz. Es sind maximal 2 Kilometer Leitungsläng ohne Repeater zulässig. Es werden Switches vom Typ Fore ASX 200 und Adapterkarten Fore NBA 200 (ATM-NuBus-Adapter für Macintosh-Computer) verwendet. Als

Signalisierungsprotokoll kommt SPANS (Simple Protocol ATM Network Signaling), eine firmenspezifische Fore-Entwicklung, zum Einsatz. [Chr. Jaekel]

Höhere Schicht:

Auf dieser Schicht verwendet Avid ein proprietäres Protokoll, das sogenannte „Avid Media Protocol“ (AMP). Informationen zu diesem Protokoll werden von der Fa. Avid nicht veröffentlicht. Dieses Protokoll ist nicht weitverkehrstauglich. [M. Schultheiss]

File-Transfer mittels AAL-5:

Abbildung 5.4 stellt dar, wie Informationen mit Hilfe des AAL-Diensttyps 5 durch das ATM-Netz übertragen werden:

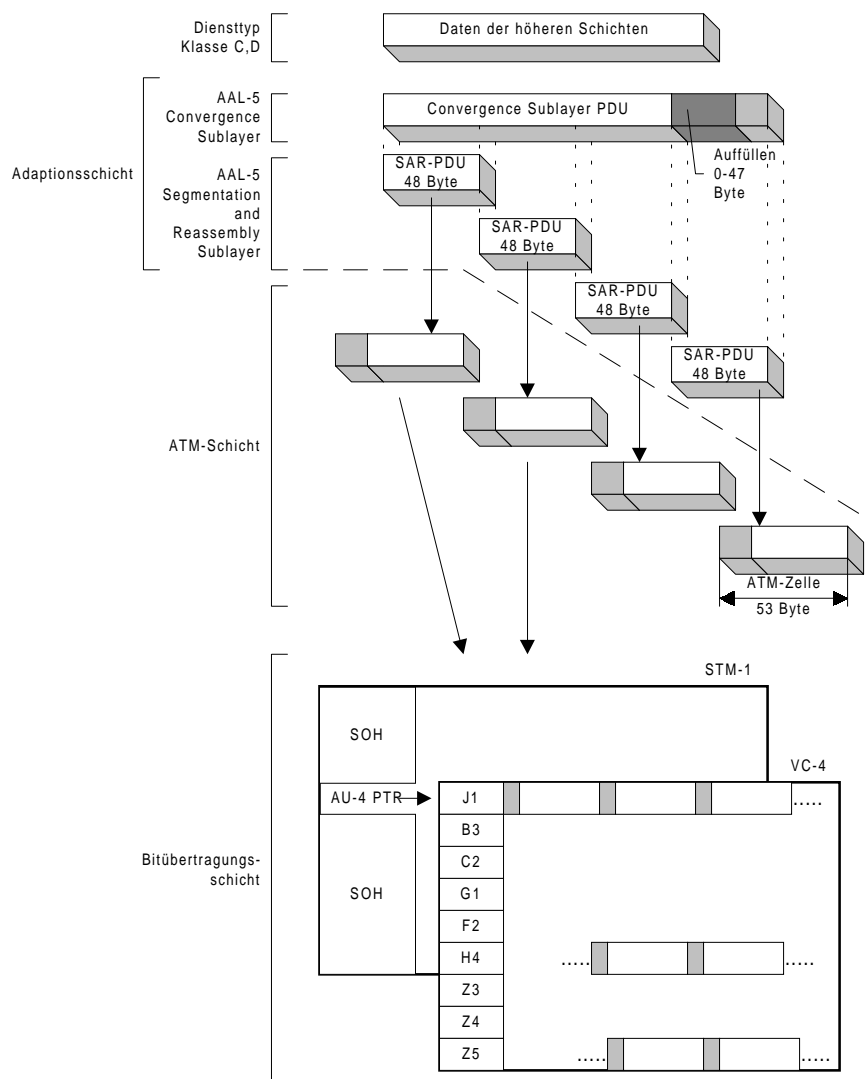


Abb.5.4: Datenfluß durch das ATM-Netz mit AAL-5, nach [Bay 96]

1. Die Daten werden von der Applikations-/Protokollschicht dem Diensttyp 5 der ATM-Adaptionsschicht übergeben.
2. Die CPCS akzeptiert die Information und bereitet sie zur Segmentierung vor, indem sie zunächst durch Hinzufügen des Trailers den allgemeinen Teil der CPCS-PDU erstellt. Der Trailer enthält den CRC-Test für die Überprüfung der CPCS-PDU sowie die Länge der Nutzlast. Die Trailer-Informationen dienen der Rekonstruktion des Originalformats durch die AAL-Schicht auf der Empfangsseite.
3. Die CPCS-PDU wird der SAR-Teilschicht zur Segmentierung übergeben. Die SAR-Teilschicht nimmt die ersten 48 Byte der CPCS-PDU und übergibt sie der ATM-Schicht.
4. Die 48 Byte große Nutzlast wird der ATM-Schicht zusammen mit der Information über den Nutzlasttyp (Ende der Zelle oder fortlaufende Zelle sowie Cell Loss Priority) übergeben.
5. Die ATM-Schicht ergänzt die Nutzlast um den Zellenkopf und formt so die ATM-Zelle.
6. Die ATM-Zelle wird der Bitübertragungsschicht präsentiert.
7. Der Transmission Convergency Sublayer der Bitübertragungsschicht platziert die Zelle in einem Rahmen zur Übergabe an das Kabel.
8. Das Kabel überträgt das Signal bis zum nächsten ATM-System. [Bay 96]

Der AAL-5 leitet Informationen in folgenden Stufen und mit folgenden Informationen weiter:

- Übernahme der Informationen von den höheren Schichten,
- Generieren der CPCS-PDU,
- Segmentieren der CPCS-PDU in Nutzlasten,
- Präsentation der Nutzlasten an die ATM-Schicht einschließlich folgender Informationen:
 - Cell Loss Priority für die Übertragung,
 - Zelltyp (Nutzer- oder Managementdatenzellen),
- Anzeige einer Typ-0-Zelle (d.h. fortlaufende Mitteilung),
- Anzeige einer Typ-1-Zelle (d.h. Ende einer Mitteilung). [Bay 96]

Der Trailer zeigt nicht das Ende der Information an. Daher sind andere Verfahren notwendig, um der CPCS anzuzeigen, daß die Mitteilung angekommen ist und daß der CRC geprüft werden kann. Beim AAL-Typ-3/4 wird ein EOM (End of Message)-Indikator im Segmenttyp-Feld des SAR-Headers platziert, um das Ende der Nachricht anzuzeigen. Der AAL-Typ-5 erhält auf der SAR-Schicht keinen Header. Daher wird folgendermaßen verfahren: Bei der Übergabe der Nutzlast an die ATM-Schicht informiert der Diensttyp 5 die ATM-Einrichtung, welchen Nutzlasttyp er weitergibt, eine fortlaufende Mitteilung oder das Ende einer Mitteilung. Auf Basis dieser Information erzeugt die ATM-Schicht den Zellkopf. Ein spezieller Indikator, der den Beginn der Nachricht anzeigt, ist nicht notwendig, da die An-

zeige „Ende einer Nachricht“ beide Funktionen übernimmt. Dort, wo eine Nachricht endet, beginnt auch die nächste. Deshalb benötigt der AAL-Typ-5 nur einen COM (Continuation of Message)- und einen EOM-Indikator. Die erste COM-Mitteilung nach einer EOM-Anzeige ist der Beginn der nächsten Meldung.

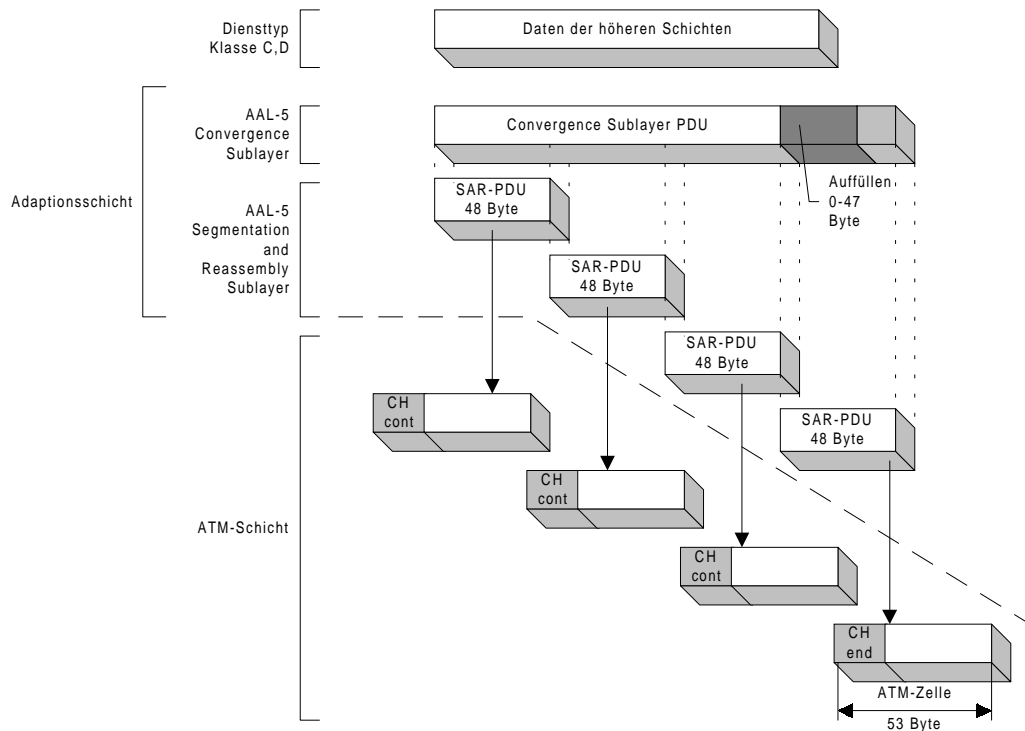


Abb.5.5: Anzeige eines Nachrichtenendes und einer fortlaufenden Nachricht [Bay 96]

Ist die Information fehlerfrei, gibt die CPCS die Zelle an die höheren Schichten weiter. Verläuft der CRC-Test negativ, und hat die Verbindung eine Corrupted Delivery Option festgestellt, wird das fehlerhafte Paket an die höheren Schichten weitergegeben. Spezifiziert die Verbindung, daß fehlerhafte Daten nicht übergeben werden dürfen, wird das Paket verworfen. Die Protokolle der höheren Schichten veranlassen daraufhin eine erneute Übertragung des gesamten Protokollrahmens. Diese Schichten arbeiten nicht auf Zellenbasis. Entweder wird der gesamte Rahmen von der Empfangsstation empfangen oder nicht. Deshalb gibt es auch keine Möglichkeit, nur die Übertragung einer einzelnen fehlerhaften Zelle zu veranlassen.

[Bay 96]

SDH:

Avid nutzt als physikalisches Medium die SDH. Die Synchron Digital Hierarchy wurde 1988 vom CCITT als weltweiter Standard für ein Übertragungssystem definiert, dessen Spezifikation sich auf die Beschreibung von OSI-Schicht-1-Übertragungsrahmen beschränkt. Der Vorteil von SDH gegenüber der bisher verwendeten „Plesiochronen Digitalen Hierarchie“ (PDH) ist die Verwendung eines transparenten Multiplexverfahrens. Dies ermöglicht den direkten Zugriff auf Signale bestimmter Bandbreite innerhalb eines hochkanaligen Systems, um diese an einen Teilnehmer oder an eine Vermittlungsstelle zu geben. Es ist auch möglich, auf den breitbandigen Signalstrom zuzugreifen, um bestimmte Signale durch andere auszutauschen, ohne die gesamte Multiplex-Hierarchie durchlaufen zu müssen. Daher auch die Bezeichnung „Ein-Stufen-Multiplexing“. Im Gegensatz dazu müssen bei der PDH beim Zugriff auf einen Datenkanal alle Multiplexstufen bzw. Demultiplexstufen durchlaufen werden. Es kann kein Kommunikationskanal aus einem zwei oder drei Hierarchien höher befindlichen Multiplexkanal herauslokalisiert werden. Die SDH spart also eine große Anzahl teurer Multiplex- bzw. Demultiplexanlagen ein und ermöglicht eine wesentlich flexiblere Gestaltung von Netzwerken. Die Overheadstruktur von SDH-Übertragungsrahmen ist so ausgelegt, daß sie moderne, hochautomatisierte Vermittlungsanlagen und Netzwerkmanagementsysteme unterstützt. Weiterhin werden PDH-Multiplexhierarchien über das SDH-Netzwerk übertragen, was einen kontinuierlichen Übergang von einem System auf das andere System ermöglicht. Vom ATM-Forum wurden für die Übertragung von in SDH-Containern enkapsulierten ATM-Zellen im LAN-Bereich anstelle der in den ITU-T-Spezifikationen vorgeschriebenen Monomode-Glasfasern auch Multimode-Fasern und Kupferkabel spezifiziert. Dies verkürzt zwar die maximal überbrückbaren Entfernungen, senkt jedoch durch den Verzicht auf die teuren Monomode-Fasern und hochwertigen Laserquellen die Kosten. Zur Zeit stehen neben der Übertragung von ATM-Zellen über SDH-WAN-Interfaces STM-1 (155Mbit/s), STM-4 (622Mbit/s) und STM-16 (2,488Mbit/s) innerhalb von VC-4-Containern zusätzlich die Standards STM-1 (155Mbit/s) und STS-1 (52,84Mbit/s) über Multimode-Glasfaser, UTP-3, UTP-5 sowie Koaxialkabelpaare zur Verfügung. Bei der hier diskutierten Lösung wird der Standard STM-1 (155 MBit/s) über Multimode-Faser verwendet.

Die unterste Hierarchiestufe in SDH wird als Synchrones Transport Modul 1 (STM-1; nach SONET-Nomenklatur als OC 3 c benannt) bezeichnet. STM-1 besteht aus einem 2430 Bytes langen Rahmen, der mit 155,52 Mbit/s übertragen wird. Die Übertragungsdauer eines solchen Rahmens beträgt 125 µs. Der Rahmen setzt sich zusammen aus 9 Zeilen (Subrahmen) zu jeweils 270 Bytes. Die ersten 9 Bytes jeder Zeile sind Overhead-Bytes und bilden den sogenannten Section Overhead (SOH). Somit beträgt die Nutzbandbreite des STM-1-Rahmens 150,34 Mbit/s. Der Section Overhead enthält Zusatzinformationen, die den Transport der Nutzinformationen zwischen zwei Netzknoten gewähren und den Pointer (9 Byte),

der auf den Rahmenanfang des virtuellen Containers der untergeordneten Hierarchie zeigt. SOH-Bytes gehören zu bestimmten Transportabschnitten des Netzes und werden nicht mit den Nutzdaten weitertransportiert.

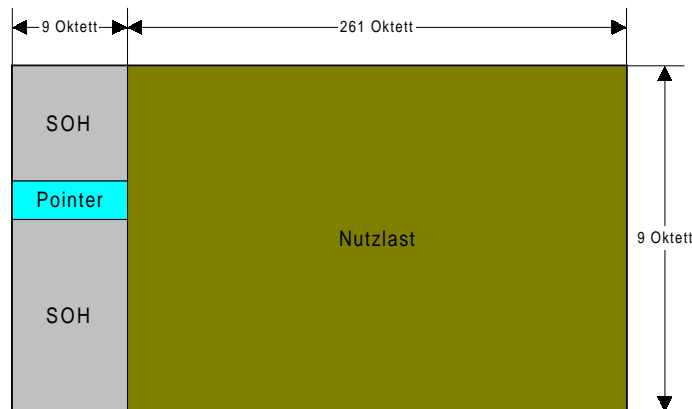


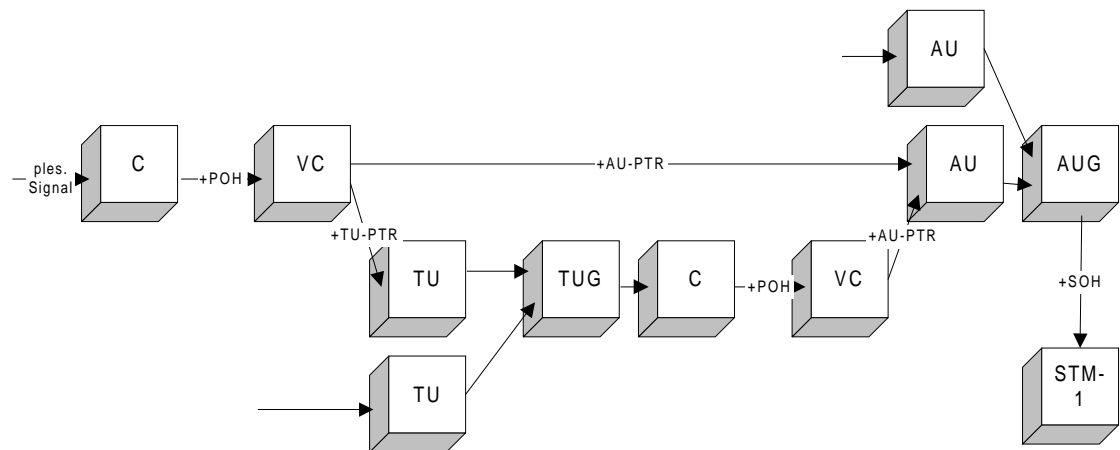
Abb.5.6: Synchrones Transport Modul 1[Herr 97]

Die restlichen 9 Zeilen zu 261 Byte bilden den Payload-Block. In ihm werden die Nutzdaten in sogenannten Containern transportiert. Die Container stellen die Multiplexeinheiten von SDH dar und sind für verschiedene Nutzlastkapazitäten definiert.

Multiplexelement (Container)	Transportkapazität (kBit/s)
C-11	1600
C-12	2176
C-21	6784
C-22	9088
C-31	36864
C-32	48384
C-4	149760

Tab. 5.1: Nutzlastkapazitäten [Kyas 96]

Durch das Hinzufügen eines Path-Overhead (POH) wird aus dem Container ein virtueller Container. Der POH übernimmt die Alarmüberwachung und Qualitätskontrolle der Übertragung und begleitet die Container auf dem gesamten Weg durch das Netzwerk. Mehrere virtuelle Container können zusammengefaßt werden zu einer Transportgruppe (Tributary Unit Group). Mehrere TUGs wiederum können in einem virtuellen Container höherer Ordnung transportiert werden.



C.....Container

VC.....Virtual Container

TU.....Tributary Unit

TUG..Tributary Unit Group

AU.....Administrative Unit

AUG..Administrative Unit Group

STM..Synchronous Transport Module

PTR..Pointer

SOH..Section Overhead

POH..Path Overhead

Abb.5.7: Container-Terminologie [Herr 97]

Die Transportgruppen verfügen im Nutzfeld ebenfalls über Header (Path Overhead), in denen die Unterstruktur der übertragenen Nutzinformationen festgelegt ist. Durch diese Header sind die Nutzinformationen bis hinunter zur Containerebene identifizierbar. Dadurch wird es Demultiplexer und Multiplexer möglich, einzelne Nutzsyste me aus dem STM-1-Modul zu entnehmen bzw. hinzuzufügen. Der Beginn eines solchen Übertragungssystems im Nutzfeld wird über Pointer im Header markiert.

Zum Transport von ATM-Zellen in einem STM-1 wird der VC-4 verwendet. Da der Path Overhead des VC-4 ein Byte pro Zeile ausmacht, reduziert sich damit die für die Übertragung der ATM-Zellen verfügbare Nutzdatenbandbreite auf 149,76 Mbit/s. Höhere SDH-Hierarchien werden durch Zusammenfassen von STM-1-Vielfachen erreicht. Vier STM-1-Rahmen bilden ein STM-4-Modul mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 622,080 Mbit/s und das STM-16-Modul mit 2488,32 Mbit/s wird wiederum aus vier STM-4-Modulen gebildet.

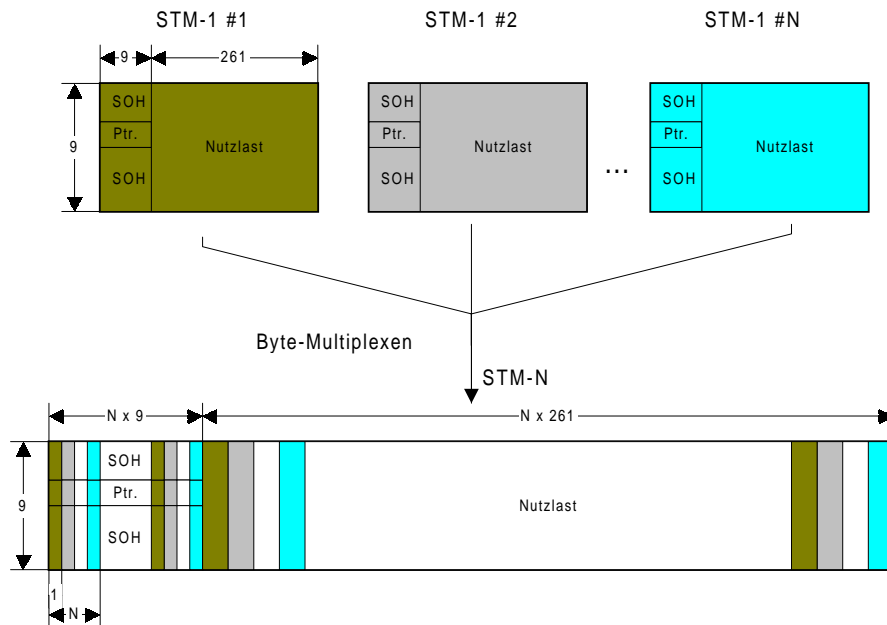


Abb.5.8: Multiplexen von STM-1-Rahmen zu Transportmodulen
höherer Kapazität [Herr 97]

Die Übertragung von ATM-Zellen über SDH-Netzwerke ist in der ITU-Empfehlung I.432 festgelegt. Der Zellenstrom wird bytesynchron in VC-4-Container verpackt.

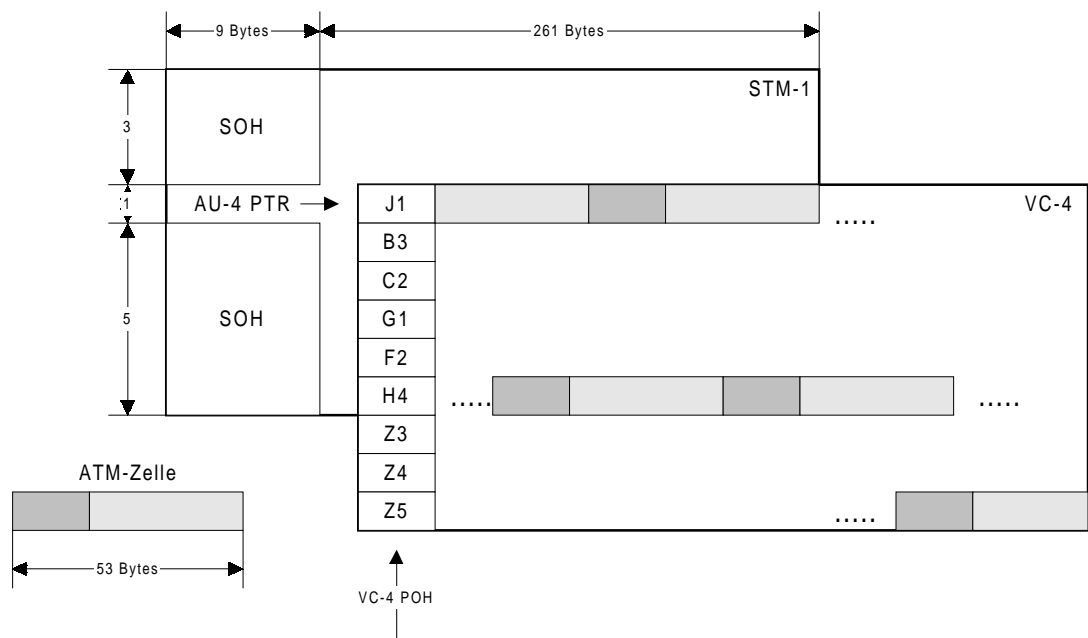


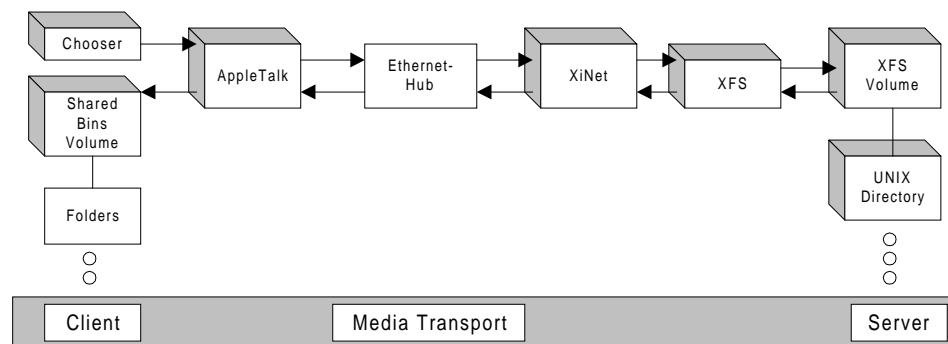
Abb.5.9: Übertragung von ATM-Zellen im STM-1 [Kyas 96]

Deren Nutzlast ist jedoch kein ganzzahliges Vielfaches der Zellengröße (53 Bytes). Somit kann sich eine Zelle über zwei Container erstrecken. Zur Sicherstellung der Synchronisie-

rung der Empfangsstation auf die einzelne Zelle muß der Nutzdatenbereich der Zelle vor der Übertragung verschlüsselt werden. Damit ist das Erkennen des jeweiligen Zellenanfangs möglich. Bei Abweichungen der Zellen-Übertragungsrate von der Nutzdatenbandbreite der Container werden Leerzellen eingefügt, bei Überschreiten der verfügbaren Bandbreite werden entsprechend Zellen verworfen. Damit ist die ATM-Zellenstrom-Bitrate synchron zu der des SDH-Containers. [Kyas 96], [Herr 97], [Siegmund 93]

5.1.3. Steuernetz

Das Steuernetz ist als Ethernet (10Base-T) ausgelegt. Über dieses Netz werden alle Steuerfunktionen, die interne Kommunikation, sowie die Ressourcenverteilung (z.B. die Zugriffsrechte der Clients) gesteuert. Alle Steuerfunktionen, wie die Archivdatenbanksuche, Mailings etc., belasten somit nicht den Media-Datentransfer.



Darstellung mit den verwendeten Protokollen

Abb.5.10: Steuernetz [Avid 7/96]

Die Verbindung zum Redaktionsnetz muß über einen Router hergestellt werden. Da vom Redaktionsnetz Steuerfunktionen wahrgenommen werden, die Echtzeit voraussetzen (Maschinenkontrolle), darf dieser Router keine relevante Verzögerung erzeugen.

5.1.4. Schlußfolgerungen

Die hier diskutierte Lösung bietet eine Reihe interessanter Ansätze. Grundlage bildet bekannte Technologie aus der Datenverarbeitung sowohl für die Workstations, die Speichermedien als auch die Vernetzung. Dies senkt die Kosten.

Mit der Wahl von ATM/SDH als Übertragungsmedium kann der Datenaustausch zwischen den zur Zeit als Clients verfügbaren Geräten und dem Server ohne Transkodierungen abgewickelt werden. Eine zukünftige Anbindung an den Weitverkehr ohne zusätzliche Wandlungen ist ebenso möglich.

Der Stand der Entwicklung dieser Umgebung umfaßt allerdings nicht alle Geräte als Clients. Audio- und Grafik-Arbeitsplatz sowie der für aufwendige Schnittbearbeitung angebotene MediaComposer sind nicht netzwerkfähig. Für die Programmerstellung im LFH M/V sind diese Geräte besonders wichtig. Die Alternativen wären die Verbindung über DSK bzw. eine Peer-to-Peer-Verbindung. Da letztere über ein anderes Protokoll verfügt als das für die Vernetzung verwendete, käme es bei beiden Varianten zu Transkodierungen. Diese sind bei dem derzeitig verwendeten Kompressionsverfahren und den damit erzielbaren Datenraten von ca. 30 Mbit/s für die Anforderungen des LFH Schwerin nicht akzeptabel.

Bezüglich des Kompressionsverfahrens ist in nächster Zukunft keine Verbesserung zu erwarten. [St. Schindler]

Hinzu kommt, daß dieses LAN im EB-Bereich auf Grund des verwendeten proprietären Protokolls nicht an das Weitverkehrsnetz angebunden werden kann (siehe 5.3). Die Firma Avid bekundete zwar ihr Interesse -bei entsprechender Nachfrage- an einer derartigen Entwicklung, jedoch wurden keine konkreten terminlichen Aussagen getroffen.

Die angebotene Variante kann sicherlich die Anforderungen reiner Nachrichtenstudios oder einzelner Redaktionen, in denen ausschließlich Formen der Kurzberichterstattung zum Einsatz kommen, erfüllen. In einer solchen Umgebung („heute nacht“-Redaktion des ZDF in Mainz) befindet sich eine der hier beschriebenen Konfiguration ähnliche Variante seit Mai dieses Jahres im Beta-Test. Erste Ergebnisse, wie sich das System im täglichen Produktions- und Sendebetrieb bewährt, sind jedoch nicht vor Ende Juli zu erwarten. [DI-VA 4/97]

Für die Anforderungen eines gesamten Landesfunkhauses, wie dem des NDR in Schwerin, ist sie mit den gegenwärtigen Schwachpunkten nicht geeignet. Für das hier produzierte Beitragsprofil (z.B. Feature, längere Interviews und Berichte; siehe 4.1.) kann der durch die zusätzlichen Transkodierungen entstehende Qualitätsverlust nicht hingenommen werden.

5.2. Redaktionsnetz

Allgemeines:

Für den Redaktionsbereich, ist ein diensteneutrales Netzkonzept zu entwickeln, das eine einheitliche Infrastruktur für alle Dienste zur Verfügung stellt. Es ist die Topologie eines logischen Netzkonzeptes zu erarbeiten, welches sowohl die heutigen Anforderungen erfüllt, als auch mit den wachsenden Ansprüchen an Bandbreite evolutionär weiterentwickelt werden kann. Äußerst effektiv und in Zukunft unverzichtbar ist die konsequente Durchsetzung eines Konzeptes des virtuellen Netzes (VLAN), das eine netzweite Bildung von Workgroups unabhängig von der Anzahl und der Nutzung von Backplane-Segmenten ermöglicht. Zudem minimiert ein VLAN den Zeit- und Kostenaufwand bei Teilnehmerumzug oder Neuinstallation.

Der informationstechnische Bereich zeichnet sich derzeit durch ein außerordentlich hohes Tempo der technologischen Entwicklung aus. Es ist davon auszugehen, daß z.B.:

- die Rechnerleistung von Mikroprozessoren für den Arbeitsplatzbereich sich alle 24 Monate verdoppeln wird bei gleichzeitig sinkenden Preisen,
- durch Parallelverarbeitung eine bis zu 100-fach höhere Leistung von Rechnersystemen erreicht werden kann, was insbesondere Auswirkungen auf Server in Client/Server-Umgebungen haben wird,
- sich die Speicherkapazität elektronischer Informationssysteme ca. alle drei Jahre um das 4-fache erhöht,
- sich die Kapazität und Leistung externer Speicher alle 2 Jahre verdoppelt.

Diese Entwicklungsschübe werden erheblichen Einfluß auf die Leistungsentwicklung der Kommunikationstechnik haben. Es wird eine Verzehnfachung der Leistungsfähigkeit innerhalb von 4 Jahren erwartet. Der steigende Bandbreitenbedarf im LAN-Bereich wird gegenwärtig durch Segmentierung und den Einsatz von Vermittlungstechniken (Switching) abgedeckt. Die Entwicklung hat dazu geführt, daß klassische „Shared Media“-LAN-Techniken zunehmend nur noch im arbeitsplatznahen Bereich eingesetzt werden, während der Backbone-Bereich durch Switching-Technologien geprägt ist.

[Siemens 6/95]

Leistungsdaten:

Die für den Redaktionsbereich erforderlichen Dienste sind in Abschnitt 2.2.3. definiert worden. Da es sich zum Teil um noch nicht existierende Anwendungen handelt (speziell die

Möglichkeit des „browsing“), liegen aber keine konkreten Leistungsdaten vor, die Voraussetzung für eine präzise Planung sind. Bezugnehmend auf die oben angeführten Punkte ist davon auszugehen, daß sich die Datenraten für die Übertragung von Video erhöhen werden. „Ruckelnde, zuckelnde“ Bilder wie sie z.B. bei einer Anzahl von Videokonferenzsystemen gegenwärtig existieren, können nicht der Standard sein.

Sowohl die Firma Avid, die ein eigenes Redaktionssystem anbietet, als auch die vom NDR favorisierte Lösung der Fa. NEXUS basieren auf „Shared Media“-LAN-Techniken. Avid nutzt dabei 10 Mbit/s-Ethernet. Allerdings ist dieses Netz nur für einzelne Redaktionen ausgelegt. Die Beta-Test-Version in der „heute nacht“-Redaktion des ZDF verfügt über gerade einmal 14 Journalist-Workstations. [DIVA 4/97]

NEXUS nutzt ein 100 Mbit/s-Ethernet als Grundlage für das Redaktionssystem. Kalkulationen haben ergeben, daß der Zugriff auf ein 1-Minuten-Video (320 x 240 Pixel, 15 frames/second: 9,0 - 12,0 Mbyte; 240 x 180 Pixel, 15 frames/second: 5,5 - 7,5 Mbyte) inklusive Audio in einer Qualität, die in etwa einer Super-8-Kamera entspricht, durch einen Anwender 3 bis 6 Sekunden dauert. Bei 5 bis 8 simultanen Zugriffen erhöht sich diese Zeit auf 15 bis 30 Sekunden. Weitere Angaben zur technischen Realisierung des Angebotes, sind der Literatur zu entnehmen. [NEXUS

2/96]

Zur Erinnerung: ein Hauptgrund für die Vernetzung ist der Zwang zur schnelleren Beitrags-erstellung. Dafür sind solche Zugriffszeiten absolut inakzeptabel!

Welche Bandbreitenanforderung stellt also eine solcher Arbeitsplatz? Problematisch bei einer Einschätzung ist der Bedarf von Videodiensten. In [Onv 95] finden sich folgende Angaben:

Example	Bit Rate (kBps) Raw	Bit Rate (kBits) Compressed
Real time (1/4 screen, low resolution) (128 x 120 pixels) (9bits/pixel; 15 frames/sec.)	2,074	64
Real time (1/4 screen, high resolution) (128 x 240 pixels) (9bits/pixel; 15 frames/sec.)	4,147	384
Real time (full screen, high resolution) (128 x 240 pixels) (9bits/pixel; 30 frames/sec.)	8,294	2,000
Non-Real-Time, low resolution server (352 x 240 pixels) (9bits/pixel; 10 frames/sec.)	7,603	384
Video-Cassette-Recorder-quality server (352 x 240 pixels) (24bits/pixel; 30 frames/sec.)	60,825	1,100
Studio-quality server		

(640 x 480 pixels) (24bits/pixel; 30 frames/sec.)	221,184	4,000
High-Definition-TV (1,125 lines; 24 bits/pixel; 30 frames/sec.)	800,000	60,000 - 127,000

Tab. 5.2.: Bit Rate Requirements of Video Services [Onv 95]

Diese Angaben sind durchaus diskussionswürdig. Eine Datenrate für „non real time“-Video in „low resolution“ von 384 kBit/s entspricht gerade einmal der höchsten Datenrate, die für die Übertragung von Audiodaten gefordert ist. In den Ausführungen zur Problematik der Kaskadierung ist eindeutig festgestellt worden, daß für eine Studioqualität eine mittlere Datenrate von 50 Mbit/s gefordert ist. Die in dieser Tabelle genannte Rate von 4 Mbit/s ist demzufolge ebenfalls viel zu niedrig angesetzt. 2 Mbit/s als Übertragungsrate für „high resolution“ anzugeben, ist angesichts der von [Wel/Ban 5/96] als „akzeptabel“ bezeichneten Qualität (s.u.) fragwürdig. Die hier angeführten Daten, sind in ihrer Gesamtheit als zu niedrig einzuschätzen.

Die Angaben in [Kyas 96] sowie [Pry 95] bewegen sich zwischen 1 Mbit/s und 10 bis 15 Mbit/s, in Abhängigkeit von verwendetem Reduktionsalgorithmus, Auflösung und Größe des Bildausschnittes.

[Wel/Ban 5/96] schließlich geben an, daß Versuche gezeigt haben (bei mindestens einem Viertel eines 17''-Monitors Bildschirmes als Video-Overlay, das entspricht 17,28 x 12,96 cm), daß mit einer Vorfilterung des Signals auf halbe horizontale und halbe vertikale Auflösung und anschließender Kompression, eine akzeptable Videoqualität mit 25 (bzw.30) Bildern pro Sekunde zu erreichen ist. Bei Verwendung einer M-JPEG-Codierung, wie sie bei Standard-PCs zur Erzeugung des unter Windows verwendeten AVI-Formates (Audio Video Interleaved) genutzt wird, ergibt sich eine Datenrate von 2 Mbit/s inklusive Audio. Der Ton wird dabei nicht komprimiert, sondern mit 22,05 kHz gesampelt und 8 bit quantisiert.

**Als Resümee wird eine Bandbreite pro Redaktionsarbeitsplatz von 25 Mbit/s abgeschätzt, die eine zukünftige Qualitätssteigerung von Audio und Video bzw. Datenra-
tenerhöhung am Arbeitsplatz einschließt.**

Netzwerktechnologie:

Eine unabdingbare Eigenschaft für die Multimediadienste der Zukunft ist die unterschiedliche Behandlung der verschiedenen Dienste. Dabei gewinnt die Dienstgüte eine immer stärkere Bedeutung. Hier geht es im wesentlichen darum, über das Netz zeitkritische Dienste wie Sprache und Video unterbrechungsfrei zu vermitteln, eine Anforderung, die es in den klassischen Datennetzen noch nicht gab. Wie dies zu erreichen ist, darüber konkurrieren mehrere Philosophien:

Bei den Ethernet-Technologien (Fast-Ethernet, Gigabit-Ethernet) versucht man es rein durch die Erhöhung der Übertragungsrate und unterstellt, daß die Bandbreitenreserven dadurch so groß werden, daß auch Echtzeitdienste ohne Engpässe vermittelt werden können. Allerdings zeigen sich hier die Grenzen durch das verwendete Kollisionsprotokoll CSMA/CD. Bei einem Fast-Ethernet sind pro Ethernet-Segment etwa 100 Drucker und PCs akzeptabel, wenn Applikationen wie Textverarbeitung oder das Senden/Empfangen von E-Mails dominieren. Bei CAD/CAM-Arbeitsstationen reduziert sich die Zahl auf 15 Stationen pro Segment, bei Systemen für Videokonferencing, 3D-Simulation oder Multimedia-Übertragung auf vier.

Gigabit-Ethernet ist noch nicht vollständig standardisiert (siehe 2.3.3.) und bietet keinen echten QoS (auch nicht mit Ethernet-Switching und Prioritätensteuerung wie sie manche Hersteller neuerdings über das Netzwerkmanagement anbieten). Desweiteren sind die physikalischen Grenzen erreicht.

100VG-AnyLAN, das als IEEE 802.12 standardisiert wurde, verwendet mit „Demand Priority“ eine Zugriffsverfahren, das dem Hub die Entscheidung überläßt, welche Station auf das Übertragungsmedium zugreifen darf. Der Systemverwalter kann jedoch Stationen privilegierte Zugriffsrechte einräumen und ihnen damit feste Reaktionszeiten oder eine bestimmte Bandbreite zugestehen. Der Datendurchsatz beträgt etwa 95 Mbit/s und ist damit doppelt so hoch wie bei Fast-Ethernet. Das Zugriffsverfahren erlaubt die Priorisierung des Datenverkehrs und ist damit auf zeitkritische Applikationen zugeschnitten. Der größte Nachteil des Ansatzes ist, daß es sich um eine herstellerspezifische Lösung handelt, deren technische Möglichkeiten die vorhandenen Anwendungen nur ungenügend nutzen können.

Ein weiterer Ansatz ist das isochrone Ethernet. Isochrones Ethernet vereint „Multirate ISDN“ (96 ISDN-Kanäle) mit dem herkömmlichen Ethernet. Diese Verbindung garantiert einer Sprachübertragung eine bestimmte Dienstgüte. Zusätzlich unterstützt das isochrone Ethernet Standards für Video-Conferencing, das gemeinsame Bearbeiten von Dokumenten und das Verteilen von Videos. Isochrones Ethernet ist ein Hybridnetz, das die Bandbreite von Ethernet (10 Mbit/s) um 6,144 Mbit/s auf 16 Mbit/s erhöht. Der Anwender muß nur einen isochronen Ethernet-Hub in das bestehende LAN einbinden. Die Akzeptanz von Iso-Ethernet ist allerdings eher als gering einzustufen, da diese Technik in den Bereich der ATM-Anwendungen eindringt. Dies belegt bisher auch der Mangel an entsprechenden Produkten. Der entscheidende Nachteil ist jedoch die fehlende Möglichkeit, bei Bedarf die Übertragungsrate zu erhöhen, diese bleibt auf 16 Mbit/s beschränkt. [LAN

7/97,1], [Gate 5/97,2], [Gate 6/97]

FDDI nutzt dank des Token-Passing-Verfahrens die verfügbare Bandbreite bis zu 90 % aus. Das MAC-Protokoll von FDDI unterscheidet zwei Übertragungsarten: synchronen und asynchronen Verkehr. Synchrone (Echtzeit-) Datenströme, etwa Multimedia- oder Video-

daten, erhalten eine höhere Priorität als asynchrone. Vor dem Hintergrund multimedialer Kommunikation ist bei FDDI ebenfalls das Bandbreitenende abzusehen. Das gemeinsame Medium Ring muß von allen via Backbone kommunizierenden Stationen geteilt werden. Im synchronen Modus wird zwischen einem Sender und einem Empfänger eine bestimmte Bandbreite vereinbart, die dann nur noch diesen beiden Stationen zur Verfügung steht.

Zum Beispiel kann dies bedeuten, daß zwei Stationen eine Bandbreite von 30 Mbit/s für sich reservieren, während allen anderen Stationen im FDDI-Ring dann zusammen nur noch 70 Mbit/s zur Verfügung stehen. Mit 100 Mbit/s sind die Ressourcen bezüglich der Übertragungsrate ebenfalls ausgeschöpft. [NET 6/95], [NET 3/95], [Gate 5/97,2]

ATM ist die einzige skalierbare Technologie, die jede Art der Datenübertragung mit einem QoS unterstützt. Im Gegensatz zu Gigabit-Ethernet wurden beim ATM bereits wichtige Spezifikationen (z.B. UNI, Traffic Management, PNNI oder LANE, siehe Kapitel 3) verabschiedet, die u.a. die Interoperabilität zwischen den ATM-Switches verschiedener Hersteller garantieren. Allerdings ist auch ATM nicht völlig problemlos. Die derzeit verfügbare ATM-Technologie ist z.B. für die Übertragung eines burstbehafteten VBR-Verkehrs noch nicht ausgereift. Schwerwiegende Fehler (z.B. kleine Switchpuffer) existieren in vielen Produkten der ersten Generation. [Gö

97]

Ein weiterer Punkt der unbedingt beachtet werden muß, ist die Effizienz von TCP/IP-Übertragungen vor allem bei Echtzeitanwendungen. Messungen zeigen, daß die Sende- und Empfangsleistung von TCP/IP-Paketen schlecht ist, wenn das Netz durch zu kleine ATM-Switch-Puffer oder zu große TCP-Segmente und Fenstergrößen überlastet wird. Weitere kritische Punkte sind der Overhead und die Rechenleistung der Endgeräte. [Gate

5/97,4]

Bei der Auswahl von ATM-Komponenten sollte der Anwender oder Netzbetreiber großen Wert auf die Implementierung von umfassenden Kontrollmechanismen im Rahmen des Traffic- und Congestion-Managements, wie z.B. Traffic Shaping, Closed-Loop-Implementationen, Zugangskontrolle u.ä. legen, die den sogenannten "Foundation Specifications" des ATM-Forums entsprechen. Diese Spezifikationen, zu denen u.a. Traffic Management, UNI, Netzwerk-Management-Spezifikationen, PNNI, ILMI, Signalisierung gehören, vermeiden die Gefahr der Inkompatibilität bei notwendigen Aufrüstungen, die mit hohen Kosten verbunden sind, da viele der zu den "Foundation Specifications" zählenden Standards sich nur hardwaremäßig implementieren lassen.

[Gö 97]

Ein Beispiel für ein Redaktionsnetz mit ATM-Backbone existiert bereits. Der ORB in Potsdam verfügt über ein switched ATM/Ethernet-Netz. Während im Backbone-Bereich 155 Mbit/s-ATM zur Verfügung steht, wird an die Arbeitsplätze dediziert 10 Mbit/s-Ethernet herangeführt. Dies ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt (kein Video, kein Video-Conferencing) ausreichend. Die Netzkonzeption gestattet bei entsprechendem Bedarf die sofortige Aufrüstung bis zu 155 Mbit/s-ATM bis an den Arbeitsplatz. [R. Hübscher]

Diese Ausführungen können nur Grundlage für eine weitergehende Betrachtung sein, um pro und contra von ATM im Redaktionsbereich abzuwägen.

5.3. Mögliche Anbindung von Lokalstudios

Im Bereich des Landesfunkhauses Mecklenburg/Vorpommern existieren drei lokale Studios in Rostock, Greifswald und Neubrandenburg. Diese Studios liefern Programmteile und Beiträge für die Programme von N3, NDR 1 - Radio M/V und anderen Anstalten der ARD. In Zukunft werden in diesen Studios Redakteure sowohl für die Erstellung von Fernseh- als auch von Hörfunkbeiträgen zuständig sein, d.h. es werden kombinierte Studios entstehen. Für die Produktion von Fernsehbeiträgen werden dort einzelne digitale Schnittplätze mit lokalen Festplatten installiert. Die produktionstechnischen Anforderungen an die lokalen Studios können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Erstellen von sendefähigen Beiträgen,
- Überspielen von Fernsehbeiträgen zum LFH in Schwerin (echtzeitunabhängig). Hierbei ist wegen der Aktualität der Beiträge eine höhere Übertragungsgeschwindigkeit als Echtzeit wünschenswert. Der echtzeitunabhängige Transfer von Bild- und Tondaten erfordert Übertragungsprotokolle, die die Daten des Senders fehlerfrei beim Empfänger abbilden. Darüber hinaus ist für einen wirtschaftlichen Umgang mit verfügbaren Netzkapazitäten eine Skalierbarkeit der Übertragungsbitrate erforderlich.
- Einspielen von Bild- und Tonsignalen in eine Sendung (Zuspielung für Schaltgespräche, Live-Einspielungen, echtzeitabhängig). Für Live-Einspielungen in eine Sendung müssen Bild- und Tondaten in Echtzeit zur Verfügung stehen. Hier spielen Faktoren wie Laufzeit, Synchronisation und Fehlerbehandlung eine entscheidende Rolle. Für digitale Übertragungstechnologien ergeben sich daraus Forderungen nach leistungsfähiger Vermittlungstechnik, hoher Übertragungsrate und der Möglichkeit der Taktrückgewinnung. Es ist ein Fehlerschutz in Echtzeit erforderlich, der nicht auf einer wiederholten Übertragung von fehlerhaften Daten basiert.
- Aufzeichnung von Eingangssignalen.

Die Redaktionsarbeitsplätze in den lokalen Studios müssen über die gleichen Möglichkeiten verfügen können, wie die im Landesfunkhaus, d.h. Nutzung der Archive sowie die interne und externe Kommunikation (distributed editing). Die Forderung nach schneller Beitragserstellung und Mehrfachnutzung von Archivmaterial macht vor diesen Kleinstudios keinen Halt.

Soll ein produktionstechnisches Gesamtsystem entstehen, sind diese lokalen Studios an das Landesfunkhaus Schwerin anzubinden. Heutige Verbindungen zwischen Studios sind mit analogen Leitungen oder dem vermittelnden Breitbandnetz realisiert (siehe 2.3.2. Contribution-Netze). Im Bereich des Landesfunkhauses Schwerin wird der Austausch derzeit folgendermaßen realisiert:

- Hörfunk: -mit „MUSICAM“¹ via ISDN,
- Fernsehen: -getrennte analoge Leitungen für Video und Audio zwischen den Studios Rostock und Schwerin sowie Greifswald, Neubrandenburg und Schwerin, -als Rückkanal (Kmdo.-Ltg.) mit „MUSICAM“ via ISDN.

Analoge Leitungsnetze sind auf spezielle Übertragungsverfahren zugeschnitten. Für jedes Signal (Bild, Ton, Daten) wird eine spezifische Übertragungstechnik benötigt. Daher ist der Betrieb fernsehtechnischer Leitungsnetze mit einem erheblichen technischen und personellen Vermittlungsaufwand verbunden. Die genannten klassischen Fernsehnetze arbeiten verbindungsorientiert. Für jede Verbindung steht die volle Bandbreite des Übertragungskanals zur Verfügung, das analoge Signal wird in Echtzeit übertragen. Für den Live-Betrieb ist die echtzeitabhängige Übertragung zwingend, die Überspielung von Bild- und Tonbeiträgen kann zeitunabhängig erfolgen, muß aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten aber ebenfalls mindestens in Echtzeit erfolgen.

Zur Verbindung von Sendeanstalten mit lokalen digitalen Netzen im EB-Bereich und den Redaktionen sind analoge Netze nicht geeignet (Zuschnitt auf spezielle Übertragungsfunktionen, zusätzliche DA/AD-Wandlung als Fehlerquelle und Zeitverzögerung). Das VBN wird von der Telekom nicht weiterverfolgt.

Neue Übertragungstechnologien müssen mindestens die Funktionalität bisheriger Leitungsnetze bereitstellen. Darüber hinaus bieten digitale Netzwerke eine Reihe entscheidender Vorteile:

- Übertragung von Bild-, Ton-, Steuerungs- und Verwaltungsdaten über **ein** Medium,
- anwendungsabhängige, skalierbare Bandbreiten,
- mehr Flexibilität durch Routbarkeit (Wählnetze),
- echtzeitunabhängige Anwendungen (Übertragungsdauer ist unabhängig von der Beitragslänge),
- Integration unterschiedlicher Telekommunikationsdienste und Nutzung von anwendungsunabhängigen Weitverkehrsnetzen.

[Sch

96]

Erste Realisationen:

Die Deutsche Telekom AG führt seit Beginn 1995 zusammen mit mehreren Rundfunkanstalten und Firmen Forschungs- und Anwendungsprojekte auf dem Gebiet der Übertragung von digitalen Signalen im Asynchronen Transfer Modus durch, speziell unter den Gesichtspunkten, funktionierendes Equipment für diesen Anwenderkreis zur Verfügung zu stellen, und sichere Daten über das Verhalten des ATM-Netzes der DTAG und die Auswirkungen

¹ Masking Pattern Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing: Datenreduktionsverfahren im Audi-

auf die Signale bei Nutzung unterschiedlicher Adaptation Layer zu erhalten.

[ATM-HB]

Echtzeitabhängige Übertragung:

Programmaustausch mit ETSI-Codierung:

In einem gemeinsamen Projekt der DTAG und des ZDF wird seit Anfang 1995 erprobt, inwieweit sich das ATM-Verfahren für die Übertragung von Bild- und Tonsignalen über das B-ISDN eignet. Die Anforderungen an das Netzwerk für fernsehtechnische Belange (Network Performance und QoS) sollen ermittelt werden. Bisheriger Schwerpunkt lag in der Untersuchung des Echtzeitbetriebs.

Für die digitale Übertragung von Bild- und Tonsignalen ist eine Analog-Digital-Umsetzung (sofern ein analoges Quellensignal vorliegt), eine geeignete Codierung und eine Anpassung an das ATM-Netz erforderlich. Um eine fehlerfreie Übertragung zu gewährleisten, wurde vom Forschungs- und Technologiezentrum der DTAG ein spezieller Terminal-Adapter entwickelt. Dieser übernimmt die Zellenbildung und den Austausch der Signalisierungsinformationen sowie einen Fehlerschutz, der die Bild- und Tondaten am Empfangsort ohne Störungen zur Verfügung stellt. Senderseitig wird Redundanz hinzugefügt, um empfangsseitig die Rückgewinnung der verlorenen Daten zu ermöglichen. Als Fehlerschutz werden zwei bekannte Prinzipien genutzt: die Verschachtelung von Daten (Interleaving) und der Reed-Solomon-Code, die die Eigenschaft besitzen, ebenso viele bekannte fehlende Bytes korrigieren zu können, wie Redundanzbytes addiert wurden. Im Empfänger wird der zum Dienst gehörende Takt aus dem Zellenstrom nach dem Prinzip der adaptiven Taktrückgewinnung erzeugt. [DTAG 8/96,2]

Für die Testreihe wurde das ZDF-Sendezentrum in Mainz über einen STM-1-Anschluß (155,52 Mbit/s) mit dem ATM-Cross-Connect der DTAG in Wiesbaden verbunden. Das ZDF-Landesstudio in Berlin wurde an den Cross-Connect der DTAG in Berlin angeschlossen. Die Verbindung stand mit 42,4 Mbit/s nahezu permanent zur Verfügung und wurde je nach Verkehrsaufkommen im Netz über Wiesbaden-Köln-Berlin oder Wiesbaden-Köln-Hamburg-Berlin geführt.

Die Untersuchungen zeigten, daß die Bild- und Tonübertragung in Echtzeit mit konstanter Bitrate über das ATM-Weitverkehrsnetz der DTAG realisierbar ist. Die Fehlerschutzmechanismen gewährleisteten für die derzeitige Auslastung eine ausreichende Betriebssicherheit. Erst extreme Belastungen in den Cross-Connects führten zu nicht korrigierbaren Zellenverlusten. Die Bildqualität wurde durch zwei Faktoren beeinflusst. Zum einen das Codiervorfah-

ren des verwendeten Codecs, und zum anderen die Auswirkungen ATM-typischer Störungen, die nicht durch den Terminal-Adapter eliminiert wurden. Erhöhte Zellenverzögerungsschwankungen, verursacht durch zusätzliche Netzlast, hatten keine Auswirkung auf die Bildqualität. Zellenverluste, sofern sie die Grenzen des implementierten Fehlerschutzes überschreiten, zeigen unterschiedlich starke Bildbeeinträchtigungen. Diese sind abhängig von der Fehlerbehandlung und der Schaltungstechnik des jeweils verwendeten Codecs.

[Sch 96]

Erste betriebliche Anwendungen fanden 1995 zur IFA in Berlin, zur Übertragung des Neujahrskonzertes aus der Philharmonie Berlin sowie zur Olympiade Atlanta 1996 für ZDF und 3SAT statt.

[ATM-HB], [DTAG 8/96,1]

Programmaustausch mit MPEG-2-Codierung:

Ein ähnliches Projekt wurde von der DTAG in Zusammenarbeit mit RTL unternommen. Die Ergebnisse entsprachen denen der Versuchsreihe mit dem ZDF.

[ATM-HB]

Echtzeitunabhängige Übertragung:

Seit Oktober 1995 betreiben die DTAG, der NDR und der ORB in Zusammenarbeit mit der Firma Avid Technology ein Pilotprojekt zur Erprobung des Filetransfers über das Weitverkehrsnetz. Das ZDF beteiligt sich als Kooperationspartner. Im August 1996 wurde das Institut für Rundfunktechnik (IRT) als Projektpartner aufgenommen.

Die bisherigen Versuche umfaßten die Phasen Ia zum LowSpeed-Filetransfer sowie Ib als Versuchsreihe zum Highspeed-Filetransfer und Messungen mit neuen Transfertools der Fa. Avid im LAN und WAN. Für die Testreihen standen NLE-Systeme der Fa. Avid, LAN-Switches ASX-200BX der Fa. Fore sowie unterschiedliche Übertragungsprotokolle (sowohl proprietäre als auch TCP/IP) zur Verfügung (Versuchsaufbau siehe Abb. 5.11 und 5.12).

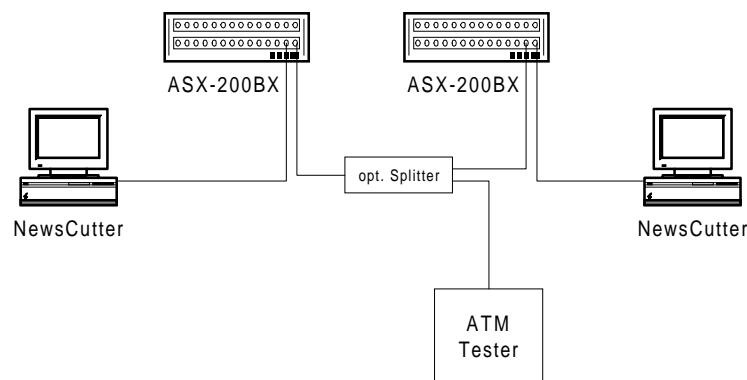


Abb.5.11: Meßaufbau im LAN [DTAG 11/96]

Primäres Ziel der Messungen im LAN war es, ein möglich genaues Bild der Verkehrscharakteristik zu erhalten.

Für die Messungen im WAN wurden zwei NewsCutter, jeweils einer in Hamburg und Potsdam, über den lokalen ATM-Switch an das Weitverkehrsnetz angeschlossen. Der File-Transfer erfolgte überwiegend von Potsdam aus. Über einen optischen Splitter wurde ein Teil des in Hamburg ankommenden Signals zu Meßzwecken auf den ATM-Tester gegeben. Die Bruttodatenrate der Übertragung betrug zwischen 9,5 und 13,7 Mbit/s. Die Übertragungsgeschwindigkeit war abhängig von der Sende- und Empfangsapplikation, von der das Transfertools aus gestartet wurde.

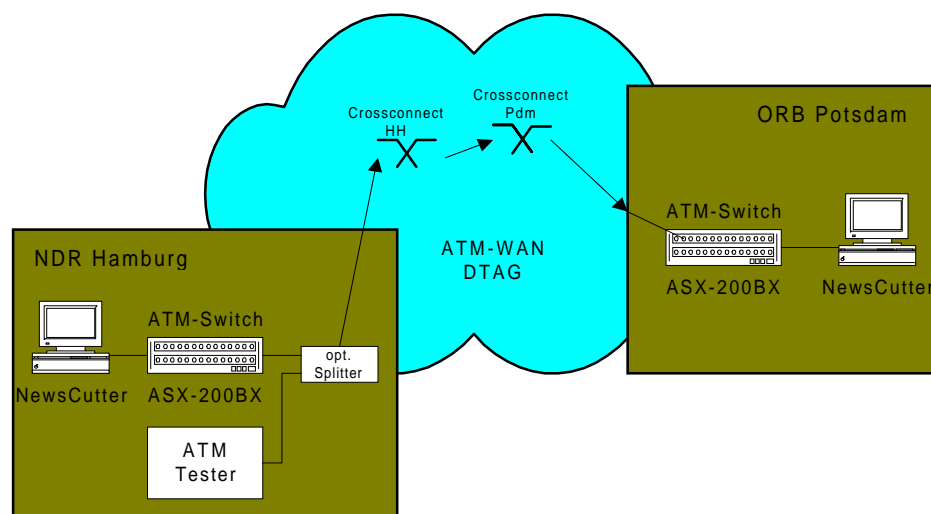


Abb.5.12: Versuchsaufbau für die Weitverkehrsmessungen [DTAG 11/96]

Die Tests ergaben folgende Ergebnisse:

- Eine Integration von lokalen ATM-Systemen über das Weitverkehrsnetz ist prinzipiell möglich. Der Austausch von Datenfiles zwischen Macintosh-Rechnern konnte realisiert werden. Die übertragenen Bild- und Tondaten wurden ohne Qualitätsbeeinflussung in das NLE-System NewsCutter importiert.
- Die Untersuchung der Verkehrscharakteristika zeigte, daß die Datenraten beim File-Transfer stark variieren. Kurzzeitig auftretende Spitzenzellenraten führten im WAN zu Zellenverlusten, wenn die im Verkehrsvertrag vereinbarten Höchstwerte überschritten wurden (Policing-Funktion). Eine Anpassung dieser Parameter gewährleistet eine sichere Übertragung. Für die wirtschaftliche Nutzung der Netzkapazitäten bietet sich eine un-symmetrische Verbindungsanmeldung an, da für die Rückrichtung (Empfänger-Sender) erheblich geringere Datenraten benötigt werden. Eine Begrenzung der Spitzenzellenraten durch Shaping ermöglicht die Anpassung der Verkehrscharakteristik eines Datenstromes

mit variabler Bitrate an die jeweils im Verkehrsvertrag vereinbarten Parameter. Insbesondere im Falle kurzfristig auftretender Spitzenzellenraten ist es unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll, im Verkehrsvertrag Parameter zu vereinbaren, die der tatsächlichen mittleren Datenrate entsprechen. Die Untersuchungen zeigten, daß die Bildqualität im wesentlichen von den Reduktionsalgorithmen der Anwendersysteme bestimmt wurde und von der Übertragung unbeeinflußt blieben.

[Sch 96]

- Es wurden mittlere Bruttodatenraten von bis zu 13,7 Mbit/s gemessen. Dies entspricht bei den verwendeten NuBus-Systemen mit der Bildauflösung AVR70H (Kompression von 1:4 bis 1:5) einer Übertragungsdauer von etwa der 3-fachen Beitragslänge. Aufwendig gefertigte Beiträge mit vielen Schnitten und Blenden benötigen längere Übertragungszeiten (4-fache Beitragslänge) als ein einzelner Masterclip ohne Kompositionsdaten (2-fache Beitragslänge). Diese Übertragungszeiten sind für die produktionstechnische Anwendung inakzeptabel.
- Für die WAN-Verbindung war in Phase Ib eine Leitungskapazität von 100.000 Zellen/s (42,4 Mbit/s) reserviert. Vorangegangene Untersuchungen der Verkehrsprüfung im Labor zeigten einen bursthaften Charakter des Verkehrsstromes. Für den zellverlustfreien Transfer des ungeglätteten Datenstroms über das DTAG-Netz wäre eine höhere Leitungskapazität erforderlich gewesen. Aus diesem Grund mußte eine Begrenzung (Shaping) des Verkehrs vorgenommen werden, die sich durch Konfiguration des ATM-Switches realisieren ließ. Die insgesamt niedrigen Datenraten sind einerseits auf die eingesetzte Rechnerarchitektur (Macintosh-Computer mit NuBus) und andererseits auf die Übertragungsprotokolle zurückzuführen.

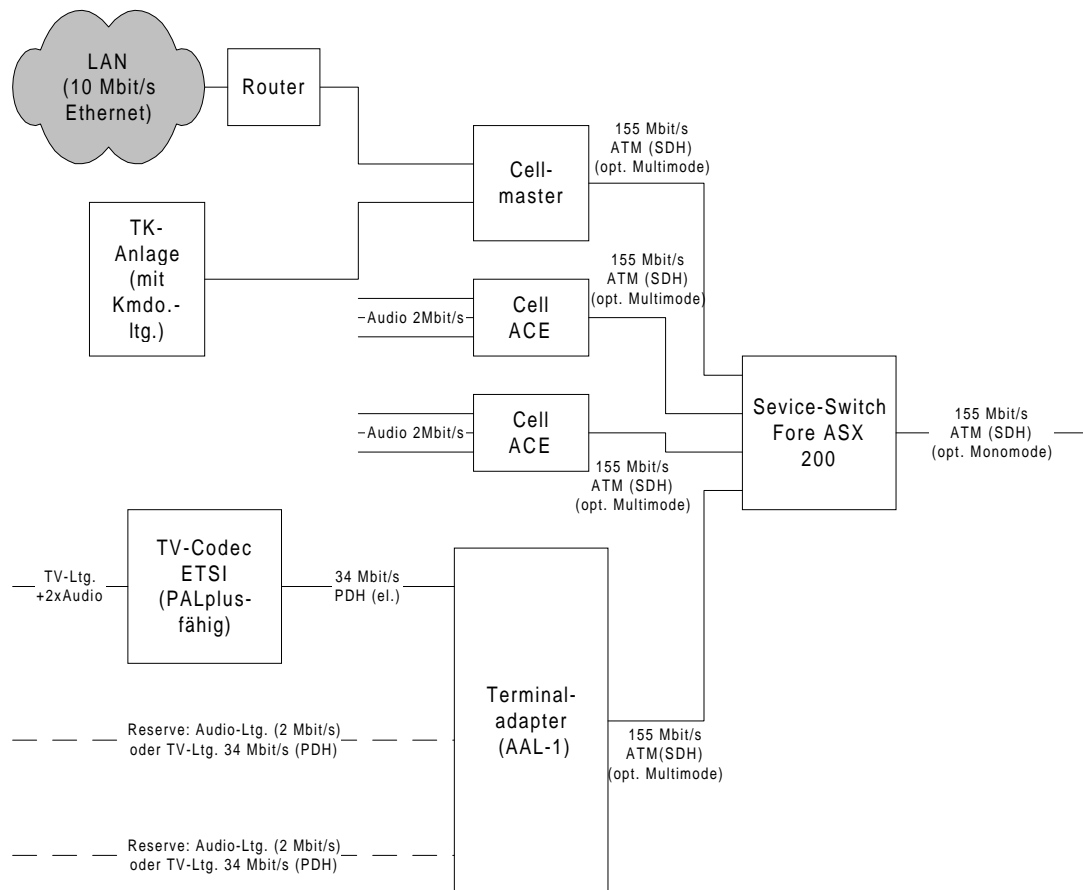
[DTAG 11/96]

- Durch den Einsatz einer PCI-Architektur bei den Clients sowie eines Software-Shapers für die Bandbreitenkontrolle in der Anwendersoftware soll eine Übertragung in Echtzeit oder Mehrfachechtzeit ermöglicht werden. Mit dieser Technologie ist es dann auch möglich, niedrigere Bandbreiten anzumieten, die eine kosteneffektivere Nutzung erlauben. Das neue Tarifsysteem der DTAG sieht hier Zugangsklassen von 20, 40, 120 Mbit/s (Netto) als VBN-Ersatz vor. Laut Aussage von DTAG-Mitarbeitern soll ein 30 Mbit/s-Link vorraussichtlich günstiger ausfallen als heutige VBN-Tarife. Die Tarifierung wird zeitabhängig sein. Die Einhaltung der maximal zu übertragenden Bitrate muß durch den Kunden sichergestellt werden.

[NDR 1/97]

- Das Verfahren des File-Transfers zwischen NLE-Systemen bietet eine interessante Alternative, da zum einen die Bild- und Tondaten auf digitaler Ebene verlustfrei übertragen und zum anderen auf der Empfangsseite ein Beitrag schnell verändert werden kann, da alle Schnittinformationen sowie die entsprechenden Mediafiles zur Verfügung stehen. Damit wird erreicht, daß eine Überspielung immer zu einer Kopie in erster Generation führt und Qualitätsverlust durch Kaskadierung nicht entsteht. Die Einbindung von Wahlmöglichkeit in die Applikationsfrontends realisiert eine direkte Kommunikation, so daß eine Übertragung initiiert werden kann ohne Einschaltung von Hauptschalträumen und Sternpunkten und dem damit verbundenen Einsatz des Betriebspersonals.
- Eine Kopplung vernetzter Systeme der Fa. Avid ist derzeit nicht möglich. NewsCutter, die als Clients an einen Server angebunden sind, verfügen über eine spezielle Software-Version und unterstützen ein anderes Datenformat. Von Seiten der Fa. Avid wurde erklärt, daß beabsichtigt ist, die WAN-Technologie weiter zu entwickeln. Konkrete Angaben über Zeiträume erfolgten nicht. [DTAG 11/96]
- Der derzeitige Stand der Entwicklung bezüglich einer Anbindung an den Weitverkehr mit vernetzten Systemen von Avid muß als nicht zufriedenstellend eingeschätzt werden.

Erste Anwendungen zur Kopplung von einem Studio mit einer weit davon entfernten Sendezentrale betreibt der WDR. Ein neu errichtetes Studio im Mediapark Köln, in dem ein Hörfunkprogramm und zeitweilig auch ein Teil des WDR-Fernsehprogramms produziert wird, ist über eine 155 Mbit/s-ATM-Verbindung an die Sendezentrale angeschlossen. Diese Verbindung hat keinen Pilotcharakter mehr, sondern die betrieblich sichere Nutzung ist gefordert. Die Signale der einzelnen Quellen werden entweder mit der AAL-1 oder AAL-5 an das ATM angepaßt, und die so gebildeten ATM-Signale werden anschließend in einem Inhouse-Switch zusammengefaßt.



Cellmaster

Multiplexer

Cell-ACE

Umsetzung von Audio-Bitstrom (G.703) auf ATM, dazu wird ein PVC geschaltet, die erforderliche Bandbreite steht permanent zur Verfügung

Abb.5.13: Studio-ATM-Anbindung, WDR [ATM-HB]

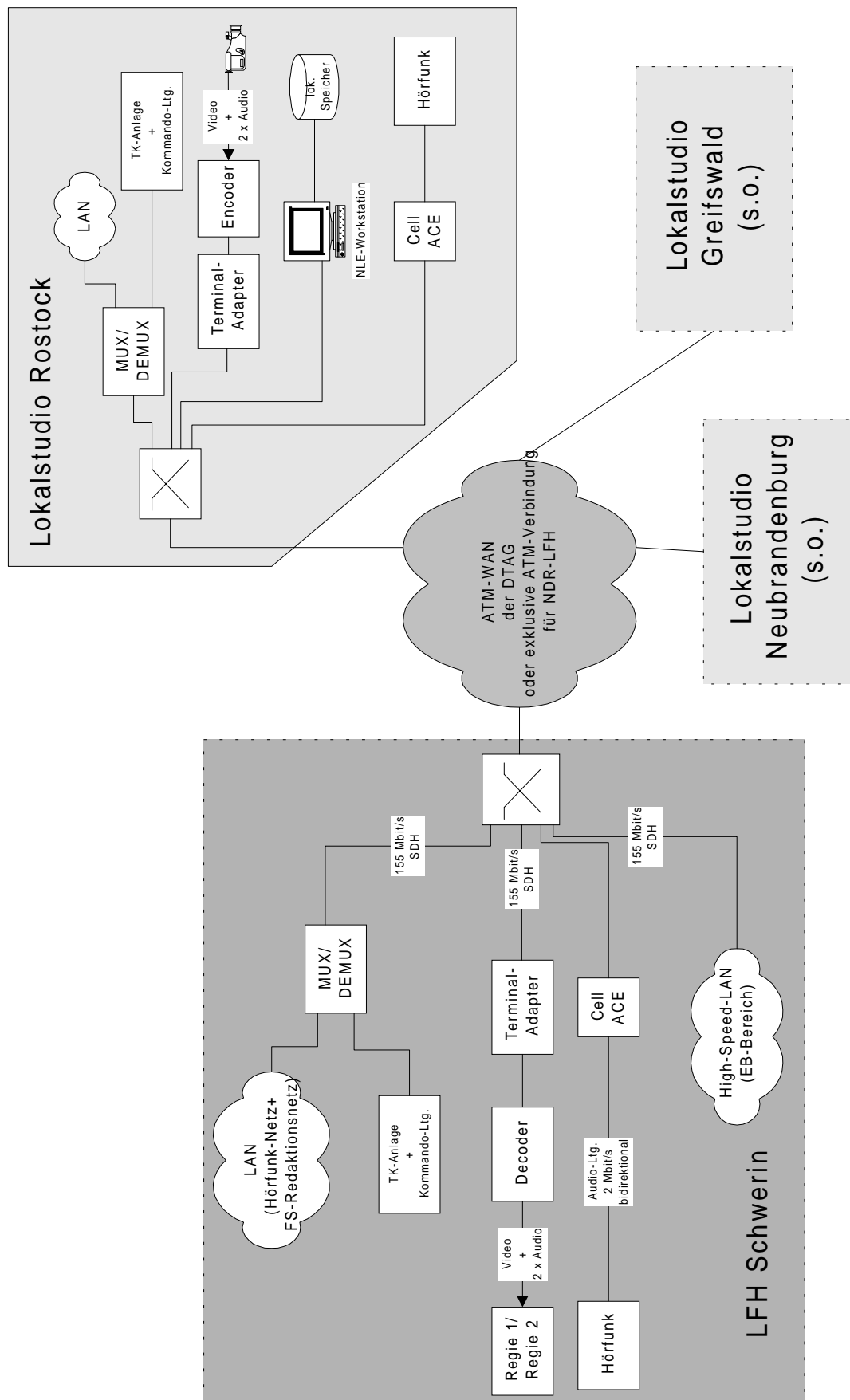
Wie aus Abbildung 5.13 zu entnehmen ist, sind sehr unterschiedliche Datenquellen zu verbinden, angefangen von breitbandigen TV-Signalen über hochwertige Audio-Signale sowie schmalbandige Datensignale aus Rechnernetzen bis hin zu 2-Mbit/s-Verbindungen für Telefonanlagen. [ATM-HB]

Desweiteren nutzt der WDR das „Infocity NRW“-Multimedianetz für die Studioverbindung zwischen Düsseldorf und Köln. Dieses Netz vereint eine größere Anzahl von multimedialen Angeboten wie Stadtinformationsdienste in Düsseldorf und Köln, regionale Infos aus dem Rhein-Ruhr-Bereich sowie Telemedizin und Telelearning mit der Fernuniversität Hagen und dem Europäischen Bildungswerk. Die nutzbare Übertragungsrate beträgt durch ATM 2,5 Gbit/s. Grundlage ist das Infocity-Backbone, ein 220 Kilometer langer Glasfaserkabelring. [Gate 5/97,3]

Der Ostdeutsche Rundfunk Brandenburg (ORB) wird demnächst sein Lokalstudio in Cottbus mit dem Studio in Potsdam über eine 155 Mbit/s-ATM-Verbindung koppeln. Die Leitung wird von der DTAG exklusiv für den ORB zur Verfügung gestellt. Über diese Verbindung wird der Datenaustausch zwischen den Redaktionsnetzen und den TK-Anlagen erfolgen. Zusätzlich werden digitale Schnittplätze (stand-alone-Geräte) zum File-Transfer miteinander verbunden.

[U. Schwarz]

Eine ähnliche Lösung ist ebenso für die Verbindung des Landesfunkhauses Schwerin mit den Außenstudios in Rostock, Greifswald und Neubrandenburg denkbar. Im Gegensatz zu WDR und ORB wird hier jedoch im Fernsehbereich kein Vollprogramm produziert und im Hörfunkbereich aus den Lokalstudios nur Beiträge überspielt bzw. „lokale Sendefenster“ in das Programm von Radio MV eingeblendet, d.h. aus Kostengründen ist zu überlegen, ob ausschließlich für den NDR nutzbare Leitungen in Frage kommen oder das öffentliche ATM-Netz der DTAG bei entsprechend vorhandenem Ausbau.



5.14: Prinzipdarstellung einer möglichen Weitverkehrsverbindung