

Leerseite

**Hans-Peter Schade
Jan Röder
(Hrsg.)**

Live-Studioproduktion 3.0

Workshop

Live-Studioproduktion 3.0

IT-basiert in die Zukunft

Technische Universität Ilmenau

07. Oktober 2008

Tagungsband

herausgegeben von

Hans-Peter Schade

und

Jan Röder



Universitätsverlag Ilmenau

2008

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISBN 978-3-939473-32-9 (Druckausgabe)

urn:nbn:de:gbv:ilm1-2008100014

*Anlässlich seines 60. Geburtstages möchte das Institut für Medientechnik seinen Gründer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Schade mit diesem Tagungsband ehren.*

Inhaltsverzeichnis

<i>Hans-Peter Schade</i> Vorwort: Live-Studioproduktion 3.0	9
<i>Heidi Krömker, Christoph Kloth</i> Prozesse in der Fernsehproduktion – Modelle und Trends	11
<i>Andreas Ebner</i> Welche Bedeutung haben Metadaten? Anwendung des BMF-Datenmodells	21
<i>Markus Berg</i> Echtzeit im Studio - Anforderungen und Herausforderungen	35
<i>Jürgen Wehner</i> Testverfahren für IT-basierte TV-Studioproduktion	43
<i>Susanne Naegele-Jackson, Peter Holleczyk</i> Verteilte Interaktive TV-Produktion.....	53
<i>Christoph Kloth, Christian Merten</i> Neue integrierte und automatisierte Nachrichtenproduktion bei N24.....	65
<i>Jan Röder, Steve Otero Aguilar</i> Eine MXF-Schnittstelle für die Anwendung im Fernsehproduktionsstudio.....	81
<i>Matthias Schnöll, Markus Koch, Timo Obmeis</i> Bearbeitung von dynamischen Metadaten im TV-Studio	95
Autorenübersicht.....	103
Abkürzungsverzeichnis.....	107

Hans-Peter Schade

Vorwort: Live-Studioproduktion 3.0

Die Wahl des Workshop-Titels ‚Live-Studioproduktion 3.0‘ soll in Kurzform das Ziel dieser Veranstaltung im Sinne der Fernsehstudioproduktionstechnik deklarieren.

In der ersten Realisierung der Live-Studioproduktion wurde das analoge Bildsignal (BAS, FBAS) über koaxiale Leitungen in Echtzeit zwischen den einzelnen Systemen (Quellen → Signalverarbeitung → Distributionskanal bzw. Speicher) übertragen. Die Bildsynchronität wird durch einen zentralen Studiotaktgenerator für alle Bildsequenzen erreicht.

In der Version 2, der digitalen Realisierung, werden die digitalen Komponentensignale des Bildes über ein serielles digitales Interface (SDI) auf einem Koaxialkabel übertragen (270 Mbit/s bei 10 Bit-Datenworten). Eine vergleichbare Schnittstelle wird auch für High-Definition-Signale genutzt (HD-SDI), deren wesentlicher Unterschied die Übertragungsrate ist (1,485 Gbit/s bei 10 Bit-Datenworten). Auch in dieser digitalen Studioproduktionsumgebung existiert für jedes Bildsignal eine exklusiv zugeordnete Leitung zwischen zwei Videokomponenten.

Zwischenzeitlich sind eine Reihe von Produktionsprozessen durch IT-Systeme auch in Netzwerken realisiert worden, so z.B. Non-Linear-Editing-Systeme für die Postproduktion oder die Videoserver als Speichersysteme. Es ist ein Datenaustauschformat Material Exchange Format (MXF) standardisiert worden, das bereits für den Videofiletransfer eingesetzt wird. Die bisherigen eingesetzten Studiosysteme basieren auf hochspezialisierter Hardware für die verschiedenen Funktionen, die zunehmend durch interne Rechnerkerne realisiert werden. Zur Steuerung des gesamten Produktionsprozesses spielen Metadaten eine immer größere Rolle (zur Beschreibung der technischen Daten, des Inhaltes, der betriebswirtschaftlichen und rechtlichen Fragen, zur Sendungssteuerung).

Alle diese Entwicklungen weisen die Richtung eines IT-Netzwerkes auch für Liveproduktionen (Version 3.0) im Videobereich. Ein derartiger Ansatz wirft sofort eine Vielzahl von Fragen auf, so z.B. nach der Netzwerkstruktur, der Echtzeitfähigkeit, den Latenzzeiten, Quality of Service, der Systemsicherheit und Zuverlässigkeit, der Interoperabilität zwischen verschiedenen Anbietern, der kurzen IT-Zyklen, der Systemeinführung und Voraussetzungen für die Nutzer usw.).

Dieser Workshop geht diesen Fragen, die sich nicht nur auf die technische Realisierung sondern auch auf den gesamten Produktions- und Managementprozess erstrecken, nach. Auch wenn bereits die ersten Implementierungen im Newsbereich existieren und erprobt wurden, sind trotz wachsender Leistungsmerkmale der IT-Systemkomponenten für Video-Liveproduktionen noch viele Fragestellungen offen, die einer intensiven Untersuchung bedürfen.

Heidi Krömker, Christoph Kloth

Prozesse in der Fernsehproduktion – Modelle und Trends

1. Studioproduktion 3.0

Nachdem auch im Studiobereich analoge durch digitale Technologien zur Signalübertragung und -bearbeitung fast vollständig ersetzt wurden, sind heute IT-Systeme als dritte große Entwicklungsstufe in aller Munde [Hön02]. Diese technologische Entwicklung geht einher mit der Entwicklung der klassischen Fernsehsender hin zu vernetzt und IT-basiert arbeitenden multimedialen Contentproduzenten, die eine Vielzahl von Distributionskanälen mit Inhalten versorgen. Die studiogebundene Produktion wird somit zum Ausgangspunkt für unterschiedlichste Distributionskanäle. In Anlehnung an die Entwicklungen, die sich im Internet vollziehen und als Web 2.0 bezeichnet werden, findet in Verbindung mit interaktivem und cross-medialem Fernsehen zunehmend die Bezeichnung „Fernsehen 3.0“ bzw. „TV 3.0“ Verwendung.

Im Rahmen des Workshops sollen die Herausforderungen der neuen Technologien und geeignete Lösungsansätze für ihre Integration in die vorhandenen Systemlandschaften mit dem Ziel der „Studioproduktion 3.0“ erörtert werden. Der Fokus liegt dabei auf der Produktion von Live-Sendungen, die im Vergleich besonders hohen Anforderungen an Echtzeitfähigkeit, Qualität und Zuverlässigkeit unterliegen.

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen und die drei Kernherausforderungen der Studioproduktion: den Umgang mit Metadaten im Produktionsprozess, die Daten- und Signalübertragung über Echtzeitnetzwerke und -schnittstellen sowie die Gestaltung von Systemkonzepten für die IT-basierte Studioproduktion. Diese Themengebiete werden im Folgenden in einem prozessorientierten Referenzmodell der Fernsehproduktion verortet.

2. Konvergente Entwicklungen in der Fernsehproduktion

Ausgehend von technologischen Entwicklungen in den Branchen Rundfunk, Telekommunikation und Informationstechnologie spielt seit einigen Jahren der Gedanke der Konvergenz eine bedeutende Rolle in der Fernsehproduktion [SS02]. Diese Konvergenz ist, wie in Abbildung 1 zu sehen, in den drei Dimensionen der Medienproduktion Content, Organisation und Technik wiederzufinden [KK05]:

- Content – inhaltliche Konvergenz:*
Schlüsselement konvergenter Umgebungen und Ausgangspunkt jeder Betrachtung ist der Content. [EBU98] Die inhaltliche Konvergenz äußert sich in der Entwicklung der ausschließlichen Produktion von Content für das Medium Fernsehen hin zu einer medienneutralen Produktion und der Verteilung des Contents über verschiedene Distributionskanäle.
- Organisation – prozessbezogene Konvergenz:*
Im Produktionsprozess ergeben sich Veränderungen von einer ehemals nahezu linearen Produktionsweise hin zu vernetzten Workflows.
- Technik – technische Konvergenz:*
Auf der technologischen Ebene werden herkömmliche Broadcast-Systeme vermehrt von IT-basierten Systemen abgelöst und zu integrierten Gesamtlösungen vernetzt.

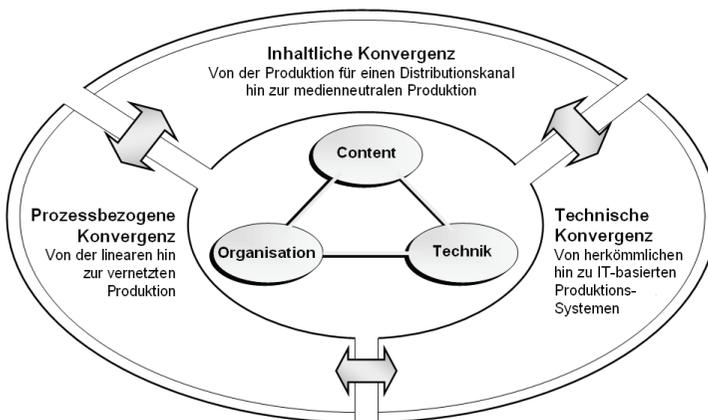


Abbildung 1: Konvergenzdreieck der Fernsehproduktion (Eigene Darstellung)

Alle konvergenten Entwicklungen in den drei Dimensionen stehen in einer engen Wechselwirkung zueinander:

- Die *inhaltliche Konvergenz* wird beispielsweise bedingt durch die wachsende Zahl neuer technischer Distributionskanäle und wird möglich durch die Einführung der IT-basierten, filebasierten Produktionsweise sowie die Verfügbarkeit immer größerer Bandbreiten in den Netzwerken.
- Voraussetzung für die effiziente und wirtschaftliche Produktion von Content ist die *prozessbezogene Konvergenz* hin zu vernetzten Produktionsworkflows. Auf diese Weise ist es möglich, bei einer cross-medialen Produktion Synergien durch eine bessere Arbeitsteilung zu nutzen.
- Diese Vernetzung von Einzelworkflows zu einem integrierten Gesamtprozess wird maßgeblich durch die *technische Konvergenz* mit der Einführung IT-basierter Systeme und die technische Vernetzung derselben unterstützt.

3. Referenzmodell der Fernsehproduktion

Die zunehmende Vernetzung, die steigende Integration und die verstärkte Automatisierung innerhalb der studiogebundenen Fernsehproduktion sollen dazu beitragen, die Komplexität auf Seiten der Anwender zu reduzieren. [LM98] Dadurch verlagert sich die Komplexität aus der Anwendung in die Projektierung der Fernsehproduktionssysteme.

Die steigende Komplexität erfordert eine neue Sichtweise auf das Gesamtsystem Fernsehproduktion. Zu diesem Zweck entstand in Anlehnung an ein Modell zur industriellen Automatisierung [Krä02] ein Referenzmodell für die Fernsehproduktion. Es bildet, dem Gedanken der service-orientierten Architekturen (SOA) folgend, die Grundlage für die prozessorientierte Modellierung einer Systemlandschaft. Broadcast- und IT-Systeme stellen Services zur Verfügung, die zu einem Workflow orchestriert werden. Das in Abbildung 2 dargestellte Referenzmodell erweitert die SOA um eine hierarchische Orchestrierung in fünf Ebenen. Jede der im Folgenden erläuterten Ebenen kombiniert die Services der darunterliegenden Ebene und stellt diese Kombination in Form höherwertiger Services der nächst höheren Ebene zur Verfügung [Klo07]:

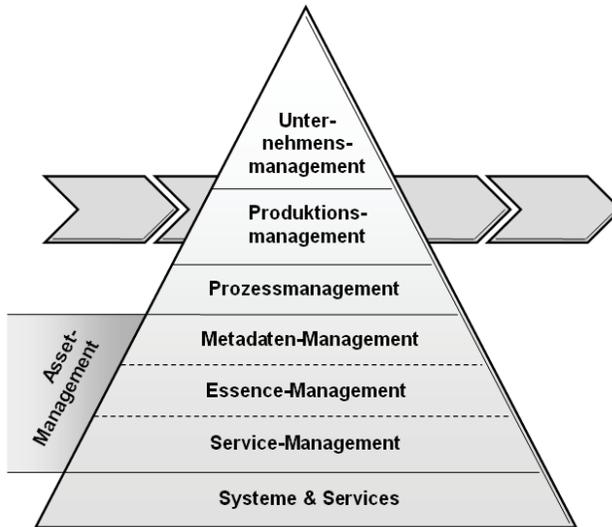


Abbildung 2: Referenzmodell der Fernsehproduktion (Quelle: eigene Darstellung)

- In der untersten Ebene sind sämtliche *Broadcast- und IT-Systeme* zu verorten, die den oberen Ebenen ihre *Services* (Dienste) zur Verfügung stellen. In der Studioproduktion gehören dazu beispielsweise Kameras, Licht, Teleprompter, Produktionsserver und Transcoder.
- Die darüber liegende *Asset-Management-Ebene* beherbergt die Produktion und Distribution der Inhalte. Hier erfolgt die Recherche, Erstellung der Beiträge, Bereitstellung vorproduzierter Elemente, Aufzeichnung von Live-Elementen und Steuerung der Regieautomation. Diese Ebene lässt sich in drei Subebenen unterteilen. Die Service-Management-Ebene übernimmt die unmittelbare Steuerung der Services aus der untersten Ebene z.B. in Form einer Automation. Die darüber liegenden Ebenen dienen der Steuerung von Essence- und Metadaten-Logistik sowie der Erzeugung, Bearbeitung und Modifikation von Essenzen und Metadaten.
- Die *Prozessmanagement-Ebene* übernimmt die Steuerung und Überwachung des eigentlichen Produktionsprozesses. In der Studioproduktion erfolgt hier beispielsweise die detaillierte Planung der Sendung mit Beiträgen, Interviews, Moderationstexten und Graphiken.

- Zentrale Aufgabe der *Produktionsmanagement-Ebene* ist die Verwaltung der Ressourcen wie Studios, Schnittplätze und Mitarbeiter. In dieser Ebene erfolgt auch die Grobplanung des täglichen Sendeplanes, in den die einzelnen Formate eingetaktet werden.
- In der Ebene des *Unternehmensmanagements* laufen in verdichteter Form alle Informationen zusammen. Diese dienen als Basis für strategische Entscheidungen über z.B. Sendeformate, Investitionen und Personal.

Bei der Anwendung des Modells werden zunächst die sich aus dem Produktionsprozess ergebenden funktionalen Anforderungen identifiziert und einer Ebene zugeordnet. Aus dieser Zuordnung heraus lässt sich definieren, welche Daten zwischen den Ebenen ausgetauscht werden müssen. Die so ermittelten und klassifizierten Anforderungen lassen sich im nächsten Schritt in eine Systemarchitektur überführen. Die den Ebenen zugeordneten funktionalen Anforderungen werden zur Services gruppiert und die auszutauschenden Daten zu einer funktionalen Schnittstellenspezifikation zusammengefasst.

Dieses Vorgehen unter Verwendung des Referenzmodells trägt dazu bei, Prozesse zu optimieren und eine stabile Systemarchitektur zu erreichen, die über eine eindeutige Aufgabentrennung, eine klare Systemhierarchie und sauber definierte Schnittstellen verfügt.

4. Herausforderungen der Studioproduktion 3.0

Im Folgenden sollen drei Kernherausforderungen der Studioproduktion etwas näher beleuchtet werden. Dazu gehört der Umgang mit Metadaten im Produktionsprozess, die Daten- und Signalübertragung über Echtzeitnetzwerke und -schnittstellen sowie die Gestaltung von Systemkonzepten für die IT-basierte Studioproduktion.

4.1. Metadaten im Produktionsprozess

Metadaten spielen neben den Essenzen im Produktionsprozess über alle Ebenen des Referenzmodells hinweg eine zentrale Rolle. Auf der untersten Ebene dienen Metadaten der Speicherung und dem Austausch von Informationen, in den darüber liegenden Ebenen werden sie insbesondere zur Steuerung und zum Monitoring eingesetzt. Dabei ist zu erkennen, dass

innerhalb des Referenzmodells von oben nach unten eine Verfeinerung der Metadaten stattfindet. Auf diese Weise werden in jeder Ebene nur die für die Bewältigung der jeweiligen Kernaufgabe relevanten Daten zur Verfügung gestellt.

Soll beispielsweise eine auf der Metadaten-Management-Ebene recherchierte Video-Essence für den Schnitt bereitgestellt werden, so erfolgt die Auswahl des Zielsystems im Idealfall anhand der Bezeichnung des Schnittplatzes, an dem die Weiterbearbeitung erfolgen soll. Die darunter liegende Essence-Management-Ebene übersetzt diese Angabe in konkrete Speicherorte und prüft, ob beim Transfer eine Formatwandlung erforderlich ist. In der Service-Management-Ebene erfolgen die Steuerung des Filetransfers zum richtigen Produktionsserver und die Bereitstellung der dazugehörigen Metadaten auf der Protokollebene. Im Ergebnis findet der Benutzer die Video-Essence am Schnittplatz, ohne Detailkenntnis zu Format und Speicherort der Essence besitzen zu müssen.

Eine der größten Herausforderungen in einer stark integrierten und automatisierten Systemlandschaft besteht darin, die unterschiedlichen, meist aufgabenbezogen entstandenen Metadatenmodelle aufeinander abzubilden, um die relevanten Daten zwischen allen beteiligten Systemen austauschen zu können. Als ein Lösungsansatz entstand das Broadcast Metadata Exchange Format (BMF), das einen standardisierten Metadatenaustausch ermöglichen und darauf aufbauend die Prozessautomatisierung sowie die Systemintegration erleichtern und optimieren soll. [Ebn05]

4.2. Echtzeitnetzwerke und -schnittstellen im Produktionsbereich

In der untersten Ebene des Referenzmodells finden sich die Echtzeitnetzwerke wieder. Diese bilden die Basis für die Integration aller Teilsysteme zu einem funktionierenden Produktionssystem. Mit der technischen Konvergenz wird gerade der Bereich der Netzwerke im Rundfunkbereich einem starken Wandel unterzogen. Während früher spezialisierte Schnittstellen und Netzwerke für die Signalübertragung genutzt wurden, dominieren in vielen Bereichen mittlerweile standardisierte IT-Netzwerke.

In echtzeitkritischen Live-Studioproduktionen und verteilten, interaktiven Fernsehproduktionen wird der Einsatz von IT-Technologien zu einer

Herausforderung. Dies liegt vor allem daran, dass die hohen Anforderungen des Broadcastbereiches an Leistungsfähigkeit und Übertragungsqualität erhalten bleiben, IT-Netzwerke jedoch ursprünglich nicht für diese Zwecke vorgesehen waren. Entsprechend ist im Einzelfall zu prüfen, ob die IT-Netzwerke den broadcastspezifischen Anforderungen genügen oder welche Anpassungen gegebenenfalls erforderlich sind. Durch den vermehrten Einsatz von IT-Netzwerken lässt sich eine größere technische Vernetzung und in der Konsequenz eine entsprechend größere organisatorische Vernetzung und prozessbezogene Optimierung erreichen.

4.3. Systemkonzepte für die IT-basierte Studioproduktion

Eine weitere große Herausforderung liegt im Zusammenführen aller notwendigen Technologien zu einer integrierten und weitgehend automatisierten Systemarchitektur, die den Produktionsprozess optimal unterstützt. Die Studioproduktion ist dabei nicht losgelöst von der übrigen Welt zu betrachten, sondern wird zu einem zentralen und integralen Bestandteil des Gesamtsystems – zum einen als eine Materialquelle für die Produktion und zum anderen als Senke, in der die Ergebnisse gebündelt und in einer Sendung finalisiert werden.

In der Projektierung solcher Systeme führt die Konvergenz zu einer zunehmend prozessorientierten Systemplanung: „Früher hat man Datenblätter verglichen, Rauschabstände, Signaleingangszahlen, Ausgangszahlen und Features, [...] heute ist es wichtiger, welche Applikationen erfüllbar sind.“ [Gra00]

Ausgangspunkt einer jeden Planung ist früher wie heute der Content, der mit einem Produktionssystem generiert und verarbeitet werden soll. Prinzipiell stehen durch die gesteigerte Leistungsfähigkeit der Systeme der Gestaltung von Workflows keine technischen Beschränkungen mehr entgegen. Es wird möglich, sich die immer komplexer werden Workflows innerhalb von Redaktion, Produktion und Leitung im Detail anzusehen und diese weitgehend zu optimieren, um eine effiziente Produktion gewährleisten zu können [SS02]. In der Praxis wird jedoch das verfügbare Investitionsbudget zum beschränkenden Faktor, so dass es in der Regel auf einen Kompromiss zwischen einer prozessorientierten und einer technikgetriebenen Systemgestaltung hinausläuft.

In diesem Themenfeld wird daher untersucht, ob das Broadcaststudio in der Zukunft ein komplett IT-basiertes Studio sein kann, wie weit Integration und Automatisierung in der aktuellen Nachrichtenproduktion technisch bereits möglich ist und welche Rolle Austauschformate wie MXF in einer Studioumgebung spielen können.

5. Fazit

Das Upgrade der Studioproduktion auf die Version 3.0 ist in vollem Gange. Im Studiobereich kommen vermehrt IT-Systeme zum Einsatz, viele Prozesse werden sukzessive automatisiert und die dafür erforderliche Integration der Einzelsysteme zu einer Gesamtsystemlandschaft wird aktiv vorangetrieben.

Auf dem Weg zu diesem Ziel gilt es jedoch noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Das betrifft zum einen die eingesetzten Technologien wie Austauschformate, Echtzeitnetzwerke und Schnittstellen und zum anderen die Systemkonzepte zur Realisierung der Studioproduktion 3.0. Im Folgenden werden einige hilfreiche Lösungsansätze zur Bewältigung dieser Herausforderungen vorgestellt.

Literaturverzeichnis

- [EBU98] EBU-UER (1998): EBU Reply to the Convergence Green Paper.
- [Ebn05] Ebner, A. (2005): Austausch von Metadaten - Das „Broadcast Metadata Exchange“-Format. FKT 11/2005, S. 566-572.
- [Gra00] Graumann, K. (2000): Konvergieren die Medien? FKT 12/2000, S. 786-789.
- [Hön02] Höntsch, I. (2002): Fileformate für die vernetzte Fernsehproduktion. FKT 11/2002, S. 631-639.
- [KK05] Krömker, H. / Klimsa, P. (2005): Handbuch Medienproduktion – Produktion von Film, Fernsehen, Hörfunk, Print, Internet Mobilfunk und Musik. VS Verlag, Wiesbaden.
- [Klo07] Kloth, C. (2007): Modellbasiertes Verfahren zur ganzheitlichen Prozessoptimierung. In: Elektronische Medien – ITG-Fachbericht 199, VDE-Verlag, Dortmund.
- [Krä02] Krämer, K. (2002): Automatisierung von Materialfluss und Logistik. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [LM98] Laven, P.A. / Meyer, M.R. (1998): EBU / SMPTE Task Force for Harmonized Standards for the Exchange of Programme Material as Bitstreams. EBU Technical Review.
- [SS02] Sonntag, T. / Schubert, A. (2002): Einführung konvergenter Technik im Broadcastbereich. FKT 05/2002, S. 259-262

Andreas Ebner

Welche Bedeutung haben Metadaten? Anwendung des BMF-Datenmodells

1. Einleitung

Jeder kennt einen PC und weiß, dass sich durch die Installation von unterschiedlichster Software (Applikationen) viele Funktionalitäten realisieren lassen. Dabei funktioniert der Austausch von Nutzdaten und beschreibenden Informationen doch mehr oder minder gut. Man kann z.B. Video von einer Kamera laden, es bearbeiten, abspielen und auf Medien speichern und dies alles mit den unterschiedlichsten Programmen. Nun möchte man glauben, dass dieses Szenario doch genauso auf eine Fernsehproduktion abzubilden ist. Dem ist leider nicht so und wir fragen uns deshalb: Was macht heute eigentlich eine IT-basierte Fernsehproduktion, insbesondere Studioproduktion, aus?

Zum Einen sollte man in einer professionelles Fernsehproduktionsumgebung keinen Datenträger (Videoband) mehr finden, es sind allerdings noch genügend "Altlasten" vorhanden (z.B. Archive) und zum Anderen sollte es den Austausch von Informationen, die technisch und redaktionell den Inhalt beschreiben, mittels Papier (z.B. MAZ-Karte) nicht mehr geben. Dies setzt eine lückenlose Integration der erforderlichen Systeme voraus. Die heutige Realität sieht allerdings etwas anders aus und ist ernüchternd.

Heute existierende Systeme, die für eine Fernsehproduktion in Betracht kommen, sind für ihre Aufgaben hoch spezialisiert und überwiegend mit in sich geschlossenen Komponenten realisiert. Dies führt häufig dazu, dass das Material in solche Systeme eingespielt werden muss und Informationen in traditioneller Weise (Papier, usw.) weitergereicht werden.

2. In Kürze

Mit den heute am Markt verfügbaren Komponenten ist man von zukünftigen Vorstellungen an ein vollständig IT-basiertes Produktionssystem weit entfernt. Die Herausforderung besteht darin, auf der jetzigen Basis eine effiziente Lösung zu erzielen.

Für den Austausch von Metadaten zwischen den Systemkomponenten wird ein Ansatz vorgestellt, der eine kostengünstige Systemintegration ermöglicht. Voraussetzung dafür ist die Anwendung eines in der Produktionsplattform einheitlichen Datenmodells. Dieses Datenmodell muss einige Grundanforderungen erfüllen. Es muss Geschäftsobjekte kennen, dies sind z.B. Produkte (Sendung, Beitrag, usw.), die im Rahmen eines Produktionsprozesses entstehen. Die Geschäftsobjekte haben Eigenschaften (Titel, Abstract, Genre, Dauer, usw.), die durch Metadaten zu beschreiben sind. Die Eigenschaften resultieren aus der Analyse der Produktionsprozesse. Metadaten, die der Beschreibung ein und desselben Objekts (Geschäftsobjekt) dienen, müssen gruppiert werden.

Das vom IRT entwickelte Broadcast Metadata Exchange Format (BMF) ist ein derartiges, einheitliches Datenmodell und erfüllt die hierfür geforderten Voraussetzungen. Es unterstützt die im Produktionsprozess erforderlichen Geschäftsobjekte und die Gruppierung der beschreibenden Eigenschaften. Eine Anwendung von BMF in der Systemintegration bringt Kostenvorteile, da es eine Vielzahl individueller und proprietärer Schnittstellen vermeidet.

3. Kostengünstige Systemintegration erfordert ein einheitliches Datenmodell

3.1. Systemintegration – derzeitiger Status

Eine IT-basierte Produktion basiert zum jetzigen Zeitpunkt auf der Integration von vielen hoch spezialisierten Systemkomponenten. Die daraus resultierende Systemlandschaft (siehe Abbildung 1) ist auf eine intensive Kommunikation angewiesen.

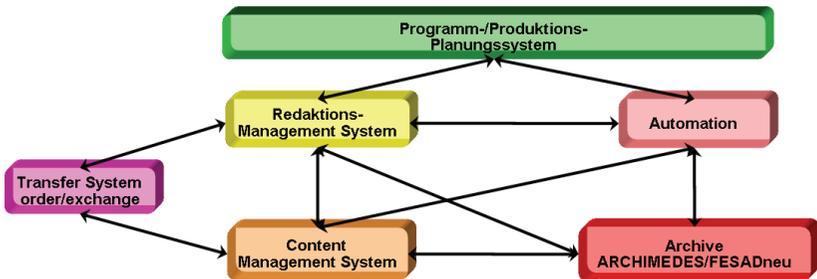


Abbildung 1: Beispiel einer derzeitigen Systemintegration

Die Kommunikation ist geprägt durch eine Vielzahl von meist speziell angepassten, hochindividuellen Schnittstellen. Diese nutzen eigene Austauschmodelle, die wesentliche Informationen in sogenannten flachen Listen abbilden. Die verwendeten Austauschmodelle sind üblicherweise nicht identisch mit den Hersteller-internen Datenmodellen. Ein Hersteller hat damit immer ein Mapping durchzuführen und das für jede Schnittstelle zu den anderen Systemen. Müssen weitere Systeme integriert werden, sind wiederum an allen beteiligten Systemen spezielle Anpassungen erforderlich. Sind Software-Updates für Systeme notwendig, haben diese meist Einfluss auf die Schnittstellen. Damit ist auch in diesem Fall eine Anpassung an allen beteiligten Systemen durchzuführen.

Diese Form der Systemintegration ist somit durch starke Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Systemkomponenten gekennzeichnet.

3.2. Systemintegration – reduzierter Aufwand

Die Einführung einer "vermittelnden Schicht" zwischen den jeweiligen Systemkomponenten, mit der diese nur ein einziges Mal verbunden sind, hat bereits den Effekt einer Reduktion der erforderlichen Schnittstellen (siehe Abbildung 2). Es verbleibt zunächst noch der Aufwand des Mappings eines Formats in die jeweiligen Zielformate. Kommt allerdings in der "vermittelnden Schicht" für die Vermittlung der Kommunikation ein einheitliches Datenmodell zum Einsatz, so ist im Weiteren für jede Komponente nur ein einmaliges Mapping erforderlich.

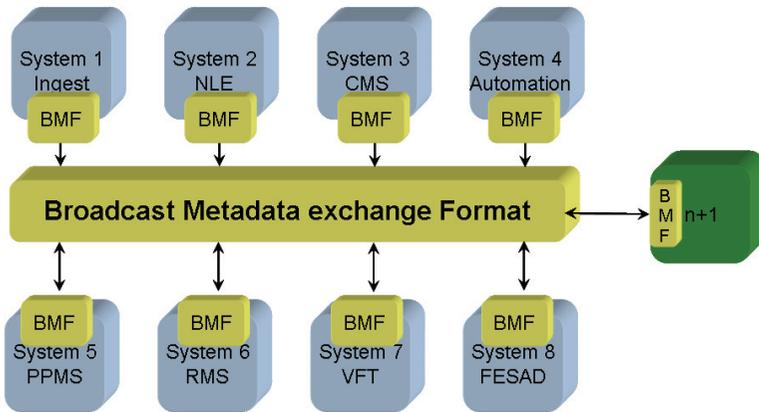


Abbildung 2: Optimierte Systemintegration zur Reduzierung des Aufwands

Das Broadcast Metadata Exchange Format - BMF erfüllt die Anforderungen an ein einheitliches Datenmodell in dieser Funktion. Es gewährleistet damit eine einheitliche Implementierung für den Metadatenaustausch zwischen Systemen und dadurch eine schnellere und unkomplizierte Systemintegration.

Erforderliche Anpassungen reduzieren sich auf das jeweilige System bzw. ein neu zu integrierendes System (siehe Abbildung 2, "n+1") und nicht wie bisher auf alle Systeme, die an der Kommunikation beteiligt sind. Somit wird eine bessere Entkoppelung der Systemkomponenten und damit eine verbesserte Stabilität und Erweiterbarkeit des Gesamtsystems gewonnen.

Unterstützen schließlich alle Systeme eine BMF-Schnittstelle, erfolgt die Kommunikation über eine einzige Form einer Schnittstelle und nicht über verschiedene proprietäre Schnittstellen. Ein Hersteller eines Systems hat nur ein einmaliges Mapping bzw. eine einmalige Anpassung durchzuführen. Für die Systemkomponente ist nur der den Anwendungsfall betreffende Umfang zu implementieren.

Hat ein Hersteller noch nicht BMF implementiert, so kann vorübergehend das Mapping auch in einem externen Adapter erfolgen.

Zusammenfassend ergibt sich, dass zum jetzigen Zeitpunkt die Kennzeichnung von Metadaten innerhalb der Rundfunkanstalten sehr individuell ist, was sich in den Implementierungen wiederfindet. Dies

behindert eine Vereinheitlichung der Implementierungen. Die Lösung ist eine einheitliche Kennzeichnung der Metadaten im Rahmen eines einheitlichen Datenmodells, welches zugleich Grundlage für die Implementierung ist. BMF erfüllt diese Anforderungen. Nur ein einheitliches Datenmodell wie BMF führt zu einer Reduzierung des Integrationsaufwands. Unterstützen alle Systeme eine BMF-Schnittstelle, erfolgt die Kommunikation über diese gemeinsame Schnittstelle.

4. Prozesse erfordern Geschäftsobjekte

4.1. Geschäftsprozesse, Prozesse

Die logische Abfolge von zusammenhängenden und inhaltlich abgeschlossenen Aktivitäten, Funktionen und ausführenden Rollen wird als Prozess bezeichnet. Ein Prozess ist eine Folge von Aktivitäten um ein Resultat zu erzielen und damit auf ein Ziel ausgerichtet. Prozesse bilden somit den Handlungskontext von Unternehmen, also auch der Rundfunkanstalten.

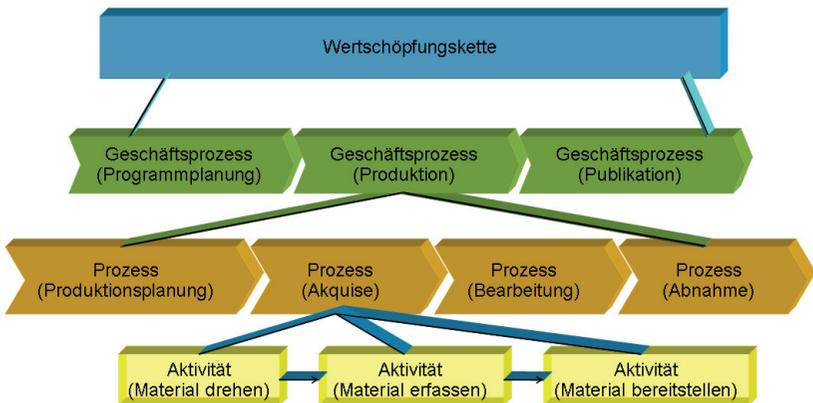


Abbildung 3: Geschäftsprozesse und Prozesse

Die Geschäftsprozesse orientieren sich an der Wertschöpfungskette eines Unternehmens (siehe Abbildung 3). Die Wertschöpfungskette dient unter anderem der Abbildung der Ziele des Unternehmens. Alle (Haupt-)Prozesse des Geschäftsprozesses müssen auf die Erreichung des Ziels ausgerichtet sein. Prozesse und Teilprozesse sind ineffizient, wenn sie nicht wertschöpfend und

nicht auf das Ziel ausgerichtet sind; derartige sind zu optimieren oder sogar zu eliminieren.

Regeln legen für den Ablauf eines Geschäftsprozesses die zulässige Vorgehensweise fest. Diese Regeln bestimmen die Reihenfolge der Prozesse bzw. Teilprozesse sowie der erforderlichen Aktivitäten. Eine detaillierte Beschreibung von Prozessen und deren Zielen schafft die notwendige Transparenz und damit das erforderliche Verständnis. Prozesse betrachten Aktivitäten und nicht Arbeitsschritte und können deshalb, unabhängig von einer konkreten Implementierung auf einem IT-basierten System, beschrieben werden.

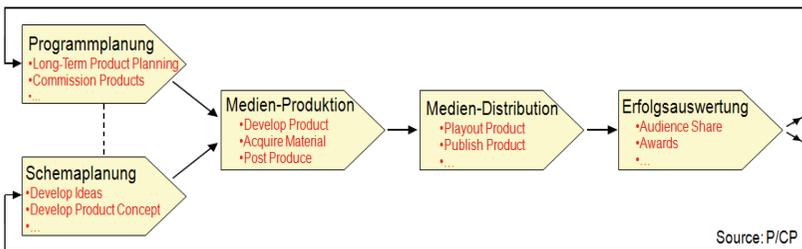


Abbildung 4: Beispiel einer Wertschöpfungskette in der Fernsehproduktion

Betrachtet man die Wertschöpfungskette eines Produktionsprozesses (siehe Abbildung 4) eingehender, so sind als Geschäftsprozesse die

- Schemaplanung,
- Programmplanung,
- Medien-Produktion,
- Medien-Distribution und
- Erfolgsauswertung

auszumachen. In einer ersten Analyse ist festzustellen, dass in jedem Geschäftsprozess von einem Produkt die Rede ist. Aus der Sicht der Datenmodellierung spricht man von einem Geschäftsobjekt. Dieses Produkt wird geplant und entlang des Prozesses realisiert. Der typische Vertreter ist in diesem Fall die Sendung. Bei eingehenderen Analysen einer Fernsehproduktion auf der Ebene der Hauptprozesse zeigt sich sehr schnell, dass es neben der Sendung noch weitere Produkte gibt, die zu berücksichtigen sind. In der Aktualität sprechen wir über Nachrichten- und

Magazinsendungen, die sich aus Moderationen und Beiträgen zusammensetzen. Wenn wir im Detail den Hauptprozess Akquise mit seinen Teilprozessen betrachten, so geht es darum, das erforderliche "Rohmaterial" für die Erstellung der Beiträge zu beschaffen. Wir sehen also, dass Beitrag und Rohmaterial (Shot) weitere wichtige Produkte (Geschäftsobjekte) im Rahmen der Fernsehproduktion sind.

4.2. Geschäftsobjekte im Produktionsprozess

Da unterschiedliche Produkte in der Fernsehproduktion ausgetauscht werden, sind diese in entsprechenden Geschäftsobjekten zu differenzieren. Diese Differenzierung ist deshalb erforderlich, da eine Information immer einen Bezug auf ein Geschäftsobjekt hat. Geschäftsobjekte sind unter anderem Sendungen, Beiträge und Rohmaterial (Clips), die durch entsprechende Eigenschaften gekennzeichnet sind. Die erforderlichen Geschäftsobjekte definieren sich, wie wir gerade gesehen haben, aus den Analysen der Produktionsprozesse.

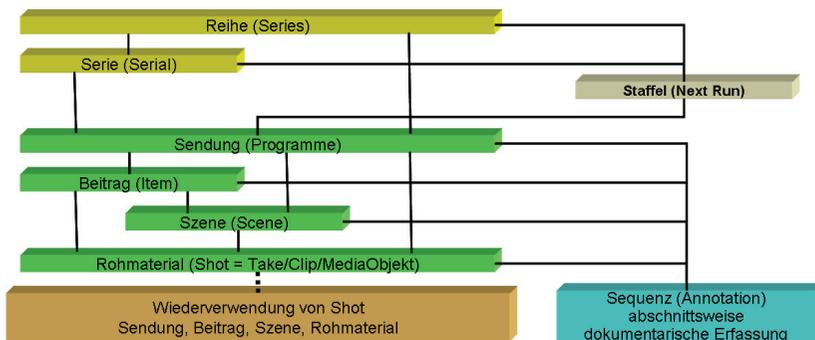


Abbildung 5: Für die Fernsehproduktion relevante Geschäftsobjekte

BMF beschreibt diese Geschäftsobjekte also die Produkte, die im Produktionsprozess entstehen, bzw. zur Ausstrahlung und Archivierung gelangen. Da BMF verschiedene Arten der Fernsehproduktion unterstützt, wie Nachrichten- und Magazinsendungen aber auch Features, sind weitere Geschäftsobjekte berücksichtigt (siehe Abbildung 5). Für die Aktualität sind Sendung, Beitrag und Shot (Rohmaterial) relevant. Der Shot beschreibt all das Material, das für die Erstellung eines Beitrags verwendet wird. Dies kann auch bereits existierendes Material sein, wie z.B. ein Klammerteil (Ausschnitt) einer

bereits archivierten Sendung. Für die Feature-Produktion ist anstelle des Beitrags die Szene ein wichtiges Geschäftsobjekt.

Jedes der bis jetzt genannten Geschäftsobjekte muss in einer Sequenz eine zeitliche, abschnittsweise Dokumentation, z.B. inhaltliche Bildbeschreibung, ermöglichen. Desweiteren werden Sendungen zu Serien bzw. Reihen gruppiert.

4.3. Geschäftsobjekte erfordern die Gruppierung von Metadaten

Die Eigenschaften eines Geschäftsobjekts (z.B. Beitrag) werden durch die Anforderungen des Produktionsprozesses definiert. BMF definiert Geschäftsobjekte und deren Eigenschaften eindeutig. Ein Beitrag ist unter anderem gekennzeichnet durch:

- Titel, Untertitel, Arbeitstitel, ...
- Sachinhalt, Index, Klassifizierung, Bildbeschreibungen, ...
- Mitwirkende (Urheber, Produzierende, Beitragende, ...)
- Produktion, Produktionsaufträge (Dreh, Überspielung, Ingest, ...)
- Rechte, Verwendungsbeschränkungen, ...
- Material (Video, Audio, Untertitel, Inserts, Stills, ...)
- Referenzen zu anderen Geschäftsobjekten, da er aus anderen erstellt und in anderen verwendet wird.

Ähnliche Eigenschaften zeichnen auch die Sendung, die Szene oder den Shot aus.

Wesentlicher Bestandteil eines einheitlichen Datenmodells ist also, um als Austauschformat zu fungieren, die eindeutige semantische Definition der auszutauschenden Informationen. Die Bedeutung einer semantischen Definition sei anhand des Metadatum "Bildformat" erläutert:

Man kann im einfachsten Fall das Bildformat für den Austausch als "Bildformat" kennzeichnen. Dies mag für eine individuelle Anbindung ausreichend sein, da der Anwendungsfall abgegrenzt und bekannt ist. Wird diese Art der Anbindung im Rahmen eines weiteren Anwendungsfalls benutzt, so wird auch dieser Austausch technisch möglich sein. Inhaltlich kann es jedoch zu Problemen kommen: Üblicherweise wird „Bildformat“ unterschiedliche Bedeutung haben. In einem Anwendungsfall kann es z.B. das "*Bildformat einer Sendung*", im anderen das "*Bildformat eines Beitrags*" sein. Die

Bedeutung des Bildformats ist aus der Kennzeichnung "Bildformat" allein nicht abzuleiten. Es muss zusätzlich der Anwendungsfall bekannt sein.

Bei den heutigen Lösungen kommt hinzu, dass selbst Informationen mit gleicher Bedeutung eine unterschiedliche Bezeichnung in den einzelnen Anbindungen bzw. gleiche Bezeichnung von Informationen unterschiedliche Bedeutungen haben. Eine eindeutige Bezeichnung, sowie eine Definition der Bedeutung sind deshalb für den Austausch zwingend erforderlich. Eine semantische Definition, welche Geschäftsobjekte beschreibt, ist in der Lage, dieses Problem zu lösen.

Ein Austausch von Informationen mittels flacher Attributlisten birgt für die Interpretation der Bedeutung einer Information erhebliche Unsicherheiten. Gerade, wenn zwei oder sogar drei Geschäftsobjekte (wie z.B. Sendung und Beitrag) in einer solchen Liste gleichzeitig beschrieben werden, ist bei vielen Informationen dieser Liste nicht ersichtlich, ob sie sich auf die Sendung, den Beitrag oder den Shot beziehen. Ein erster Schritt in eine klarer strukturierte Darstellung ist die Gruppierung von Information zum jeweiligen Geschäftsobjekt.

5. BMF – das Austauschformat mit dem einheitlichen Datenmodell

Das Broadcast Metadata Exchange Format beinhaltet mehrere Bestandteile (siehe Abbildung 6).

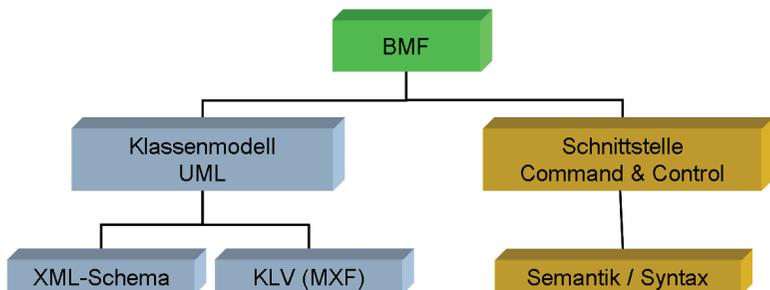


Abbildung 6: Bestandteile des Broadcast Metadata Exchange Formats

Das grundlegende Dokument beschreibt das zugrunde liegende Klassenmodell. Auf Basis dieses Klassenmodells wurde ein XML-Schema

erstellt sowie die KLV-Kodierung (Key-Length-Value) durchgeführt. Die KLV-Kodierung wird durch eine in Arbeit befindliche Registrierung des Klassenmodells in den SMPTE-Dictionaries gewährleistet. Der zweite wesentliche Bestandteil umfasst die Spezifikation der Schnittstelle und deren Semantik.

Das Klassenmodell von BMF, welches das geforderte einheitliche Datenmodell repräsentiert, dient einem geregelten und eindeutigen Austausch von Metadaten; es beschreibt nicht deren Speicherung.

Anforderungen, entwickelt aus den Analysen von Anwendungsfällen und Prozessen, bilden die Grundlage von BMF. Die Analysen umfassen die gesamte Wertschöpfungskette der Rundfunkanstalten. Damit ist es für nahezu den gesamten Produktionsprozess anwendbar. Folgende Produktionsprozesse sind momentan berücksichtigt:

- Idee/Schemaplanung, Programmplanung, Sendeplanung, Sendungsplanung
- Herstellungsplanung – redaktionelle Arbeit (Produktkonzept)
- Akquise, Bearbeitung, Sendevorbereitung, Playout, Archivierung.

Zur Unterstützung dieser Prozesse sind die zur Abwicklung erforderlichen Informationen in BMF berücksichtigt. Eine zeitliche Abfolge der Prozesse wird durch BMF nicht vorgegeben, da dies sich zwischen den Rundfunkanstalten unterscheidet. Bei der Anwendung von BMF ist es jedoch nicht erforderlich, für jeden Prozessschritt bzw. Anwendungsfall das gesamte BMF anzuwenden, sondern nur den jeweils erforderlichen bzw. relevanten Anteil.

Bei der Realisierung von BMF sind mehrere Konzepte berücksichtigt worden:

- Konzept für den Austausch (nicht Speicherung)
- Redaktionelles Konzept zur Ausarbeitung und Herstellung des Produkts, welches in Redaktionsmanagement- und Produktionsplanungssystemen bereits angewendet wird
- Konzept von MXF zur Beschreibung von Essenz; dies haben Hersteller, die Essenz als MXF handhaben, bereits implementiert

- Konzept eines Schedulers zur Unterstützung der Distribution des Produkts, das in Sendep Planungssystemen und Automationen Anwendung findet
- Konzept der Stratifikation zur Unterstützung der Dokumentation, das in FESADneu/ARCHIMEDES (Archivdatenbanken in der ARD) bereits angewendet wird.

Als weiterer Bestandteil von BMF wird die Schnittstelle definiert. Sie beschreibt die Semantik und die Syntax, also die Kommandos, welche über die Schnittstelle zur Verfügung stehen. Dies sind im Wesentlichen Anweisungen, was mit den ausgetauschten Metadaten im Zielsystem geschehen soll. Die Datenstruktur der Schnittstellen ist durch das Klassenmodell und dem XML-Schema von BMF definiert.

5.1. Anwendung von BMF

An zwei Beispielen soll die Anwendung des BMF-Klassenmodells kurz erläutert werden. Um den Run-Down einer Magazinsendung zu planen und abzuwickeln ist es erforderlich, dass eine Sendung eine „Timeline“ hat, an der entlang sämtliche Moderationen und Beiträge in ihrer Reihenfolge und Länge beschrieben werden können (siehe Abbildung 7). Einzelne Abschnitte dieser „Timeline“ referenzieren die vorgesehenen Beiträge und deren verwendete Ausschnitte.

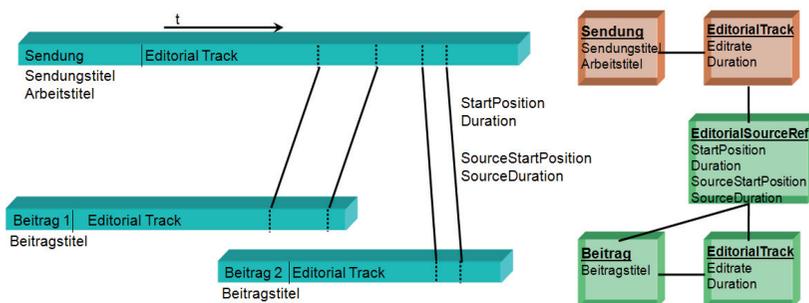


Abbildung 7: Beispiel einer Abbildung eines Rundowns einer Magazinsendung mit BMF

In einem zweiten Beispiel sei die bandlose Akquise kurz dargestellt, bei der bereits Metadaten aus der Vorplanung (Drehauftrag) zur Kamera gebracht werden (siehe Abbildung 8). Diese werden von der Kamera bei jeder Aufnahme übernommen und stehen beim Ingest zur Verfügung. Bei der Wahl von geeigneten Metadaten kann der Aufwand beim Ingest wesentlich vereinfacht werden, da das Kameramaterial bereits anderen Produktions-elementen zugeordnet werden kann.

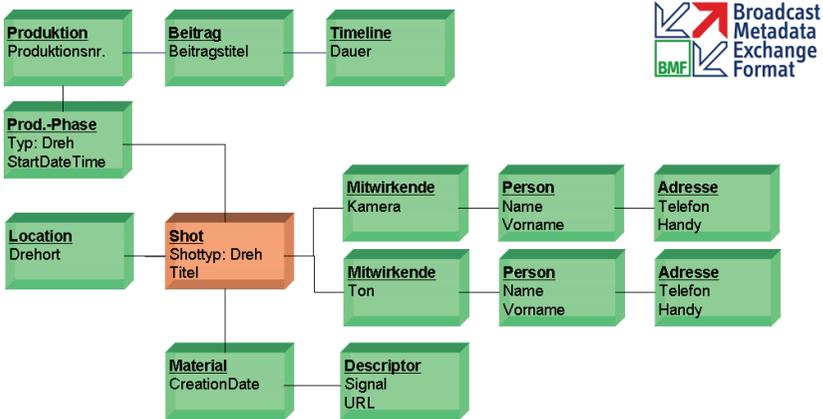


Abbildung 8: Beispiel einer Abbildung eines Drehauftrags für die Aufnahme mit BMF

Zukünftig sollen Metadaten für einen Drehauftrag, der im Rahmen der Produktion eines Beitrags getätigt wurde, zur Kamera gebracht werden. Diese sollen bei jeder Aufnahme dem Material angeheftet werden. Dadurch kann beim Ingest das Drehmaterial sofort dem geplanten Beitrag zugeordnet werden.

6. Zusammenfassung

Das Broadcast Metadata Exchange Format erfüllt die Anforderungen, die an ein einheitliches Datenmodell sowie zur eindeutigen Beschreibung von Geschäftsobjekten gestellt wird. Damit schafft es die Voraussetzungen für einen ganzheitlichen Ansatz in der Systemintegration, der Kostenvorteile bringt.

Da BMF auf den Prozessen der Rundfunkanstalten basiert und Sendung/Beitrag entsprechend der Rundfunk-Anforderungen beschreibt, ermöglicht es eine einheitliche Implementierung für den Austausch von Metadaten. Weiterentwicklungen und Modifikationen betreffen damit nur ein Modell und eine Schnittstelle und nicht, wie heute, mehrere Schnittstellen.

Eine Anwendung von BMF vermeidet den Aufwand für die Entwicklung eines eigenen einheitlichen Datenmodells. Damit ist BMF der Kandidat für den einheitlichen Metadatenaustausch und kann in den Produktionsplattformen der Rundfunkanstalten angewendet werden.

BMF findet bereits in Rundfunkprojekten erste Anwendung. In Rahmen einer Implementierung wird es für Austausch eines "RunDowns" eine Nachrichten-/Magazinsendung aus einem Redaktionsmanagementsystem an das Archiv angewendet. Auch soll es für den Austausch von RunDowns an andere Rundfunkanstalten und für den Videofiletransfer der ARD eingesetzt werden. Desweiteren findet es in Förderprojekten (z.B. Werkzeuge der Medienproduktion - WMP) Anwendung. Hier wurde sogar eine Schnittstelle basierend auf Web-Services entwickelt, um Daten für die Ressourcenplanung einer Produktion abzufragen und zu buchen.

Markus Berg

Echtzeit im Studio - Anforderungen und Herausforderungen

1. Einleitung

Während in der Zuspiegelung und Verteilung Netztechnologien unterschiedlicher Art eingesetzt werden (ATM, DTM, ...), ist Echtzeitübertragung im Studio meist noch mit „klassischer“ SDI-Übertragung verbunden. Allerdings werden auch jetzt immer mehr „Produktions-Inseln“ vernetzt oder in bestehende Campus-Infrastrukturen eingebunden.

Mit welchen Formaten und Bandbreiten dürfen/müssen wir in Zukunft im Studio/in der Produktion rechnen? In den Tabellen 1-3 sind als Übersicht die verwendeten Formate und Bandbreiten für Übertragung und Speicherung dargestellt [Metz08]. Die größten Herausforderungen lauern natürlich bei der Einführung von HDTV.

HDTV Systeme (EBU Tech 3299)	Auflösung	FrameRate	Sub-sampling	Netto Video Rate GBit/s
System 1 720p/50	1280 x 720	50	4:2:2	0,9216
System 2 1080i/25	1920 x 1080	25	4:2:2	1,0386
System 3 1080p/25	1920 x 1080	25	4:2:2	1,0386
System 4 1080p/50	1920 x 1080	50	4:2:2	2,0736
SDTV 576i/25	720 x 576	25	4:2:2	0,207

Tabelle 1: HDTV Systemeinteilung in der EBU

Einer der größten Unterschiede zu SD besteht hier in den höheren Bandbreiten bei HDTV. Die SMPTE standardisierte das HD-SDI Interface (SMPTE 292M) mit einer Bandbreite von 1,5 Gbit/s, was im Vergleich zu SDI mit 270 Mbit/s einer Steigerung um den Faktor 5.5 entspricht. Das ist

aber noch nicht das Ende der Entwicklung, da die nächsten Schritte Bandbreiten von 3 bis zu 10 oder gar in ferner Zukunft 72 Gbit/s bringen. Somit kommen in Zukunft erhebliche Herausforderungen auf die Netze zu.

Bezeichnung	Datenrate Gbit/s	Standard
HD-SDI	1,485	SMPTE 292M
Dual Link HD-SDI	2 x 1,485	SMPTE 372M
3 G-SDI	2,970	SMPTE 424M
10G-SDI	10,692	SMPTE 325M
(Ferne Zukunft?: UHDTV)	bis zu 72 (Videorate)	SMPTE 2036-1
SDI	0,270	SMPTE 259M

Tabelle 2: (HDTV) Schnittstellen

Bezeichnung	Datenrate Mbit/s	Sub-sampling
HDCAM	116	3:1:1
DVCPRO HD:	100	4:2:2
HD-D5	235	4:2:2
XDCAM HD35/50	35 / 50	4:2:0/4:2:2
DHxHD (Avid/Editcam)	115 / 120	4:2:2
DHxHD (NLE PC)	175 / 185	4:2:2
P2 HD AVC-I	54 / 122	4:2:2
Infinity HD	50 / 75 / 100	4:2:2
HDV-1	19	4:2:2
HDV-2	25	4:2:0

Tabelle 3: Bandbreiten in der Speicherung (Auswahl)

Auch die angedachten Kompressionsformate in der Produktion (Tabelle 3) liefern immer noch Bandbreiten im dreistelligen Mbit/s Bereich. Das heißt für

unsere Netze im Studio/Produktionsbereich, dass mit HDTV sowohl in der Echtzeitübertragung als auch beim Filetransfer mit massiv steigendem Bandbreitenbedarf zu rechnen ist. Hierzu ein kleines Rechenexempel:

Annahme: Produktion eines Filmes in HD (unkomprimiert): HD-SDI: 1,5 Gbit/s = 0,1875 GB/s = 11,25 GB/min = 675 GB/h (oder in handelsüblichen Einheiten: ~4,2 Festplatten pro Stunde). Bei einer Filmdauer von 90 Minuten ergeben sich 1012,5 GB = ca. 1 TB (Terabyte)! Man sieht, nicht nur auf die Netze, sondern auch auf die Speicher kommt einiges zu.

Als generelle Besonderheit im Studio erweist sich die Tatsache, dass die in der Produktion verwendeten HD-Kompressionsverfahren nicht gestreamt werden. Das Signal wird unkomprimiert als HD-SDI ausgegeben oder via Filetransfer übertragen.

2. Anforderungen

Prinzipiell ergeben sich im Studio ähnliche Anforderungen wie für Zuspield- und Verteilnetze und für HDTV dieselben Anforderungen wie für SDTV:

- Für die Echtzeitübertragungen müssen die Netze die rigiden Anforderungen an die Signalqualität erfüllen, die hierfür zu beachtenden Parameter sind:
 - extrem geringer Jitter/(Wander) (Laufzeitschwankungen)
 - geringe Laufzeiten (z.B. wenn Interviews betroffen sind)
 - keine Unterbrechungen
 - extrem geringe Fehlerraten (im Studio sollten gar keine Fehler auftreten)
- Es sind sowohl Punkt-zu-Punkt, als auch Punkt-zu-Multipunkt Verbindungen erforderlich
- Es wird eine extrem hohe Verfügbarkeit gefordert.
- Wir brauchen Hochgeschwindigkeits-Filetransfer zwischen Servern (bidirektional) (hier werden die Bandbreitenanforderungen weiter steigen)

- Die Netze müssen so flexibel sein, dass sie den Zugang mit unterschiedlichen Bitraten ermöglichen.
- Die Netze müssen skalierbar sein, um mit dem steigenden Datenaufkommen umgehen zu können.
- Ein Netz muss unterschiedliche Signalformate transparent übertragen können.

Betrachten wir nun wieder speziell HD-SDI im Studionetz bzw. Rundfunk-LAN: Für die unkomprimierte Übertragung von HD-SDI gibt es hierbei prinzipiell folgende Möglichkeiten:

Das Signal wird über die elektrische HD-SDI Schnittstelle (ANSI/SMPTE-292 M) übertragen, allerdings ist hier die Reichweite gewöhnlich auf < 60 m beschränkt. Bei der Übertragung mit der optischen Schnittstelle (elektrisch/optische Wandlung) wird die Reichweite verlängert (typischerweise wird ein HD-Signal pro Wellenlänge übertragen, dies ist z.B. auch in Weitverkehrsnetzen möglich). Die Übertragung erfolgt Punkt-zu-Punkt, Havariekonzepte wie z.B. Ersatzschaltungen müssen hierfür noch entwickelt werden. Es ist natürlich auch möglich, Netzadapter für HD-SDI einzusetzen (z.B. via IP/(10) Gigabit Ethernet).

Im Rundfunk-Local Area Network (LAN - dem „Haus“- oder Campus Netz,) kann HDTV in fast allen Bereichen auftreten, in der Speicherung/ Archivierung, der Nachbearbeitung, Live-Produktion etc..

Im LAN ist Gigabit Ethernet weit verbreitet, 10 Gigabit Ethernet ist schon verfügbar (noch nicht jedoch bei allen Herstellern) und 40 oder 100 Gigabit Ethernet sind die nächsten Schritte. Hier wäre die Bandbreite verfügbar. Probleme gibt es unter Umständen noch bei der Echtzeitauglichkeit von Ethernet, besonders in größeren Netzstrukturen. Der Einsatz von Priorisierungsmechanismen ist bei Verwendung von Ethernet-Techniken unabdingbar.

Beim Fibre-Channel, der vor allem in Speichernetzen eingesetzt wird, ist die 2 Gbit/s Variante aktuell weit verbreitet, 4-10 Gbit/s folgen, auch hier ist die Bandbreite prinzipiell verfügbar und Priorisierungskonzepte sind unter Umständen erforderlich.

Generell müssen bestehende LAN-Strukturen zur Übertragung von HDTV erweitert werden, um z.B. die Übertragung mehrerer HDTV-Ströme zur gleichen Zeit zu ermöglichen. Priorisierungskonzepte (denkbar wäre z.B. DiffServ) müssen das erhöhte Datenaufkommen regeln. Ein Problem stellt hier noch die mangelnde Echtzeittauglichkeit von IP dar. Messungen des IRT ergaben in stark ausgelasteten IP-Netzen teilweise sehr hohe Laufzeitschwankungen, die eine problemlose Echtzeitübertragung nicht zuließen.

Ein weiteres Problem ist die Tatsache, dass nicht alle zurzeit eingesetzten Gigabit-Ethernet-Switche mit 10 Gbit/s-Interfaces ergänzt werden können und ein Neukauf dieser Komponenten erforderlich werden wird.

Grundsätzlich besteht im LAN wie bereits erwähnt auch die Möglichkeit, HDTV direkt über Glasfaser zu übertragen.

Der Austausch von Audio/Video-Material über Filetransfer gewinnt zur Zeit stark an Popularität, weil hier die Nutzung von Standard-IT-Netzen (auch solchen, die nicht unbedingt echtzeittauglich sind) möglich ist, die Übertragung theoretisch „schneller als in Echtzeit“ ablaufen, der Austausch automatisiert und die Netzlast entzerrt werden kann. Für den Filetransfer ist HDTV „just another bigger file“, die Größe des Files ist von der Kompression abhängig.

Für jeden Filetransfer, der auf TCP/IP basiert, ergibt sich aber prinzipiell ein Problem bei langen Laufzeiten im Netz. TCP arbeitet quittungsbasiert, d.h. lange Laufzeiten erhöhen die Wartezeit auf die Quittungen und damit sinkt die Übertragungsrate. In Studionetzen sollten aber keine langen Laufzeiten auftreten (wenn doch, liegt entweder eine gravierende Fehlkonfiguration des Netzes oder ein Fehler in Netzknoten vor). Daher muss hier im Wesentlichen darauf geachtet werden, dass genügend Bandbreite zur Verfügung steht.

3. Security

Die Anbindung früher isolierter Produktionsinseln an „IT-Netze“ sorgt auch dafür, dass das Thema Sicherheit zur Sprache gebracht werden muss. Welche Risiken und Nebenwirkungen sollte man beachten? Die neuen IT-basierten Systeme erleichtern den Workflow, bringen jedoch möglicherweise neue Risiken mit sich. Die sicheren Rundfunkübertragungsmethoden (ASI, SDI...) werden durch potentiell unsichere Protokolle ersetzt (TCP/IP, UDP). Auf PCs

lauern zahlreiche unbekannte Risiken durch fehlerhafte Software mit Sicherheitslöchern (man denke an die vielen bekannt gewordenen Sicherheitslücken des Internet Explorer oder Outlook). Häufig werden Viren und Würmer über tragbare Medien (USB-Sticks, solid state memory) oder Notebooks eingeschleust. Durch das Zusammenwachsen der Netze unter verschiedenen Rundfunkanstalten, Anbindung von „Außenreportern“, die ihre Beiträge über DSL einspielen sowie die zunehmende Vernetzung der Produktionsinseln steigt die Gefahr einer raschen Ausbreitung der Schädlinge auf zahlreiche Systeme. Dabei kann es zu Schäden wie Datenverlust oder Manipulation der Daten bis hin zum kompletten Ausfall der Systeme kommen. Prinzipiell kann jedes System (PC, Router, Switch) Ziel einer Attacke werden. Eine zusätzliche Gefährdung von Produktions-IT stellt die Voraussetzung an einen bestimmten Softwarestand dar. Die Hersteller der Applikationen „erlauben“ keine Sicherheits-Patches oder Virens Scanner auf ihren Systemen. Hinzu kommt, dass Produktions-IT (z.B. NLE) oft nur im Administrator-Modus betrieben wird.

Im IRT wurden daher einige Firewalls bzw. Security Appliances mit Hinblick auf ihre Performanz und Echtzeittauglichkeit getestet. Als Ergebnis der Tests kann ein positives Fazit gezogen werden. Alle getesteten Systeme eignen sich für die Übertragung hochratiger Datenströme mit Gigabit-Geschwindigkeit bei aktiven Paketfiltern. Die softwarebasierten Systeme beherrschen zusätzlich den Proxy-Betrieb mit vielen Zusatzfunktionen wie Virenschutz, Analyse des Inhaltes auf Schadcode, Javascript, ActiveX und vieles mehr. Das alles kostet Rechenleistung. [Guist08]

Der Einsatz von Firewalls ist ein wesentlicher Bestandteil eines Sicherheitskonzeptes, das jedes Unternehmen haben sollte. Ebenso wichtig ist das Einbinden der Belegschaft in das Sicherheitskonzept. Wenn Mitarbeiter die Sicherheitsmaßnahmen als Notwendigkeit und nicht als Schikane begreifen, leisten sie einen wichtigen Beitrag zum Gesamtkonzept. Auch muss den Verantwortlichen bewusst werden, dass Sicherheit eine Daueraufgabe ist, sämtliche Veränderungen in den IT-Systemen des Unternehmens können Auswirkungen auf die Sicherheit haben. Sicherheit kostet Geld, unter Umständen sogar ganz schön viel. Es ist besser, in vielen kleinen Schritten zu mehr Sicherheit zu kommen, als vor den Kosten einer Gesamtlösung zurück zu schrecken und gar nichts zu tun. Eines ist sicher: Wer nichts tut, wird am Ende teuer dafür bezahlen. [Guist06]

4. Fazit

Um HDTV in Echtzeit in Studionetzen bzw. Rundfunk-LANs übertragen zu können, brauchen wir nicht unbedingt neue Netze. Bestehende Netze müssen jedoch erweitert und ergänzt werden. In jedem Fall werden Netzauslastung und damit auch Anforderungen an das Netzmanagement stark ansteigen. Welche Netztechniken und Netzstrukturen die rigiden Anforderungen von HDTV an die Übertragung erfüllen können, wird zurzeit im IRT untersucht.

Jedoch ist hervorzuheben, dass noch für eine längere Zeit die „klassische“ Videoverkabelung im Studio, die ja nachgewiesen Echtzeit-tauglich und bewährt ist, erhalten bleiben wird, zumindest bis die Kompressionsverfahren in der Produktion auch via Streaming verfügbar sind.

An „Netz-Problemen“ wird also eine Einführung von HDTV – wann auch immer – nicht scheitern, vorausgesetzt, das Netz ist kompetent geplant und realisiert. Hierfür kann das IRT seine Expertise zur Unterstützung anbieten.

Literaturverzeichnis

- [Metz08] Metz, Andreas, IRT (2008): HDTV – Migration der Netze in der Produktionsumgebung?
- [Guist06] Guist, Herbert, IRT (2006): Abschlussbericht Projekt V-Security
- [Guist08] Guist, Herbert, IRT (2008): Sicherheit in lokalen Netzen

Jürgen Wehner

Testverfahren für IT-basierte TV- Studioproduktion

1. Welche Bereiche stellen Anforderungen

Die verteilten Abläufe in einer vernetzten Produktionsumgebung stellen aufgrund heute verfügbarer Netzwerktechnologien und Mechanismen zur Verkehrssteuerung unterschiedliche Anforderungen, bieten aber auch unterschiedliche Möglichkeiten in den beteiligten Bereichen einer Rundfunkanstalt zur Übertragung des gewünschten Content. Abhängig von verfügbaren Komponenten bzw. Leistungsfähigkeit von Anbindungen sind unterschiedliche Mechanismen wie z.B. QoS-Funktionen vorhanden oder müssen genutzt werden, um möglichst hohe Übertragungsleistung kostengünstig zur Verfügung zu stellen.

1.1. Die Zentrale

Typischerweise sind die zentralen Hauptstandorte der Rundfunkanstalten auch heute schon sehr leistungsfähig ausgebaut. Moderne Netzwerkinfrastruktur in der Regel auf Gigabit-Ethernet-Technologie sowie leistungsfähige Koppel-elemente auf Layer-3-Switching sind die heute typischen Plattformen.

Die korrekte Implementierung von benötigten Mechanismen zur Sicherung von Echtzeitübertragungen ist im Vergleich zur Komponetenbeschaffung noch recht neu. Oft beschränken sich die Anforderungen, bestehende Netzwerkstrukturen echtzeitfähig zu machen, auf die Umstellung des gesamten Core-Netzwerks im laufenden Betrieb auf aktuelle Firmwarestände bzw. die Aktualisierung einzelner Komponenten wie einer Switch-Engine.

Bei der Implementierung stellt sich die Frage, wie kritische Dienste bei der Übertragung gesichert werden sollen. Unterschiedliche Ansätze konkurrieren dabei heute miteinander. Der flächendeckenden Implementierung von Quality of Service-Mechanismen im ganzen Netzwerk steht die Kapselung der kritischen Übertragungen in dezidierten Bereichen gegenüber.

Die Telefonie über Netzwerk wird in einigen Häusern bereits heute über die bestehende Netzwerkinfrastruktur abgebildet. Die Vorteile sieht man hier z. B. in der direkten Verbindung mit den Auslandstudios.

Die senderelevanten Bereiche sind typischerweise als eigenständige Inseln von der Bürokommunikation getrennt ausgelegt, um Betriebsrisiken grundlegend zu umgehen. Aber auch in diesen Bereichen wird Echtzeitfähigkeit der Standard-IT Komponenten gefordert. So ist der Zugriff auf einen Contentpool oftmals indirekt mit Echtzeit-Anforderungen verbunden. Soll direkt vom zentralen Speicher ausgespielt, Low-Res Material gesichtet oder direkt am Speicher Beiträge bearbeitet werden, müssen die eingesetzten Komponenten Echtzeit-Qualitätsanforderungen z.B. hinsichtlich des Zugriffs auf Material, das nicht im Buffercache eines Speicherarray vorgehalten wird, gewährleisten können.

1.2. Die Außenstellen

In den Außenstellen der Rundfunkanstalten stellt sich die Situation etwas anders dar. Hier sind je nach Größe der betrieblichen Einheit Komponenten geringerer Leistungsfähigkeit eingesetzt, die gegebenenfalls benötigte Merkmale nicht anbieten können. Auch die Netzwerkanbindung der Standorte ist oftmals deutlich niedrig-performeranter ausgelegt als bei großen Hauptstandorten. Allerdings wurde gerade in den letzten Jahren eine immer stärkere Zentralisierung der Standard-Bürokommunikation und der Implementierung der hier benötigten Dienste wie Fileserver, Netzwerk-Domains und Sicherheitsstrukturen wie Zugang zum Internet auf "die Zentrale" durchgeführt. Hier stellt sich die Anforderung der Optimierung des Zusammenspiels der Übertragung von Videocontent, Bürokommunikation und Telekommunikation.

1.3. Mobile Mitarbeiter (Videojournalisten VJ)

Die immer geringeren Zeiträume zwischen Ereignis und senderelevantem Beitrag ziehen auch immer mehr mobile Mitarbeiter in die Produktion mit ein. Außenevents an wechselnden Standorten lassen herkömmliche Übertragungsverfahren aufgrund fehlender Infrastruktur und hohem Kostendruck kaum zu. Gerade in diesen Bereichen wird verstärkt auf die Übertragung von senderelevanten Beiträgen über Standard-IT-Infrastruktur

zurückgegriffen. Hier kommen oftmals auch Netzwerkinfrastrukturen zum Einsatz, die nicht in der Hoheit der Beitrag erstellenden Anstalt ist.

Diese verschiedenen Voraussetzungen bei zentralen Standorten, Außenstandorten und mobilen Mitarbeitern fordern je nach Anforderung und Dienst, der übermittelt wird, unterschiedlichste Mess- und Testverfahren, um nachzuweisen, dass eine Übertragung nutzbar und betrieblich sicher ist.

2. Welche Rahmenbedingungen setzen welche Dienste

Typische zu betrachtende Dienste und Inhalte sind Telefonie, Broadcast-Content und Bürokommunikation sowie Steuer-Informationen des Netzwerks. Sie stellen jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Übertragungsstrecke.

2.1. Telefonie

Die Übertragung von Telefongesprächen über Netzwerke, z. B. für eine Live-Berichterstattung oder Backupleitung, stellt einige Anforderungen an die Übertragungsstrecke. Speziell Delay, Jitter und Paketverlust beeinflussen die Sprachqualität.

VoIP (G.711)	Typische Grenzwerte	Bemerkung
Delay	150 ms	End to End inklusive Codec und Buffer
Jitter	20 – 30 ms	Abhängig vom Puffer (typisch 40 bzw. 60 ms)
Paketverlust	1 %	Bei Verwendung Muttersprache Deutsch
MOS	3,0 2,5	Bei Deutsch Bei Chinesisch
Throughput	80 kBit/s	Konstant verfügbar

Tabelle 1: Zusammenstellung einiger Anforderungs-Kenngrößen für VoIP

Die Bewertung erfolgt in der Regel nach dem Mean Opinion Score (MOS), der die verschiedenen Einflüsse auf die Übertragung zu einem normierten Wert zusammenfasst.

2.2. Video- oder Audio-Content

Live-Audio- bzw. Videoübertragungen stellen ähnliche Anforderungen an die Übertragungstrecke wie die im IT-Umfeld bekanntere Übertragung von Telefonie über Netzwerk. Ebenso wie VoIP-Komponenten bzw. ergänzend bieten die Geräte zur Jitter- und Paketverlustkompensierung heute üblicherweise eine wählbare Absicherung über FEC (forward error correction) und geeignete Sende- und Empfangs-Puffer. Damit können zum Teil auch sehr schlechte Verbindungen betrieblich genutzt werden. Allerdings gehen diese Mechanismen dann zu Lasten des Übertragungsdelay.

Name	Over head [%]	Buffer size [bytes]	Latency [ms]			Redundancy [IP packets]
			3 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	
lowestdelay	50	10656	28,42	8,52	0,85	4
lowdelay	20	33300	88,8	26,64	2,7	5
middledelay	25	53280	142,1	42,62	4,26	10
lowbitrate	5	133200	355,2	106,6	10,7	5
highsecurity	25	133200	355,2 [1]	106,6 [1]	10,7 [1]	20+ [2]

[1] Verzögerungszeiten können länger werden,

[2] hängt von der Struktur der verlorenen Paketen ab.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Latenzzeiten vs. Paketredundanz [May06]

2.3. Datei Video- oder Audiocontent

Bei der Übertragung von Audio- oder Videofiles können ebenfalls zeitliche Abläufe eine maßgebliche Rolle spielen. Soll ein über Filetransfer einlaufender Beitrag bereits, während er in der Übertragung befindlich ist, gesendet werden, müssen die beteiligten Komponenten ebenfalls Quasi-Echtzeitanforderungen erfüllen. Gleiches gilt, wenn ein Beitrag z.B. direkt von einem Datenspeicher als Live-Material abgespielt oder übertragen wird. Hier darf eine minimale Übertragungsrate, die sich aus den verwendeten Codieralgorithmen ableitet, kontinuierlich nicht unterschritten werden.

2.4. Bürokommunikation

Zusätzlich notwendig für ein abgesetztes Übertragungszentrum sind Internetverbindung, Zugriffe auf Abrechnungssysteme wie SAP, Recherche in

internen Datenbanken oder zahlreiche Terminaldienste. Hinzu kommt mehr und mehr die Ausweitung von Domainen-Strukturen oder DNS-Diensten aus den Zentralen zu den abgesetzten Übertragungsstellen. Auch diesen Diensten gilt es die Übertragung zu sichern. Die Anforderungen sind hier aufgrund des in der Regel eingesetzten TCP-Übertragungsprotokolls geringer. Sie konzentrieren sich auf den Bereich Verfügbarkeit und Service-Disruption-Time, also der Zeit, die ein Service unterbrochen sein darf, bevor er seine Verbindung endgültig verliert.

Bürokommunikation	Typische Grenzwerte	Bemerkung
Verfügbarkeit	99,7%	End to End
service disruption time	< 0,5 Sekunden	Je nach Applikation
Throughput	Mbps, 60 Mbps, max	Je nach Dienst gegebenenfalls maximaler Durchsatz begrenzt

Tabelle 3: Zusammenstellung einiger Anforderungs-Kenngrößen für IT-Dienste

Diese Dienste belasten jedoch oftmals die Echtzeitübertragungen als Störgröße.

2.5. Steuerungs- und Management des Netzwerks

Für das Netzwerk selbst sind die eingesetzten Management-Protokolle zur Überwachung bzw. zum Betrieb von großer Bedeutung.

Um auch bei einem Ausfall von Teilverbindungen Informationen über alternative Routen zu besitzen bzw. um einen Überblick über die derzeitige Situation des Netzwerks zu bekommen und auch auf entfernte Komponenten bei hoher Auslastung administrativ zugreifen zu können, verlangen auch diese Dienste nach gesicherter Übertragung.

Diese Dienste fordern jedoch in unterschiedlichem Maße eine Sicherung ihrer Übertragung. Zum Teil konkurrieren sie direkt miteinander. Eine der großen Herausforderungen bei Implementierung einer IT-gestützten Live-Produktion ist es, alle Dienste gleichzeitig und geschützt voneinander zu übertragen. Die Sicherung dieser Dienste ist messtechnisch im Vorfeld einer Produktion bzw. im Betrieb nachzuweisen.

3. Welche Messverfahren werden angeboten

Einige typische Kenngrößen können ausschließlich im Vorfeld ermittelt werden, wenn noch kein weiterer Verkehr auf dem Übertragungsweg störend auf die Messung einwirkt. Andere Untersuchungen können bzw. sollten direkt an den realen Diensten durchgeführt werden, ohne diese in ihrer Übertragung zu beeinflussen.

Stresstests sind typischerweise im Vorfeld der eigentlichen Inbetriebnahme anzusetzen.

3.1. Netzwerk Performance Tester

Typische Messverfahren bieten hier Netzwerk-Performance-Testgeräte, die Datenströme mit eingebetteten Prüfmustern generieren bzw. diese Prüfmuster auch wieder auswerten können. Mit diesen Geräten lässt sich eine Reihe von Kenngrößen mit einer Messung ermitteln:

- One-Way-Delay (sehr abhängig vom gewählten Gerät)
- Round-Trip-Time (Latenzzeit)
- Jitter
- Buffergrößen
- Paketverlust
- Maximal möglicher Durchsatz

Die Messung von maximalem Durchsatz, Latenzzeit, Frame-Loss, Puffergröße und Systemerholungszeit nach Überlast findet man gebündelt auch in einer nach RFC2544 definierten Testvorschrift. Diese haben heute viele der Netzwerktestgeräte implementiert. Bei der Verwendung muss jedoch sehr genau auf die Interpretation der gewonnenen Ergebnisse geachtet werden. Ein

nach RFC2544 durchgeführter Test erfordert Messzeiten über Tage. Diese Zeit wird bei realen Messungen selten zur Verfügung stehen. Wird die Messdauer verkürzt, verfälschen sich die Messergebnisse speziell für die Interpretation nach Echtzeitfähigkeit einer Übertragungsstrecke erheblich.

3.2. Simtra

Zur Beurteilung von Zugriffen auf Speichersysteme und Übertragung über Netzwerkstrecken wurde in der RBT ein eigenes Messtool entwickelt.

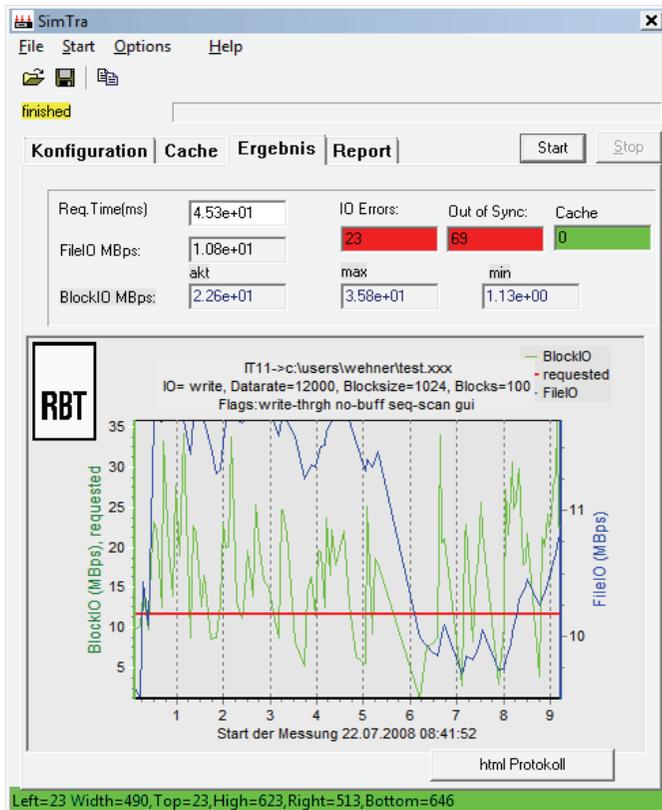


Abbildung 1: Beispielmessung mit simtra

Es simuliert eine konstante Übertragung, indem es kontinuierlich in den angegebenen Raten Datenpakete zu speichern versucht. Wird ein Paket nicht

in der erforderlichen Zeit gelesen oder geschrieben, wird es als Fehler gewertet. Die Größe des Paketes richtet sich dabei nach den typisch erwarteten Paketgrößen der reellen Anwendung bzw. der verfügbaren Puffer. Im Gegensatz zu vielen anderen ähnlichen Messtools bildet „simtra“ keinen Mittelwert über die Übertragung, sondern speichert jeden Messwert einzeln ab.

3.3. Frame-Checker

Neben aktiven Tests bieten heute einige Messgeräte die Möglichkeit, passiv an bestehenden Verbindungen Messungen durchzuführen.

In der RBT wurde ein Verfahren entwickelt, bei der Übertragung von Live-Bildern Frame-Verluste erkennen zu können. Grundlegendes Prinzip ist die Auswertung eines Timecodes (TC) in einem Video- und/oder Audiosignal. Dazu wird in einem SDI-Quellsignal ein DVITC (Digital Vertical Interval Time Code) eingefügt bzw. ein LTC (Longitudinal Time Code) in einen Audiokanal eingespeist. Wird gleichzeitig ein DVITC und LTC generiert, sind diese TC-Werte zueinander synchron. Nach dem Einspeisen dieser Signale in das zu prüfende System werden die Video- und Audiosignale dem RBT-Messsystem „Framechecker“ zugeführt. Das System wertet die empfangenen Timecode-Werte aus. Dabei wird geprüft, ob es zu Diskontinuitäten in der TC-Folge ($TC_{n+1} \neq TC_n + 1$ Frame) kommt oder ein TC-Ausfall auftritt. Werden gleichzeitig DVITC und LTC angelegt, kann auch ein Versatz, z.B. bei Übertragung von Audio und Video über unterschiedliche Wege, zwischen den LTC- und DVITC-Werten ermittelt werden.

Üblicherweise wird der DVITC für das SDI-Signal in die Austastlücke gesetzt. Bei der MPEG-Kodierung kann die Austastlücke jedoch vom aktiven Bildinhalt abgetrennt und separat weiterverarbeitet werden. Beim Frame-Checker-Messsystem wird dagegen der DVITC als Block bzw. Zeile in das aktive Bild eingefügt. Damit ist die Zuordnung des TC zum richtigen Frame garantiert.

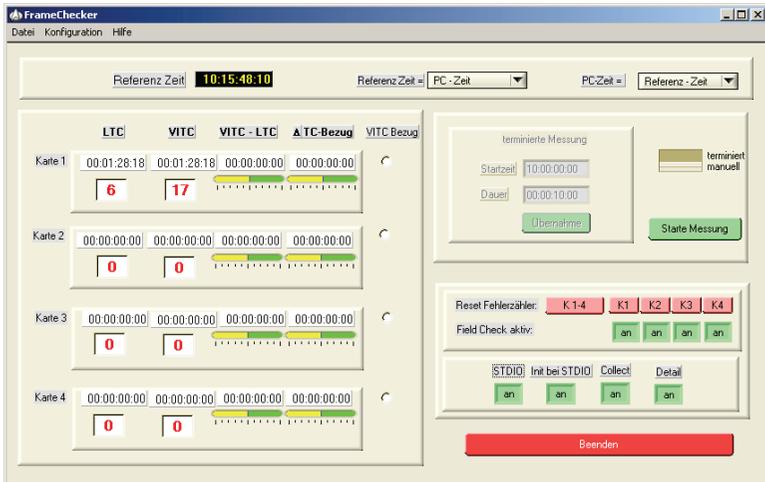


Abbildung 2: Screenshot Framechecker

3.4. Streamanalysor

Optimal für die Beurteilung einer Echtzeitübertragung ist, wenn das verwendete Übertragungsprotokoll selbst Informationen über die Qualität der Übertragung liefern kann. Im MPEG bzw. RTP-Datenstrom sind hierzu z. B. Zeitinformationen eingebettet, die sich mit geeigneten Werkzeugen auslesen lassen. Streamanalytoren werten diese aus und bewerten die Übertragung z.B. nach MOS- oder MDI-(Media Delivery Index [RFC06])-Verfahren.

4. Zusammenfassung

Die Übertragung von senderelevantem Live-Material über heute verfügbare Netzwerkstrukturen stellt unterschiedliche Anforderungen an die Übertragungswege. Die von den Applikationen geforderten Qualitätsmerkmale konkurrieren zum Teil direkt miteinander und müssen über die gesamte Strecke geschützt werden.

Je nach Aufgabenstellung bieten sich unterschiedliche Messverfahren zur Analyse an, um die Einhaltung dieser Qualitätsmerkmale nachzuweisen und eine Live-Berichterstattung betriebssicher zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- [May06] Mayah Communications (2006)
 URL: <http://www.mayah.com/support/highlights8-06d.htm>,
 22.07.2008
- [RFC06] IETF RFC 4445 : A Proposed Media Delivery Index (MDI)
 URL: <http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=4445>,
 28.07.2008

Susanne Naegele-Jackson, Peter Holleczek

Verteilte Interaktive TV-Produktion

1. Einführung

Bei verteilten interaktiven Videoproduktionen für den professionellen Studio- und Rundfunkbereich sind vor allem zwei Eigenschaften von Belang: Zum einen ist eine hohe Videoqualität an sich erforderlich; zum anderen ist durch die interaktive Produktion in Echtzeit vorgegeben, dass die Latenz der Übertragung der Audio- und Videosignale möglichst gering ausfallen muss, um auf spontane Ereignisse in Echtzeit reagieren zu können. Leider konkurrieren diese beiden Eigenschaften gegeneinander: Um bei Videoübertragungen hohe Qualität gewährleisten zu können, ist es von Vorteil, wenn mehr Zeit für die Übertragung zur Verfügung steht, um etwaige Schwankungen im Netzverkehr ausgleichen zu können, auf der anderen Seite aber behindert jede zusätzliche Verzögerung während der Übertragung die Latenzanforderungen bei interaktiven Anwendungen. In den folgenden Abschnitten wird genauer erläutert, wie Netzverhalten, Latenz und Qualitätsansprüche bei interaktiven TV Produktionen gegeneinander abgewogen werden müssen.

2. Videoqualität und Latenz

Bei verteilten interaktiven TV-Produktionen ist das Produktionsumfeld typischerweise insofern verteilt, dass Kameras und Mikrofone Signale liefern, die aber nicht an Ort und Stelle aufgezeichnet werden, sondern zunächst über ein Netzwerk in ein Studio und zum Regisseur übermittelt werden. Dadurch entsteht eine Interaktion zwischen Studio- und Kamerapersonal und es wird ein spontaner Austausch von Regieinstruktionen über die Netzinfrastruktur erforderlich. Eine solche Interaktion sollte laut ITU-T Recommendation G.114 [Itu114] 150 ms an Latenz in einer Richtung nicht überschreiten, weil sonst ein interaktiver Austausch nicht mehr als in Echtzeit empfunden wird: Die Konversation wird bei größerer Latenz gestört durch gegenseitiges Unterbrechen und Überlagerung von Sätzen, da die Reaktionen der Gegenseite nur sehr verzögert wahrgenommen werden können. Dies führt nicht nur zu Missverständnissen, sondern ist auch für einen auf Spontaneität angewiesenen Produktionsablauf äußerst hinderlich (Abbildung 1) [Nae05].

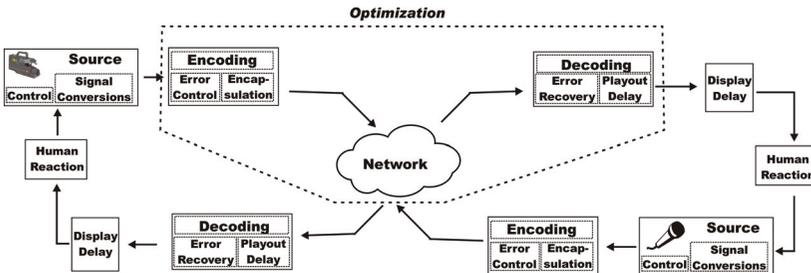


Abbildung 1: Interaktive verteilte TV-Produktion (Quelle: Eigene Darstellung)

2.1. Qualität und Latenz bei komprimiertem Video

Diese Latenz wird bereits beim Sender entscheidend beeinflusst: Hier muss bestimmt werden, ob für die für die TV-Produktion erforderlichen Kamerasignale und Audiosignale eine ausreichend gute Netzwerkinfrastruktur zur Verfügung haben, um den hohen Bandbreitenansprüchen gerecht werden zu können. Da Audiosignale oftmals im Video eingebettet übertragen werden können, fallen in erster Linie dabei Videosignale ins Gewicht: Ein unkomprimiertes Standard Definition (SD) Videosignal benötigt 270 Megabit/s an Bandbreite, bei High Definition (HD) Video in unkomprimierter Form beläuft sich die Datenmenge einer Kamera sogar auf 1.5 Gigabit/s.

Da diese hohen Bandbreitenanforderungen oft nicht erfüllt werden können, werden Videosignale für verteilte TV-Produktionen auch komprimiert. Die Komprimierung wird dadurch erreicht, dass komplexe Algorithmen angewendet werden, um die Daten beim Sender zu kodieren und dann nach erfolgreicher Übertragung beim Empfänger zu dekodieren. Dies kann je nach Kodierungsmethode nicht nur einen Verlust an Qualität nach sich ziehen, sondern die Komplexität der Komprimierungsalgorithmen führt auch dazu, dass sich die Latenz zwischen Sender und Empfänger zum Teil erheblich vergrößert.

Die folgende Abbildung zeigt auf, wie sich in einer doppelt blinden Studie Komprimierung und Bandbreite auf das Qualitätsempfinden ausgewirkt haben.

Grundlage dieser Studie zwischen der Universität Erlangen-Nürnberg und der Ludwig-Maximilians-Universität München war eine endoskopische

Videsequenz von 60 Sekunden Länge, die 27-mal variiert wurde, was Komprimierungsformate und Bitraten betraf. Vierzehn Experten der endoskopischen Abteilungen beider Universitäten beurteilten dann diese Sequenzen im Hinblick auf Interferenzen, Auflösung, Artefakte und allgemeine Bildqualität und ob bei dem vorgegebenen Material noch eine medizinische Diagnose möglich wäre [Nae06b].

Die Videosequenzen wurden u.a. mit dem Standard MPEG-2 [4:2:2] bei 40 Megabit/s kodiert, der auch noch in einer Studioumgebung verwendet werden kann. Produziert wurden die MPEG Sequenzen mit einem Tektronix M2-T300 Video Edge Device [Nae06b] im Format *I-Frames only*, das bei der Komprimierung die geringste Latenz erfordert. Insgesamt lieferten die Videosequenzen die Formate MPEG-2 [4:2:2] bei Bandbreiten zwischen 8 und 40 Megabit/s, MPEG-2 mit Abtastung [4:2:0] zwischen 4 und 15 Megabit/s, MPEG-1 bei 1.5 und 3 Megabit/s und M-JPEG bei 15 Megabit/s¹. Bei der Produktion der Videosequenzen waren jeweils Encoder und Decoder direkt miteinander verbunden, ohne dass zusätzliche Störungen über ein Datennetz hätten Einfluss auf die Videoqualität nehmen können.

Bei der Untersuchung der Videosequenzen zeigte sich, dass sowohl Komprimierungsverfahren als auch die dabei verwendeten Bitraten einen entscheidenden Einfluss auf die allgemeine Videoqualität haben können: MPEG-2 mit Abtastrate [4:2:2] und 40 Megabit/s Bandbreite wurde wiederholt als Optimum erkannt. Ein kontinuierlicher Abfall der Bildqualität wurde für MPEG-2 [4:2:2] von 40 Megabit/s bis 8 Megabit/s und für MPEG-2 [4:2:0] zwischen 15 Megabit/s und 4 Megabit/s beobachtet (Abbildung 2).

¹ Die M-JPEG Sequenzen wurden mit CellStack Classic Codecs [Nae06b] produziert.

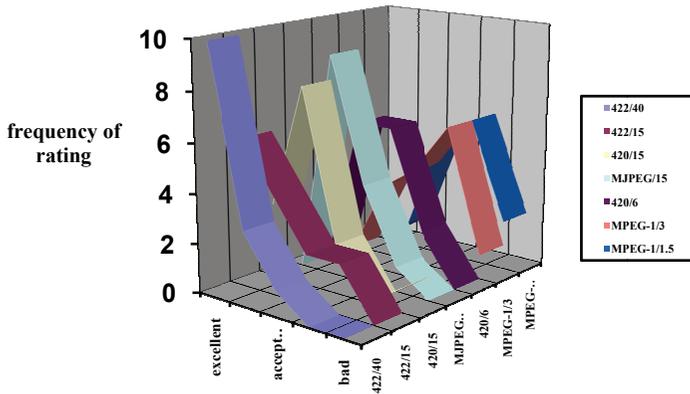


Abbildung 2: Bewertung der allgemeinen Bildqualität bei unterschiedlichen Komprimierungsformaten und Bandbreiten (Quelle: Eigene Darstellung)

Wenn man nun untersucht, inwieweit sich die gewählten Bandbreiten und Komprimierungsverfahren auch auf die Latenz auswirken, so stellt man zum Beispiel bei demselben Tektronix Codecpaar fest, dass die Komprimierungsdelays direkt davon abhängig sind, wie viel Bandbreite zur Verfügung steht (Tabelle 1): Bei MPEG-1 brauchten die Codecs 365 ms für das Komprimieren und Dekomprimieren eines Videos bei einer Bandbreite von 3 Megabit/s; sobald nur 1.5 Megabit/s für die Komprimierung zur Verfügung standen, benötigte die Kodierung 720 ms für dasselbe Video. Vergleichbar dazu verhält es sich auch in den MPEG-2 Fällen. Darüber hinaus ist die Komplexität des Komprimierungsverfahrens entscheidend: Im einfachsten Fall bei *I-Frames only* ist die Komprimierungslatenz am geringsten. Werden dagegen kompliziertere Verfahren gewählt wie z.B. *IP-7* (Verfahren mit Predictive Frames zur Ausnützung von temporaler Redundanz [Nae06b]) oder *IBBP-15* (Verfahren mit Bidirectional und Predictive Frames zur Ausnützung von bidirektionaler temporaler Redundanz zwischen einzelnen Frames), so steigt die Latenz erheblich, selbst wenn sonst dieselbe Menge an Bandbreite zur Verfügung steht.

Komprimierungsformat	Verfahren	Bandbreite	Latenz
MPEG-1	I-Frames only	3 Megabit/s	365 ms
MPEG-1	I-Frames only	1.5 Megabit/s	720 ms
MPEG-2 [4:2:0]	I-Frames only	15 Megabit/s	240 ms
MPEG-2 [4:2:0]	I-Frames only	4 Megabit/s	285 ms
MPEG-2 [4:2:2]	I-Frames only	40 Megabit/s	200 ms
MPEG-2 [4:2:2]	IP-7	40 Megabit/s	310 ms
MPEG-2 [4:2:2]	IBBP-15	40 Megabit/s	400 ms

Tabelle 1: Komprimierungsformate, Bandbreiten und Komprimierungslatenz

Gemessen wurde die Latenz dabei mit folgendem Testaufbau (Abbildung 3):

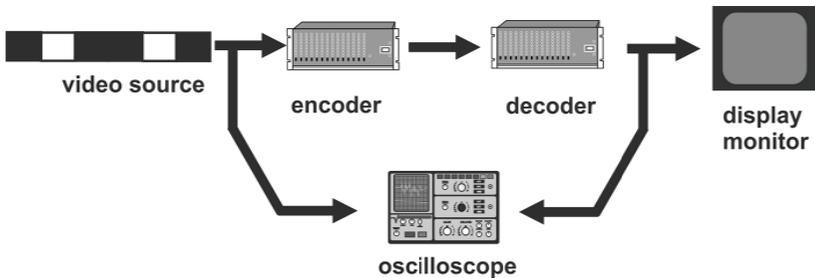


Abbildung 3: Messung der Komprimierungslatenz

Ein Fast Silver 601 [Fas99] Schnittsystem generierte eine alternierende Sequenz von schwarzen und weißen Bildern, wobei die schwarzen Frames jeweils für 5 Sekunden zu sehen waren; danach folgte eine Sekunde mit weißen Frames. Diese Schwarz-Weiß-Sequenz wurde als FBAS Videosignal an ein Tektronix 2220 Oszilloskop [Tek86] angelegt. Gleichzeitig diente diese Schwarz-Weiß-Sequenz aber auch als Eingangssignal für den Encoder. Der Encoder komprimierte die Sequenz und leitete das komprimierte Signal direkt an den Decoder, wo das Signal sofort wieder dekodiert und anschließend auf einen zweiten Eingangskanal am Oszilloskop geführt wurde. Ein Kontrollmonitor zeigte an, dass nach der Komprimierung und Dekodierung in der Tat wieder ein gültiges Videosignal entstanden war. Der Wechsel von

Schwarz auf Weiß in der Videosequenz führte zu einem Amplitudenwechsel auf beiden Kanälen des Oszilloskops. Der Phasenunterschied der beiden Amplituden repräsentierte dabei die entstandene Komprimierungslatenz.

2.2. Qualität und Latenz bei unkomprimiertem Video

Um Komprimierungslatenz zu vermeiden, empfiehlt es sich bei interaktiven Anwendungen mit unkomprimierten Audio- und Videosignalen zu arbeiten. Gleichzeitig werden bei unkomprimierten TV-Produktionen Qualitätsverluste durch verlusterzeugende Komprimierungsalgorithmen vermieden. Da im Gegensatz zu MPEG-Verfahren keine temporalen Redundanzen zwischen einzelnen Frames ausgewertet werden, können sich Übertragungsfehler auch nicht fortpflanzen. Unkomprimierte Signale werden vor der Übertragung einfach Bild für Bild auf die entsprechenden Netzübertragungseinheiten (Pakete, Zellen) adaptiert und anschließend die Nutzdaten auf der Empfängerseite wieder zur Verfügung gestellt. Der einzige Nachteil entsteht durch die großen Datenmengen, die bei unkomprimierten Übertragungen durch das Netz transportiert werden müssen und die wiederum deutlich zu Beeinträchtigungen im Ablauf führen können. Bei Engpässen muss mit größerer Übertragungslatenz und Netzjitter gerechnet werden, was die Videoqualität nachhaltig beeinflussen kann, vor allem wenn durch zu große Latenzschwankungen Daten zu spät am Empfänger ankommen, um noch verwertbar zu sein und so Informationsverluste entstehen. Bemerkbar werden dadurch vor allem Synchronisationsfehler und auch Tonstörungen bei eingebettetem Audio.

Um solchen Jittereinwirkungen über das Netz entgegenwirken zu können, werden digitale Videosignale oftmals in Verbindung mit auf Redundanz-basierenden Algorithmen zur Fehlerkorrektur eingesetzt, sogenannte Forward Error Correction (FEC) Mechanismen. Durch Hinzufügen der redundanten Daten in günstiger Anordnungsreihenfolge zwischen Paketen mit Nutzdaten gelingt es, Fehlerbursts unterschiedlicher Länge am Empfänger ausgleichen zu können. Welcher Fehlerkorrekturmechanismus zum Einsatz kommen sollte, ist abhängig von der jeweiligen Dienstgüte des Netzes. Aber auch hier schlagen komplexe Korrekturalgorithmen mit langen Latenzzeiten zu Buche, vor allem, wenn sehr große Fehlerbursts noch korrigierbar sein sollen: Der Cx1000 Adapter der Firma Path1 [Pat03] bietet zum Beispiel doppelte und partielle FEC Algorithmen für die Übertragung von unkomprimiertem SDI (Serial

Digital Interface) Video über Gigabit Ethernet an, wobei ein doppelter FEC Mechanismus volle Redundanz erzeugt und jedes Datenpaket zweifach produziert und damit die Bandbreite verdoppelt; bei einem partiellen Algorithmus hingegen lässt sich die gewünschte Redundanz zwischen 6% und 50% Overhead einstellen. Bei beiden Methoden können zusätzlich noch die Längen der Fehlerbursts eingestellt werden, d.h. die Anzahl der Pakete, die hintereinander verloren gehen können oder die in falscher Reihenfolge angeordnet sein können, sodass trotzdem noch das Video korrekt wiederhergestellt werden kann. In der folgenden Tabelle (Tabelle 2) werden Fehlerburstgrößen z.B. von 32 und 1024 Paketen betrachtet; bei partiellen FECs wird zusätzlich noch ein Bandbreitenoverhead von 10% bzw. 25% betrachtet². Dabei zeigt sich, dass durch diese Fehlerkorrekturmechanismen ganz erhebliche Latenzzeiten auftreten können, mitunter sogar im Bereich von mehreren 100 ms und weit über die 150 ms Grenze der ITU-T Empfehlung hinaus:

FEC Verfahren	Ohne FEC	DBL 32	DBL 1024	PT 32-10	PT 32-25	PT 1024-10	PT 1024-25
Adapationslatenz [ms]	1.8	2.8	80	12.2	4.8	440	180
Bandbreite [Mbps]	295.7	591.3	591.3	325.2	369.6	325.2	369.6

Tabelle 2: Latenz und Bandbreitenanforderungen für verschiedene Fehlerkorrekturverfahren

² Die Angabe PT1024-10 bedeutet zum Beispiel, dass es sich um einen partiellen FEC handelt mit Fehlerburstgröße von 1024 Paketen und einem Bandbreitenoverhead von 10%. Die Angabe DBL 32 beschreibt z.B. einen doppelten FEC-Algorithmus mit 32 Paketen als Fehlerburstgröße.

2.3. Qualität und Latenz im Netzverkehr

Für verteilte interaktive TV-Produktionen ist eine Optimierung der Videoqualität bei gleichzeitiger Minimierung von Latenz zwischen Sender und Empfänger erforderlich. Eine solche Optimierung kann zum Beispiel erreicht werden, wenn Audio- und Videosignale unkomprimiert übertragen werden können und gleichzeitig die Übertragungskanäle über das Netz die erforderliche Dienstgüte aufweisen, sodass Fehlerkorrekturverfahren auf ein Minimum reduziert werden können und interaktive Elemente der Anwendung innerhalb der vorgegebenen 150 ms in einer Übertragungsrichtung durchgeführt werden können. Dies ist umso wichtiger, je weiter Sender und Empfänger voneinander getrennt sind, da ja auch die reine Signallaufzeit von ca. 200.000 m/s mit einberechnet werden muss.

Da bei *best-effort*-IP-Netzen keinerlei Dienstgütegarantien gegeben werden können, empfiehlt es sich, hochqualitative interaktive Anwendungen über Netze zu übertragen, die Übertragungsprotokolle zur Verfügung stellen, die die QoS-(Quality of Service)-Anforderungen dieser speziellen Anwendungen erfüllen können. Dazu zählen zum Beispiel Netze, die auf ATM-(Asynchronous Transfer Mode)-Technik basieren und daher in der Lage sind, einzelne Verkehrsströme bevorzugt und komplett isoliert von anderen Anwendungen zu übertragen [Nae06a]. Denkbar sind auch rein optische Netze, wo jedem Videosignal eine eigene Wellenlänge zugeordnet werden kann, sodass keinerlei konkurrierender Verkehr Einfluss nehmen kann.

3. Beispiel aus der Praxis: Verteilte Interaktive TV-Produktion („Uni-TV“)

An der Universität Erlangen-Nürnberg werden seit 1999 regelmäßig Vorlesungen der Reihe *Collegium Alexandrinum* in einem verteilten interaktiven Verfahren über das Netz online in Echtzeit produziert. Dabei handelt es sich um eine verteilte Anwendung, wo Kameras und Mikrofone in einem Hörsaal in Erlangen platziert sind, die Schnitthanweisungen aber aus dem Studio im Institut für Rundfunktechnik (IRT) von einem Regisseur des Bayerischen Rundfunks aus München kommen. Die fertigen Produktionen werden vom Bayerischen Rundfunk auf Bayern Alpha in der Reihe Alpha Campus regelmäßig ausgestrahlt. Die Übertragungstrecke basiert auf ATM-Technik wobei jedem der drei Kamerasignale die entsprechenden Dienstqualitätsparameter zugeordnet werden können. Das interaktive Element der

Anwendung besteht bei diesem Beispiel aus der Praxis nicht nur darin, dass Kamerapersonal und Regisseur interaktiv kommunizieren, sondern rührt auch daher, dass die Kameras durch die hervorragende QoS des Netzes und durch die Vermeidung von Komprimierungsalgorithmen mit Fernsteuerung bedient werden können. Durch die unkomprimierte Übertragung von drei Kamerasignalen und diversen Regie- und Kontrollbildern fallen insgesamt ca. 1.2 Gbps an Bandbreitenvolumen an (Abbildung 4).

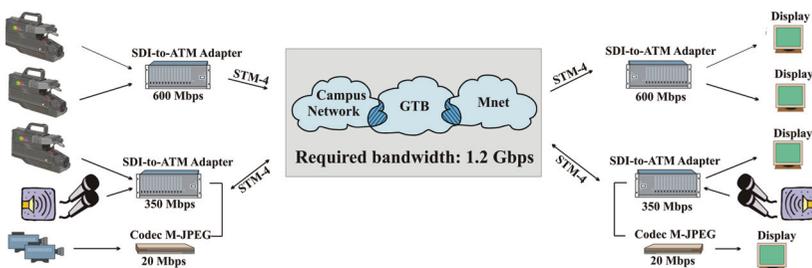


Abbildung 4: Adapter und Übertragungsvolumen der verteilten interaktiven TV-Produktion

Messungen über die Übertragungsstrecke haben ergeben, dass nur sehr geringe Latenzvariationen zu beobachten sind [Nae06b]. Intervalle zwischen Zellen betragen $5.97 \mu\text{s}$ bei einem kontinuierlichen Datenstrom von 298.12 Megabit/s. In einer zweiten Messkonfiguration wurde ein zweiter Zellstrom in gleicher Größe mit übertragen. Das STM-4-ATM-Interface hatte damit eine komplette Last von 99.54% der Interface-Kapazität. Trotzdem wurden nur Intervallzeiten zwischen den Zellen von $48.46 \mu\text{s}$ im ersten Strom und $48.52 \mu\text{s}$ im zweiten Strom gemessen.

4. Ausblick

Nachdem ATM-Netzkomponenten trotz ihrer einzigartigen Quality of Service Unterstützung mittlerweile fast vollständig vom Markt verschwunden sind, bleibt für die Zukunft für interaktive TV Produktionen nur die Möglichkeit, z.B. mit eigens dafür vorgesehenen optischen Links die entsprechende Dienstqualität zu erzielen. Leider bedeutet dies z. Zt., dass hohe Vorlaufzeiten für die Netzinfrastruktur notwendig sind. Ad-hoc-Schaltungen als Reaktion auf plötzlich eintretende Ereignisse können somit nicht spontan realisiert werden, sondern TV-Produktionen müssen sich darauf beschränken, dass von fest

vorgelegten Plätzen mit den entsprechenden Netzanbindungen übertragen wird. Der Trend für die Übertragung solcher hochqualitativer interaktiver Anwendungen über optische Links wird unterstützt durch neue Adaptionsverfahren, die ein SD- bzw. HD Videosignal direkt auf eine Faser auflegen können, so dass die Signale weder komprimiert noch in Datenpakete oder ATM-Zellen eingebettet werden müssen. Ausschlaggebend für die Dienstqualität sind dann vorrangig physikalische Eigenschaften wie die Längen der Signallaufstrecken und die Stärke des Lichtsignals.

Literaturverzeichnis

- [Fas99] Fast Silver 601 (SIX-O-ONE) Editing System, Version 1.00 Revision 1 (Software 2.55), Fast HW Version Silver.V.1.2, Silver Driver Version 2.005 Build 15, FAST Multimedia AG, 1999, <http://www.pinnaclesys.com>.
- [Itu114] ITU-T G.114, "Transmission Systems and Media: General Characteristics of International Telephone Connections and International Telephone Circuits. One-Way Transmission Time", February 1996.
- [Nae05] Naegele-Jackson S., Kresic D., Specification-Based Analysis of End-To-End Delay for a Distributed Real-Time Television Production, Proc. 3rd Int. Conf. on Advances in Mobile Multimedia (MoMM 2005), 19-21 Sept. 2005, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 97-106.
- [Nae06a] Naegele-Jackson S., Holleczeck P., Reinwand J., Multi-Layer Performance Measurements over Optical Testbeds and QoS Provisioning for High-Bandwidth Video Applications, 2nd IEEE/CreateNet Int. Workshop on Guaranteed Optical Service Provisioning (GOSP 2006), San Jose, CA, USA, Oct. 1-5, 2006.
- [Nae06b] Naegele-Jackson S., Network QoS and Quality Perception of Compressed and Uncompressed High-Resolution Video Transmissions, Dissertation, University of Erlangen-Nuremberg, Germany, 2006, Online im Internet: URL: <http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2006/483/index.html>.
- [Pat03] Path1 Network Technologies, "Cx1000 Forward Error Correction", Path1 Network Technologies, Inc., San Diego, CA, February 1, 2002, Online im Internet: <http://www.path1.com>.
- [Tek86] Tektronix 2220 60 MHz Digital Storage Oscilloscope Rev. Nov. 1986.

Christoph Kloth, Christian Merten

Neue integrierte und automatisierte Nachrichtenproduktion bei N24

1. Das Projekt „N24plus“

Im Rahmen des groß angelegten Projektes „N24plus“ soll N24 im Oktober 2008 innerhalb Berlins an den Potsdamer Platz umziehen und durch den Einsatz einer neuen integrierten, IT-basierten Produktionslandschaft zu einem führenden Nachrichtensender in Europa ausgebaut werden. Dieser Beitrag zeigt konkrete Veränderungen in den Arbeitsprozessen von N24 auf und skizziert die Herausforderungen und Lösungen bei Planung und Realisierung des Projektes unter Verwendung eines prozessorientierten Modellierungsansatzes. Im Mittelpunkt stehen die prozessbezogene und technische Integration sowie die umfassende Automatisierung von Metadaten- und Essenceflüssen und die Einführung einer Computer-unterstützten Regie.

2. Prozessoptimierung

Der lokale Umzug von N24 an den Potsdamer Platz bietet die einmalige Chance eines Neuanfangs, bei dem eigene bewährte Arbeitsabläufe und Technologien übernommen und technische Altlasten über Bord geworfen werden können. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Neuanfangs ist der konsequente Übergang in eine integrierte, rein filebasierte Produktionsweise. Diese neue Arbeitsweise wurde bereits in früheren Projekten der ProSiebenSat.1 Produktion für die „Aktuelle Produktion“ spezifiziert und in den Teilbereichen der filebasierten Archivierung und des filebasierten Ingests erfolgreich umgesetzt [Gar07]. Mit dem Projekt „N24plus“ folgen nun die vollständige Integration des Newsrooms und damit die Optimierung vieler Arbeitsprozesse. Begleitet wird dies von einer Umstellung des Sendeformates auf 16:9 und der Vorbereitung der Infrastruktur für HD. Neben den Nachrichten und Magazinen von N24 profitieren davon auch die Nachrichtensendungen von Sat.1, ProSieben und kabel eins, welche künftig ebenfalls am Potsdamer Platz produziert werden.

2.1. Recherche und Planung

Ausgehend von einem neuen Redaktions- sowie einem neuen Produktionssystem, welche zur Schaltzentrale der Nachrichtenproduktion für die Redakteure werden sollen, werden in den unterschiedlichsten Bereichen neue Arbeitsabläufe eingeführt. Die Redakteure erhalten über das Redaktionssystem die Möglichkeit, Sendungen und Beiträge zu planen sowie über Agenturmeldungen, im gesamten Videomaterial auf der Produktionsplattform, im Archiv und über diverse andere Quellen zu recherchieren.

2.2. Schnitt und Grafik

Aus dem Redaktionssystem heraus lässt sich das in der Recherche zusammengestellte Material direkt in den LowRes-Schnitt übernehmen, welcher künftig zusammen mit der Vertonung ein neuer Bestandteil der redaktionellen Arbeit direkt am Arbeitsplatz sein wird. Für komplexere Produktionen stehen weiterhin drei HiRes-Schnittplätze zur Verfügung. Einfache Grafiken werden nicht mehr für jeden Beitrag und jeden Sender separat erstellt, stattdessen werden senderspezifische Templates genutzt, die vom Redakteur mit den nötigen Metadaten gefüllt und in Echtzeit während der Sendung im Design des jeweiligen Senders erzeugt werden.

2.3. Senderegie

Im Anschluss an die Planung der Sendung und die Erstellung der Beiträge soll die Sendung über eine „Computer-unterstützte Regie“ (CUR) gefahren werden. Die CUR übernimmt sämtliche Daten aus dem Rundown der geplanten Sendung und ermöglicht über die Nutzung von Templates die einfache und automatische Ansteuerung von Kamerapositionen, Grafiken und anderen Sendeelementen, so dass auch eine Live-Sendung von nur zwei Personen aus der Regie heraus gesteuert werden kann.

3. Systemarchitektur

Im Projektverlauf fiel Anfang des Jahres auf Basis der Analyse und Bewertung der N24 Redaktion und des technischen Projektteams der ProSiebenSat.1 Produktion die Entscheidung zugunsten einer Systemarchitektur, die auf den drei folgenden Kernkomponenten basiert: Als Redaktionssystem wurde NCPower von der Firma NorCom, als Produktionssystem Sonaps in

Verbindung mit den Schnittclients XPRi NS und XPRi NS Proxy von der Firma Sony und als Senderegie die Newscast Automation der Firma MOSArt Medialab ausgewählt. Die Studioteknik setzt sich aus Systemen unterschiedlichster Hersteller zusammen und wird von der Firma MCI realisiert. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der Systemarchitektur von N24. Auf die genannten Kernkomponenten sowie die Integration in die bestehende Systemlandschaft von ProSiebenSat.1 wird im Folgenden etwas näher eingegangen.

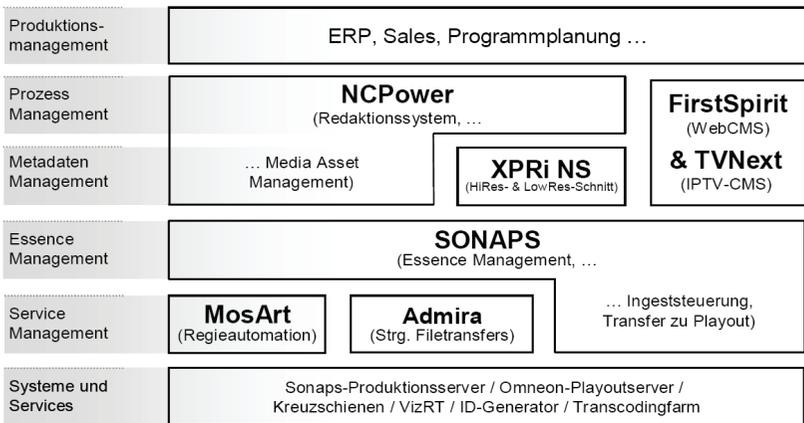


Abbildung 1: Systemarchitektur N24 (Eigene Darstellung)

3.1. Redaktionssystem: NCPower

Das Redaktionssystem NCPower wird neben dem Schnitt-Client das Hauptwerkzeug der Redakteure, in welchem die Planung und Recherche für Beiträge und Sendungen stattfindet. In NCPower wird die Forderung verwirklicht, die meisten relevanten Funktionen für die Redaktion in einer graphischen Oberfläche zu vereinen. Das beinhaltet eine enge Integration insbesondere hin zur Produktionsplattform Sonaps und zur Regieautomation von MOSArt über das MOS-Protokoll. So wird es beispielsweise möglich, Material, welches sich auf Sonaps befindet, unmittelbar über NCPower zu recherchieren, zu browsen und aus NCPower heraus im Schnitt-Client XPRi NS Proxy zu öffnen. Neu erstellte Beiträge werden an NCPower gemeldet und können so direkt in einen Rundown übernommen oder von anderen Redakteuren gefunden und bei Bedarf weiterbearbeitet werden. In einer

späteren Ausbaustufe soll NCPower auf Basis der Schnittinformationen (EDL) das Rechtemanagement übernehmen. Mit der Regieautomation tauscht NCPower synchron den Rundown und sämtliche darin enthaltenen Informationen wie Secondary Events aus, d.h. aus dem Rundown in NCPower ist auch immer der aktuelle Sendestatus ersichtlich.

3.2. Produktionssystem: Sonaps

Die Produktionsplattform Sonaps übernimmt das Essence-Management für das aktuelle HiRes- und LowRes-Material. Das beinhaltet die Ingest-Steuerung für leitungs- und bandbasiertes Material sowie den filebasierten Ingest von Agenturmaterial, Archivmaterial und User Generated Content sowie den filebasierten Export von Material ins Archiv, zum WebCMS von N24.de und zu anderen Distributionskanälen. Die Redakteure arbeiten auf Sonaps mit den LowRes-Editor XPRi NS Proxy. An den HiRes-Stationen kommt XPRi NS zum Einsatz. Da es sich bei LowRes- und HiRes-Editor prinzipiell um dieselbe Software mit dem gleichen Funktionsumfang handelt, können alle Projekte an allen Plätzen bearbeitet werden. Bei den LowRes-Editoren übernehmen zentrale Server das Rendering der Effekte und das finale Erzeugen der neuen Beiträge.

Neben dem Austausch der zu den Essenzen gehörenden Metadaten erfolgt zwischen NCPower und Sonaps auch der synchronisierte Austausch des Rundowns. Anhand der Rundowns kann aus Sonaps heraus eine Zuordnung fertiger Beiträge zu Platzhaltern im Rundown von NCPower erfolgen. Die Clips zu den Beiträgen eines aktiven Rundowns werden von Sonaps automatisch auf den Playoutserver transferiert.

3.3. Studios

Am Potsdamer Platz sind für N24 zwei Studios und mehrere kleinere Sets vorgesehen. In Studio 1 (siehe Abbildung 2) werden alle Live-Anteile von N24 produziert. Es handelt sich dabei um ein gläsernes Studio mit Tageslicht, woraus sich besondere Anforderungen an Licht und Kameratechnik ergeben. Das Studio 2 ist ein klassisches Studio ohne Tageslicht und dient der Produktion der Nachrichtensendungen für Sat.1 und ProSieben sowie der Aufzeichnung von Vorproduktionen für N24. Zu diesem Zweck kommt ein virtuelles Set mit VizRT und Cinneo zum Einsatz. Darüber hinaus sind eigene Sets für kabel eins und die Online-Auftritte sowie die Anbindung von

Außenstandorten am Potsdamer Platz vorgesehen. Wo immer möglich, kommen in den Studios Robotik-Kameras und automatische Lichtsteuerungen zum Einsatz, die sich aus der Senderegie heraus steuern lassen.



Abbildung 2: Entwurf des gläsernen Studio 1 (Stand: 25.07.2008, Quelle: N24)

3.4. Senderegie: Newscast Automation

Das Herzstück der Senderegie – der „Computer-unterstützten Regie“ – ist die Newscast Automation von MOSArt Medialab, welche über eine sehr enge, bidirektionale Integration über MOS zum Redaktionssystem NCPower verfügt. Über die Newscast-Automation erfolgt die zentrale Steuerung aller in der Regie und im Studio eingesetzten Komponenten. Dazu gehören der Playout-Server von Omneon, der Bildmischer Sony MVS-8000, der Yamaha-Audiomischer, das VizRT-Graphiksystem, die Cinneo-Kamerarobotik, die ETC Lichtenanlage und das Kreuzschienensystem von Broadcast Solutions. Die Integration dieser Systeme erfolgt über offene Schnittstellen, so dass keine zusätzlichen Anpassungen erforderlich waren. Die Architektur der CUR ist auch für Extremsituationen ausgelegt, in denen besonders schnell und flexibel auf bestimmte Ereignisse reagiert werden muss. Die Automation kann auch dann senden, wenn nur Fragmente eines Rundowns vorliegen, zum Beispiel weil der Rundown über das Newsroomsystem „in Echtzeit“ bestückt wird.

3.5. Integration umliegender Systeme

Neben den bereits aufgeführten Systemen erfolgt im Rahmen des Projektes auch die Integration weiterer Applikationen, um Synergien innerhalb der ProSiebenSat.1 Group nutzen zu können. Beispielsweise erfolgt die Anbindung an das unternehmenseigene Sendeplanungstool, den zentralen Material-ID-Generator, das Musikarchiv und ein SAP-basierendes Bestellsystem. Hierbei wird weitestgehend auf offene Schnittstellen wie XML und SOAP zurückgegriffen. Die Integration zwischen NCPower und den umliegenden Systemen wird maßgeblich von IBM unterstützt.

4. Automatisierung

Automatisierung spielt in der Fernsehproduktion im Bereich der synchronen Maschinensteuerung schon seit geraumer Zeit eine wichtige Rolle. Mit den konvergenten Entwicklungen in der Branche [KK05] und den komplexer werdenden Systemlandschaften wird die Automatisierung darüber hinaus ein immer wichtigeres Mittel zur Reduktion der Komplexität für den Anwender. [LM98] Mit der Automatisierung werden Routineaufgaben von Maschinen übernommen. Damit können sich die am Produktionsprozess beteiligten Personen auf die wesentlichen – also organisatorischen, inhaltlichen und kreativen – Tätigkeiten konzentrieren.

Bei der Automatisierung ist zu unterscheiden zwischen der Automatisierung von Materialfluss und Logistik, d.h. der Steuerung von Essence- und Metadatenflüssen, und der Automatisierung einzelner Prozessschritte, wie beispielsweise die Maschinensteuerung in der Regie. [Krä02] In Studioproduktionen sind beide Ansätze relevant, der erste dient der Vorbereitung aller Elemente, die nicht live gesendet werden, der zweite kommt bei der Komposition der vorgefertigten Elemente mit Moderationen, Interviews etc. zur fertigen Sendung zum Einsatz.

4.1. Essence- und Metadatenfluss

Der vorgesehenen Automatisierung geht die Grundanforderung der Redakteure voraus, das für die Produktion benötigte Material (Video-, Audio- und Grafik-Essenzen, Texte und sonstige Informationen) einfach und schnell zu finden und es – auch ohne die Kenntnis technischer Details – mit den für

den jeweiligen Prozessschritt erforderlichen Werkzeugen verarbeiten zu können.

Das schnelle und unkomplizierte Auffinden von Material setzt das Vorhandensein geeigneter Metadaten voraus. Dabei ist entscheidend, dass sämtliche Metadaten in dem Augenblick verfügbar sind, in dem sie entstehen. In manuellen Workflows werden Metadaten oft nur im Nachgang und teilweise ungenau oder fehlerbehaftet erfasst. Die Automatisierung kann an dieser Stelle unterstützen, indem aus der Bearbeitung entstehende Metadaten über den gesamten Lebenszyklus des Materials mitgeführt und in geeigneter Form ausgewertet werden. Beispielsweise können die bislang manuell zusammengestellten Herkunftsnachweise (Liste der in einem Beitrag verwendeten Rohmaterialien inkl. Rechtesituation) viel schneller und korrekter aus der vom Schnittclient erzeugten Schnittliste (EDL) generiert werden. Über die Arbeit mit Referenzierungen auf das Quellmaterial lassen sich zudem auch dynamische Rechteveränderungen berücksichtigen. In ähnlicher Weise kann die Dokumentation von Sendemitschnitten für die Archivierung vereinfacht werden, indem die Informationen aus dem Rundown automatisch mit dem Mitschnitt sowie dem verarbeiteten Rohmaterial verknüpft werden. Werden zum Beispiel Personen in einem Beitrag über den Text in einer Bauchbinde beschrieben, so ist es über diese automatische Verknüpfung möglich, schnell und präzise sowohl den betreffenden Beitrag als auch das Quellmaterial anhand dieser Information ausfindig zu machen. Des Weiteren ist in diesem Kontext vorgesehen, über die Auswertung der Rundowns und der EDLs zu zählen, wie oft Material gesendet wurde. Dies ermöglicht zum einen die erforderliche Kontrolle, falls Material nur in einer begrenzten Anzahl von Sendungen (je Distributionskanal) verwendet werden darf, kann aber zum anderen auch Aufschluss darüber geben, ob zu oft gesendetes Material gegen Neues ausgetauscht werden sollte.

Das Bearbeiten von Material ohne technische Detailkenntnis bedeutet, dass gefundenes Material – unabhängig vom physikalischen Speicherort – einfach im gewünschten Werkzeug, z.B. dem LowRes-Schnittclient, geöffnet und verarbeitet werden kann. Damit dies möglich ist, werden die Essenzen schon beim Ingest automatisch in die richtigen Formate transcodiert und anschließend auf den Produktionsspeicher transferiert. In einer folgenden Projektphase soll es möglich sein, im LowRes-Schnitt unmittelbar mit Archivmaterial zu arbeiten. Sobald der Beitrag fertig gestellt ist, wird das

Produktionssystem im Hintergrund die fehlenden HiRes-Essenzen timecodegenau aus dem Archiv anfordern. Die Automatisierung des Essenceflusses bedeutet in diesem Kontext einen automatisierten Transfer der Essenzen – sofern erforderlich inklusive Transcoding in ein vom Zielsystem unterstütztes Format – sowie die maschinelle Verknüpfung mit den dazugehörigen Metadaten. Wichtig hierfür ist die eineindeutige Identifizierung der Essenzen über ein systemübergreifendes ID-System und die Verfügbarkeit eines Mindestmaßes an einheitlichen Metadaten zu einer Essense über die beteiligten Systeme hinweg.

Die großen Herausforderungen für die Automatisierung von Metadaten- und Essencefluss liegen in der Vielzahl der verwendeten Datenmodelle und Fileformate. Während es mittlerweile recht einfach ist, ein systemübergreifendes Videoformat zu finden – N24 setzt im Nachrichtenbereich MXF IMX30 ein – ist es schon um einiges schwieriger, die Datenmodelle der einzelnen Systeme, und sei es nur in kleinen Teilen, zu synchronisieren. Dies gilt insbesondere dann, wenn auf Standards wie MOS zurückgegriffen werden soll, die bislang nur einen begrenzten Funktionsumfang abbilden. Darüber hinaus bedarf es unter Umständen einiger Überzeugungsarbeit gegenüber den Herstellern, wenn es darum geht, aus architektonischen Gründen den Verantwortungsbereich eines Systems zu begrenzen und bestimmte Teile des Funktionsumfangs bewusst nicht zu nutzen oder von einem anderen System steuern zu lassen. Insbesondere die Automatisierung des Metadatenflusses wurde daher in Teilen in spätere Projektphasen verlegt.

4.2. Computer-unterstützte Regie

Mit der CUR wurde nach dem Vorbild der im Radioumfeld verbreiteten „Selbstfahrer-Studios“ ein weitgehend automatisiertes Nachrichtenstudio für die Fernsehproduktion realisiert. Waren die Arbeiten bislang auf viele unterschiedliche Rollen verteilt, so können diese in der CUR von nur noch zwei Personen übernommen werden. Dies ist dadurch möglich, dass – wo immer möglich – angrenzende Systeme integriert und zentral über die Senderegie gesteuert werden.

Das Funktionsprinzip der CUR beruht auf einer Arbeit mit Templates. So ist es möglich, sämtliche Einstellungen wie Lichtsituation, Kamerapositionen und Grafiken über Templates zu Makros zusammenzufassen, die während der

Sendung abgerufen werden können. Hierfür stellt die Automation über eine intuitive, schnell erlernbare grafische Oberfläche zwei Freiheitsgrade für die Interaktion mit den angeschlossenen Systemen zur Verfügung: Der vertikale Freiheitsgrad bildet den klassischen Rundown ab, welcher im Wesentlichen aus der redaktionellen Vorarbeit hervorgeht. Dieser kann aus der Regie heraus in Echtzeit verändert werden, wobei jegliche Änderungen synchron ins Redaktionssystem zurückgespielt werden. Im horizontalen Freiheitsgrad werden die möglichen Einstellungen innerhalb einer Story abgebildet. Hier kann beispielsweise aus den verfügbaren Kamerapositionen, welche im Vorfeld durch ein Template der Story (z.B. einem Interview) zugeordnet wurden, die zu verwendende Position ausgewählt und aktiviert werden.

Bei TV2 News in Kopenhagen wird eine vergleichbare Automation in einer solchen Umgebung von nur einem Mitarbeiter gesteuert. Um das höhere Aufkommen an Schalten, Studiogästen und Beiträgen sowie die aus dem wechselnden Tageslicht resultierenden erhöhten Anforderungen an die Lichtgestaltung bewältigen zu können, wird die CUR bei N24 mit zwei Personen besetzt.

Die besonderen Herausforderungen einer Computer-unterstützten Regie liegen in der hohen Integrationstiefe: Die Integration macht die komplexe Koordination von Broadcast- und IT-Systemen und deren Abhängigkeiten in einem Gesamtkontext notwendig, die wie beim Zusammenspiel mit der Sendeabwicklung teilweise sogar standortübergreifend erfolgen muss. Neben den technischen Herausforderungen kommt es teilweise zu stark veränderten Workflows, die Veränderungen klassischer Berufsbilder zur Folge haben. Das betrifft zum einen direkt die Arbeit in der Regie, zum anderen aber auch die Arbeit der Redaktion, die durch die Vorbereitung und Auswahl von Templates eine höhere Verantwortung für die unmittelbare Gestaltung der Sendung übernimmt als bisher.

5. Projektierung

Um von den Erfahrungen der Hersteller profitieren zu können, wurde die erste Ausschreibung im September 2007 bewusst auf Basis einer verhältnismäßig abstrakten Darstellung des Vorhabens durchgeführt, lediglich für das Newsroom-System und die Computer-unterstützte Regie existierten aus früheren Projekten ausführlichere Leistungsverzeichnisse. Anhand der

vorgestellten Lösungen kristallisierte sich schnell heraus, welche der Anforderungen sich mit den am Markt verfügbaren Systemen bereits realisieren lässt und an welcher Stelle noch Entwicklungsarbeit zu leisten ist. Beispielsweise wurde schnell ersichtlich, dass ein echtes Media-Asset-Management-System mit einer für die Nachrichtenproduktion hinreichend genauen Rechteverwaltung noch nicht existiert.

Ursprünglich war der Plan, sich bei der Auswahl für die Lösung eines Anbieterkonsortiums zu entscheiden und das Projekt von einem Generalunternehmer realisieren zu lassen. Aufgrund der unterschiedlichen Abdeckung der funktionalen Anforderungen in den Kernbereichen Newsroom, Media-Asset-Management, Produktion und Regieautomation fiel die Entscheidung jedoch auf Teillösungen unterschiedlicher Anbieterkonsortien – wissend, dass diese Entscheidung mit einem höheren Integrationsrisiko einher geht. Zur Risikominderung erfolgt die Projektrealisierung nun in mehreren Stufen. In der ersten Stufe bis Herbst 2008 erfolgt die Installation und Inbetriebnahme der Kernkomponenten mit nur geringfügigen Anpassungen, die sich im Wesentlichen auf die Integration der Systeme untereinander und die Integration in die Systemlandschaft von ProSiebenSat.1 konzentrieren. In den nächsten Schritten bis Herbst 2009 werden die weiterführenden Anforderungen wie das Rechtmanagement und die umfassende Archivintegration umgesetzt.

5.1. Planungswerkzeug Modellierungsansatz

Je einfacher Anwendungen für Redakteure und andere am Produktionsprozess beteiligte Personen durch die Automatisierung gestaltet werden sollen, umso komplexer wird die Systemlandschaft und umso aufwendiger wird auch der Konstruktionsprozess für das Gesamtsystem. Eine der großen Herausforderungen besteht darin, sämtliche relevanten funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen zu erfassen, zu strukturieren, zu bewerten und diese in eine geeignete Systemarchitektur zu überführen. Im Projektverlauf hat sich dabei ein prozessorientierter Modellierungsansatz für IT-basierte Systemarchitekturen in der Fernsehproduktion als sehr hilfreich erwiesen. Der verwendete Modellierungsansatz basiert auf dem im Einführungsbeitrag dieses Bandes vorgestellten Referenzmodell. [KK08]

Die Ebenen des Modells dienen der prozessorientierten Betrachtung und sind systemunabhängig, d.h. die in diesen Ebenen zu bewältigenden Aufgaben

können prinzipiell sowohl von menschlichen als auch von technischen Aufgabenträgern übernommen werden. Über die Modellierung des Prozesses innerhalb des Ebenenmodells wird es möglich, unterschiedliche Systeme und Lösungen für eine Problemstellung anhand ihrer Anforderungsabdeckung zu klassifizieren. Dieser Ansatz ermöglicht eine genaue, hierarchische Zuordnung von Verantwortungsbereichen der beteiligten Systeme und trägt dazu bei, Kollisionen in Verantwortungsbereichen zu vermeiden und durch eine Lösung nicht abgedeckte funktionale Anforderungen zu identifizieren. Insbesondere in stark integrierten Umgebungen, in denen viele unterschiedliche technische Systeme zum Einsatz kommen, ist diese Abgrenzung der Systeme und die eindeutige Regelung der Kommunikation zwischen allen Systemen von großer Bedeutung, um den hohen Anforderungen an Bedienbarkeit, Performance, Stabilität und Qualität gerecht zu werden. [Klo07]

5.2. Praktische Anwendung des Modellierungsansatzes

Durch die methodische Anwendung des vorgestellten Modellierungsansatzes bei unterschiedlichen Aufgaben lassen sich viele Schritte im Konstruktionsprozess systematisieren und vereinfachen. Im Projekt „N24plus“ kam der Modellierungsansatz insbesondere beim Entwurf der IT-Systemarchitektur und bei der Spezifikation komplexerer Schnittstellen zum Einsatz.

Im Rahmen der Erstellung des Leistungsverzeichnisses wurden über die Analyse der abzubildenden Workflows für Aufzeichnungstechnik, Redaktion, Regie, Archiv und andere Beteiligten zunächst sämtliche funktionalen Anforderungen gesammelt. Da in diesem Projektstadium noch keine Systementscheidungen gefällt waren, erfolgte die Zuordnung der funktionalen Anforderungen zu systemunabhängigen Funktionsblöcken, die sich in das Ebenenmodell einordnen ließen. Durch diese Zuordnung war es bereits ohne genaue Systemkenntnis möglich, die funktionalen Anforderungen an die Schnittstellen zwischen den Funktionsblöcken und die Schnittstellen zu angrenzenden Systemen zu definieren und zu dokumentieren. Dieses Vorgehen vereinfachte den Entscheidungsprozess, da die Prüfung der Anforderungsabdeckung auf Basis klar umrissener Funktionsblöcke und nicht auf Basis von Einzelanforderungen erfolgen konnte. Es ermöglichte auch, die schließlich ausgewählte Lösung aus Produkten unterschiedlicher Anbieterkonsortien zusammenzustellen und mit den Gesamtlösungen

einzelner Anbieter zu vergleichen. Diese Methodik ersetzt jedoch nicht die genaue Prüfung insbesondere der Schnittstellenanforderungen anhand von Dokumentationen oder die detaillierte Spezifikation in gemeinsamen Workshops mit den Systemherstellern. Es ist zu analysieren, welche Funktionalitäten die verwendeten Schnittstellen-Protokolle im Detail ermöglichen, welche Anpassungen auf beiden Seiten der Schnittstellen gegebenenfalls erforderlich sind und ob die Hersteller diese Implementierungen im gesteckten Zeitrahmen realisieren können.

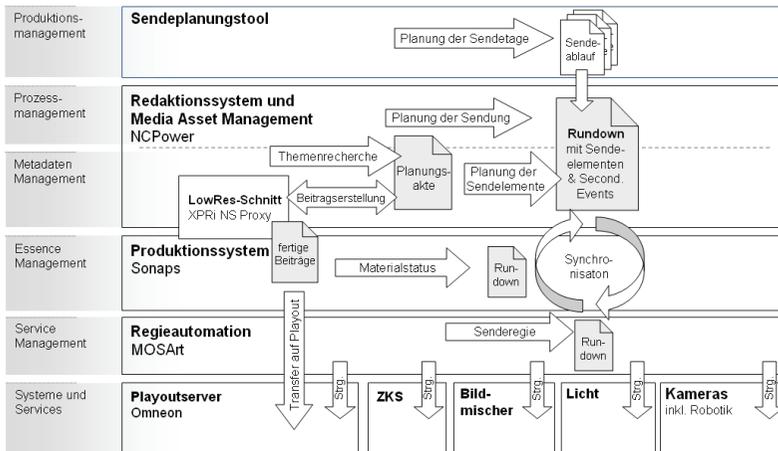


Abbildung 3: Prinzipdarstellung Workflow und Systeme Studioproduktion (Eigene Darstellung)

Ebenfalls hilfreich ist die Verwendung des Modellierungsansatzes in Fällen, in denen Kollegen aus den unterschiedlichen Fachbereichen, Systemarchitekten und Systementwickler auf einer gemeinsamen Ebene projektspezifische Fragestellungen erörtern müssen. Abbildung 3 zeigt eine vereinfachte Modellierung des Workflows einer Studioproduktion. Über diese Form der Modellierung lassen sich die fachlichen Anforderungen an den Workflow diskutieren und es kann eine eindeutige Zuordnung zwischen Prozess und Technik vorgenommen werden. Insbesondere bei Fragestellungen, in denen sehr viele Systeme eine Rolle spielen, wird schnell deutlich, welche Verantwortungsbereiche von welcher Applikation abgedeckt werden und in welchem inhaltlichen Zusammenhang die Systeme zueinander stehen.

5.3. Havarieabsicherung

Insbesondere im Live-Studiobetrieb ist die Absicherung von Havariefällen von großer Bedeutung. Dabei hat sich die in Abbildung 4 gezeigte mehrdimensionale Absicherung bewährt. Auf der Ebene von Systemkomponenten wie Prozessoren, Netzteilen oder Lüfter erfolgt der Einsatz geräteinterner Redundanzen, die bei einer Störung den Betrieb übernehmen und im Normalbetrieb für eine Lastverteilung zur Verfügung stehen. Auf der Ebene einzelner Produktionsanlagen werden sogenannte Backup- oder Failover-Systeme eingesetzt, die je nach Relevanz des Systems für eine unterbrechungsfreie Umschaltung im Hot-Standby oder für einen Einsatz nach einer kurzen Reaktivierungszeit im Cold-Standby vorgehalten werden.

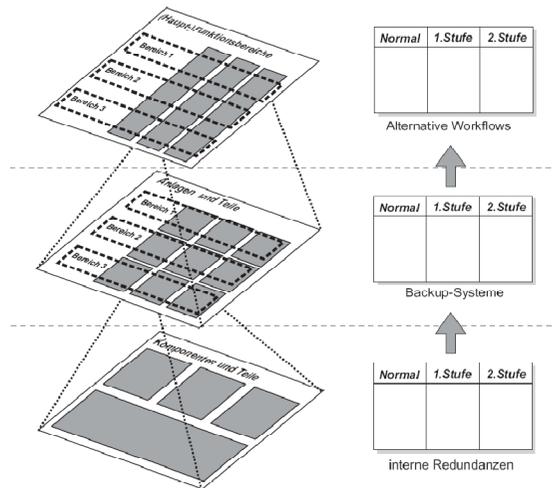


Abbildung 4: Gestaffelte Havarieabsicherung für Fernsehproduktionssysteme (Quelle: [Klo08])

Bei Server-Client-Architekturen und Datenbanken kommen auf dieser Ebene häufig Cluster-Systeme zum Einsatz. Fallen ganze Produktionsbereiche oder die Kommunikationsschnittstellen zwischen Produktionsbereichen aus, so kommen alternative Havarieworkflows zum Einsatz, um unter allen Umständen den Ausfall oder die Unterbrechung einer Sendung verhindern zu können. Idealerweise erfolgt auf jeder Ebene eine dreistufige Auslegung der Maßnahmen für den Normalbetrieb, eine erste und eine zweite Havariestufe.

Greifen die Maßnahmen einer Ebene nicht, so greift die darüber liegende Ebene. Bei allen Maßnahmen ist jeweils zwischen Kosten und Nutzen abzuwägen. [Klo08]

Bei N24 sind alle wichtigen Komponenten und Workflows auf diese Weise abgesichert. So arbeitet das Redaktionssystem NCPower auf einer geclusterten Architektur, und im Produktionssystem sind wichtige Server redundant ausgelegt bzw. stehen als Cold-Standby-Komponenten zur Verfügung. Für beide Studios existiert eine CUR, die sich jeweils aus Main- und Failover-System zusammensetzt, wobei jede dieser insgesamt vier Sendeautomatiken für eines der beiden Studios eingesetzt werden kann. Steht für ein Studio mal dennoch keine CUR zur Verfügung, so kann die Playoutsteuerung von Sonaps verwendet werden. In diesem Fall muss zwar die Steuerung von Licht, Kamera, Bildmischer, Kreuzschienen und Grafik manuell erfolgen und der Gestaltungsspielraum für die Sendung ist entsprechend eingeschränkt, die Sendungen können jedoch ohne inhaltliche Einschränkungen abgefahren werden.

6. Fazit

Eine aktuelle, effiziente und effektive Nachrichtenproduktion erfordert eine Integration vieler Teilsysteme zu einem Gesamtsystem und die Automatisierung vieler Teilprozesse. Nur so kann zum Beispiel sichergestellt werden, dass Daten nicht mehrfach eingegeben werden müssen und sich die Mitarbeiter auf die organisatorischen, inhaltlichen und kreativen Aufgaben konzentrieren können.

Mit dem steigenden Automatisierungsgrad geht eine steigende Komplexität bei der Konstruktion geeigneter Systemarchitekturen einher. Die Komplexität verstärkt sich, wenn man bei der Planung nicht nur die technischen Möglichkeiten der verfügbaren Systeme ausschöpft, sondern gezielt senderspezifische Prozesse optimiert werden sollen. Der vorgestellte Modellierungsansatz hat sich als Werkzeug bewährt, um die Komplexität zu reduzieren und beherrschbar zu machen.

Literaturverzeichnis

- [Gar06] Garrels, C. (2007): EMSA – Der Anfang vom Ende der band-basierten Produktion. Schulterblick, Mitarbeitermagazin ProSiebenSat.1 Produktion. München. http://www.prosiebensat1produktion.de/incl/files/060701_ems.pdf.
- [KK05] Krömker, H. / Klimsa, P. (2005): Handbuch Medienproduktion – Produktion von Film, Fernsehen, Hörfunk, Print, Internet Mobilfunk und Musik. VS Verlag, Wiesbaden.
- [KK08] Krömker, H. / Kloth, C. (2008): Prozesse in der Fernsehproduktion – Modelle und Trends. Tagungsband Studioproduktion 3.0, Ilmenau.
- [Klo07] Kloth, C. (2007): Modellbasiertes Verfahren zur ganzheitlichen Prozessoptimierung. In: Elektronische Medien – ITG-Fachbericht 199, VDE-Verlag, Dortmund.
- [Klo08] Kloth, C. (2008): Havariemanagement – Analyse und Planung von Havariestrategien für die Fernsehproduktion. VWH-Verlag.
- [Krä02] Krämer, K. (2002): Automatisierung von Materialfluss und Logistik.. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [LM98] Laven, P.A. / Meyer, M.R. (1998): EBU / SMPTE Task Force for Harmonized Standards for the Exchange of Programme Material as Bitstreams. EBU Technical Review.

Jan Röder, Steve Otero Aguilar

Eine MXF-Schnittstelle für die Anwendung im Fernsehproduktionsstudio

1. Einleitung und Motivation

Die Anwendung von Standard-IT-Netzwerktechnologien hat in der Fernsehproduktion insbesondere im Postproduktionsbereich zu einem Übergang von linearen zu vernetzten Arbeitsabläufen geführt und damit kollaboratives und effizientes Arbeiten ermöglicht. Auch für die echtzeitkritischen Bereich der Studioproduktion kann die Anwendung von universellen paketbasierten Übertragungsverfahren zu Vorteilen führen: Neben den verschiedenen Essenzdatenströmen wie Video und Audio können beliebige weitere Daten (z.B. Steuerinformationen) und Metadaten synchron übertragen werden. Insbesondere Metadaten können in vielfältiger Weise eingesetzt werden, um Produktionsabläufe effizienter zu gestalten.

Im folgenden Beitrag wird eine flexible Infrastruktur zur Signalübertragung für Studioanwendungen vorgestellt, die auf Standard-IT-Komponenten und -protokollen basiert.

2. Grundlagen

Zunächst sollen konventionell Studioinfrastrukturen beschrieben und damit Anforderungen definiert werden. Im Anschluss daran werden kurz grundlegende Aspekte der Netzwerktechnik und des Material Exchange Formats (MXF) zusammengefasst.

2.1. Konventionelle Studioinfrastruktur

In einem konventionellen Fernsehproduktionsstudio werden hochqualitative unkomprimierte Audio- und Videosignale zwischen verschiedenen Geräten zur Bearbeitung und Speicherung ausgetauscht. Werden digitale Schnittstellen dafür verwendet (AES/EBU, SDI), spricht man von digitalen Produktionsstudios. Die Signalübertragung erfolgt isochron, d.h. die

Informationseinheiten fester Größe werden in regelmäßigen Abständen gesendet. Zeitliche Abweichungen existieren idealerweise nicht; praktisch werden sie minimiert. Aufgrund der übersichtlichen Leitungslängen können Übertragungsfehler infolge von Leitungsdämpfung vernachlässigt werden.

Für jede Signalart (Audio, Video, Steuerung, etc.) existiert ein eigenes Netzwerk aus Signalleitungen und zentralen Kreuzungspunkten (Kreuzschienen, Steckfeldern). Dieser Umstand macht die Verkabelung der Komponenten aufwändig. Gleichzeitig wird aber eine gegenseitige Signalbeeinflussung während der Übertragung minimiert und die logische Komplexität bleibt gering (ein Kabel = ein Signal).

Anspruchsvoll ist die Synchronisation der Signale in zweierlei Hinsicht: Erstens (1) muss bei einem Misch- bzw. Umschaltvorgang innerhalb einer Signalart Synchronität vorliegen, um Störungen zu vermeiden. Beim Umschaltvorgang bei Videosignalen muss so gewährleistet sein, dass Bildsignal A und B synchron anliegen, um einen störungsfreien Schnitt in der Austastlücke zu ermöglichen. Zweitens (2) muss die Synchronität zwischen verschiedenen Signalarten bewerkstelligt werden. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Lippensynchronität (Gleichzeitigkeit von Audio- und Videorepräsentation eines Ereignisses), die besonders dann zu beachten ist, wenn eine Signalart (z.B. Video) eine Verzögerung durch einen Bearbeitungsvorgang erfährt (z.B. virtuelles Studio: Verzögerung durch Berechnung des virtuellen Bildhintergrundes).

Das Problem (1) wird gelöst, in dem jedes Gerät durch einen zentralen Taktgenerator (Blackburst oder Tri-LevelSync) im gleichen Takt betrieben wird, d.h. das z.B. jedes Videogerät die Bildinformation im gleichen Frametakt ausgibt. Zusätzlich besteht an professionellen Geräten die Möglichkeit des Phasenabgleichs zwischen Videosignal und Studiotakt, weil die Verbindungsleitungen zum Taktgenerator meist ungleich lang sind und auch nicht alle Geräte die gleiche Signalverarbeitung aufweisen [Sch05]. Die Problematik (2) wird durch Verzögerung (Delay) des jeweils nicht bearbeiteten Signals umgangen, was z.B. im virtuellen Studio eine Orientierung des Akteurs im Blauraum zusätzlich erschwert.

Neben der Synchronität ist im Produktionsbereich insbesondere für Live-Sendungen eine möglichst geringe und konstante Verzögerung der Signale

wichtig. Um für weitere Bearbeitungsschritte eine möglichst hohe Qualität sicherzustellen, wird bei der Signalführung auf Kompression verzichtet.

2.2. Netzwerktechnologie

Telekommunikationsnetzwerke lassen sich allgemein in zwei grundlegende Klassen einteilen: Leitungsvermittlung (*circuit switched networks*) und Paketvermittlung (*packet switched networks*). Die zur Übertragung benötigten Ressourcen sind bei der Leitungsvermittlung reserviert, d.h. eine Datenübertragung kann nicht durch andere Übertragungen beeinflusst werden (siehe konventionelle Studioinfrastruktur).

Weil bei Paketvermittlung keine Ressourcen reserviert werden, können damit effiziente Kommunikationsnetzwerke implementiert werden. Eine Nachricht wird beim Sender in Pakete aufgeteilt und über Netzwerkknoten zum Empfänger weitergeleitet. Im Vergleich zur Leitungsvermittlung ergibt sich dadurch eine bessere Bandbreitennutzung. Die Implementierung ist meist einfacher und preiswerter. Nachteilig wirken sich die prinzipbedingt entstehenden variablen und nicht vorhersagbaren Ende-zu-Ende-Verzögerungen aus: Eine Echtzeitkommunikation ist ohne zusätzlichen Maßnahmen nicht möglich.

Um beim Entwurf von Netzwerken die Komplexität zu minimieren, verwendet man eine Schichtenarchitektur. Jede Schicht erbringt dabei Dienstleistungen (Services) für die darüber liegende Schicht und schirmt gleichzeitig Details von ihr ab. Beim Informationsaustausch zwischen verschiedenen Netzwerkknoten kommunizieren die entsprechenden Schichten jedes Knoten miteinander. Regeln für diese Kommunikation in Netzwerken werden Protokolle genannt [HO'R88].

Mit dem Ziel, Netzwerkarchitekturen und -protokolle zu standardisieren, entwarf die *International Organization for Standardization* (ISO) ein Referenz-Modell (OSI - Open Systems Interconnection), das aus sieben Schichten besteht (siehe Abbildung).

Schicht 1 (*physical layer* bzw. Bitübertragungsschicht) ermöglicht die Übertragung von Bits und Bytes in einem Datenstrom über eine direkte physikalische Verbindung (z.B. Kupferkabel). Schicht 2 (*data-link layer* bzw. Sicherungsschicht) erlaubt die zuverlässige Übertragung von Datenblöcken bzw. Frames, indem Übertragungsfehler erkannt und wenn notwendig

korrigiert werden (z.B. Ethernet CSMA/CD). Schicht 3 (*network layer* bzw. Vermittlungsschicht) ermöglicht das Routing von Paketen zwischen Knoten des Netzwerkes (z.B. Internet Protocol IP) [Tan03]. Die unteren drei Schichten werden in den Netzknoten (z.B. Router, Switch) implementiert, während Schicht 4 – 7 normalerweise in den Endgeräten laufen [PD07].

Eine wesentliche Aufgabe der Schicht 4 (*transport layer* bzw. Transportschicht) ist die Segmentierung von Paketen in kleinere Einheiten (Nachrichten) und – wenn erforderlich – die Sicherstellung des unverfälschten Nachrichtentransports (z.B. User Datagram Protocol UDP oder Transmission Control Protocol TCP). Schicht 5 (*session layer* bzw. Sitzungsschicht) stellt über Namensräume die Synchronisation von verschiedenen Transportströmen sicher, Schicht 6 (*presentation layer* bzw. Darstellungsschicht) kümmert sich um das Format der ausgetauschten Daten (Zahlenformate, Kompression, Verschlüsselung usw.). Zusammenstellung und Funktionalität der Schicht 7 (*application layer* bzw. Anwendungsschicht) sind fast immer applikationsabhängig [Hol04]. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Schichten finden sich in [Tan03].

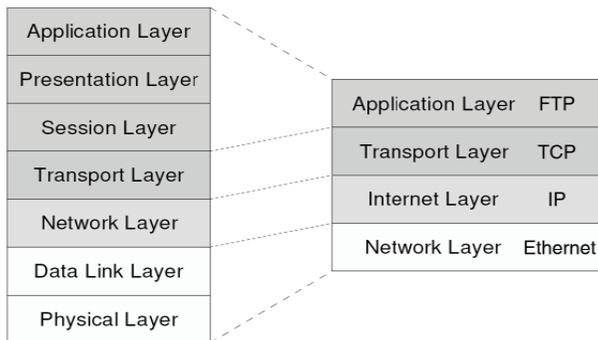


Abbildung 1: Vergleich von ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell [Hol04]

Das Internet-oder TCP/IP-Referenzmodell besteht aus nur 4 Schichten, die verschiedene Schichten des ISO/OSI-Modells zusammenfasst (Abbildung 1).

2.3. Material eXchange Format (MXF)

MXF ist ein plattform- und herstellerunabhängiges Containerformat, mit dem sowohl beliebige Essenz- als auch Metadaten transportiert bzw. gespeichert werden können. Die Einbindung der Essenzen erfolgt dabei Codec-unabhängig. Das Mapping vieler Essenztypen (MPEG, DV-DIF, HD) ist im modularen SMPTE-Standard definiert.

MXF kann die Grundlage für eine filebasierte Fernsehproduktion darstellen und damit wesentlich zur Optimierung von Arbeitsabläufen beitragen. Neben Filetransfer unterstützt MXF auch Streaming und ermöglicht so einen reibungslosen Übergang von den Echtzeitanforderungen der Live-Produktion zur filebasierten Nachbearbeitung.

Physikalisch liegt MXF die Key-Length-Value-Kodierung (KLV) zu Grunde, die dem Inhalt (Value) jedes Datenpakets eine eindeutige Bezeichnung (Key) und die Länge des Inhalts (Length) voranstellt. Sollte ein Key für einen MXF-Decoder nicht bekannt sein, kann der folgende Inhalt ohne Manipulation übersprungen und damit ignoriert werden (Dark Data). Diese Tatsache ermöglicht eine offene Erweiterung der Funktionalität von MXF, ohne die Leistungsfähigkeit einzelner MXF-Systeme einzuschränken [Hoe02].

MXF erlaubt verschiedene Komplexitätsstufen, so genannte Operational Patterns. Damit ist es z.B. möglich, mehrere Essenz- und Metadatenströme zeitlich synchron zu übertragen.

3. Eine MXF-Schnittstelle für Studio-Anwendungen

Eine Datenschnittstelle für die Anwendung innerhalb eines Fernsehstudios muss einerseits sicher, verlustfrei sowie verzögerungsarm arbeiten und andererseits die Synchronisation verschiedener Essenz- und Metadatenströme gewährleisten. Beide Aspekte werden in der folgenden Beschreibung einer flexiblen MXF-basierten Infrastruktur berücksichtigt. Zunächst wird das System allgemein beschrieben, bevor auf die speziellen Aspekte MXF-Streaming und Datenflusssteuerung eingegangen wird. Den Abschluss bildet ein Einsatzszenario, das durch die vorgeschlagene Infrastruktur ermöglicht wird.

3.1. Eine flexible Infrastruktur

Abbildung 2 veranschaulicht den Aufbau einer Infrastruktur, die für die Übertragung von Audio-, Video- und Datenströmen Standardtechnologien und -protokolle benutzt. Optional vorgesehen ist dabei eine Signalkompression, die einerseits die Nutzung von Übertragungstechnologien mit geringerer Bandbreite (1-Gigabit-Ethernet auch für HDTV-Signale) erlaubt, andererseits aber zu Qualitätsverlusten führen kann, die bei bestimmten Verarbeitungsschritten wahrnehmbar werden können (vgl. Chroma-Keying-Verfahren). Es existieren verzögerungsarme Codecs wie Dirac Pro/VC-2, die mit 6 Zeilen Verzögerung bei HDTV (ca. 0,25 ms) nur unwesentlich zur Gesamtverzögerung beitragen. Dennoch ist bei Anwendung von Kompression darauf zu achten, dass die systemweite Gesamtverzögerung – also die Anzahl der Synchronisationspuffer – zu minimieren ist.

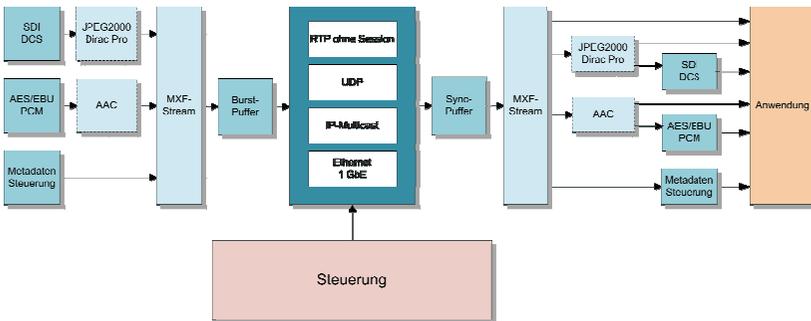


Abbildung 2: MXF-basierte Streaming-Infrastruktur mit einem Standard-Protokoll-Stapel aus vier Schichten nach dem Internet-Schichtenmodell

Abbildung 2 zeigt eine Infrastruktur, die in jeder Netzwerkschicht Standardprotokolle und -technologien verwendet. Als unterste Schicht, die Bitübertragungsschicht und Sicherungsschicht zusammenfasst, wird Gigabit-Ethernet (GE) verwendet. Wie jedes paketbasierte Übertragungsverfahren bedingt GE den Einsatz von Puffern, um unterschiedliche Laufzeiten von Informationseinheiten auszugleichen und einen kontinuierlichen Datenstrom am Ausgang zur Verfügung zu stellen. Diese Puffer erhöhen die Gesamtverzögerung, die im Gesamtkontext aber möglichst gering gehalten werden sollte. Die verfügbare Datenrate ist zunächst für die Übertragung von unkomprimierten SD-Video signalen (wie SDI) ausreichend. Die Übertragung

von HD-Video ist wahlweise durch Kompression oder einen Wechsel auf breitbandigere Übertragungsverfahren (10 GE) möglich.

IP in der Netzwerkschicht sorgt für die flexible Übertragung verschiedener Datenströme. Sowohl echtzeitkritische Essenzströme als auch unkritische Daten (Dateiübertragung, Updateprozesse usw.) können so über eine Infrastruktur übertragen werden, wengleich der IP-Overhead negative Auswirkungen auf die Echtzeitfähigkeit hat. Diese Entscheidung zugunsten der Interoperabilität und zulasten kleiner Verzögerungen wird durch die Verwendung von UDP und RTP in übergeordneten Schichten entschärft. Im Vergleich zu TCP arbeitet UDP verbindungslos, was Geschwindigkeitsvorteile durch fehlende Feedbackschleifen (TCP) bringt und aufgrund geringer Komplexität (wenige Netzwerkknoten, geringe Entfernung zwischen Kommunikationsteilnehmern) eines Studionetzwerkes vertretbar ist. Die übergeordnete RTP-Implementierung bietet passende Mechanismen zur (wengleich nicht garantierten) Echtzeitübertragung (32-bit Zeitstempel und Sequenz-Nummer).

Für die Übertragung von breitbandigen Datenströmen über IP müssen hochwertige Netzwerkcontroller eingesetzt werden, da sonst der Hauptprozessor übermäßig stark mit der Verarbeitung der Netzkette ausgelastet wird.

Vor der Übertragung mit Hilfe des beschriebenen Netzwerk-Protokollstapels erfolgt eine Zusammenführung der verschiedenen Datenströme zu einem MXF-Stream. Wesentlicher Vorteil des aufgesetzten MXF-Layers ist, dass die übertragenen Essenz- und Metadatenströme innerhalb eines MXF-Streams jederzeit synchron vorliegen und somit deren Synchronisation in einfachen verarbeitenden Bearbeitungspunkten gewährleistet ist; und zwar nicht nur als zeitkontinuierlicher Datenstrom zur Echtzeitverarbeitung, sondern auch in Dateiform. In Bearbeitungsgeräten, die mehrere MXF-Signale miteinander verarbeiten (z.B. Bildmischer) ist eine zusätzliche Synchronisation zwischen verschiedenen MXF-Strömen notwendig. Die Synchronisation erfolgt bei rein IT-basierten Komponenten jedoch nicht auf Basis eines globalen Taktgebers sondern über Zeitstempel innerhalb der Datenpakete. Dies erfordert den Einsatz von präzisen Hardwareuhren, die regelmäßig über einen zentralen Zeitserver abgeglichen werden müssen.

Auf eine zusätzliche Absicherung gegen Übertragungsfehler auf Basis von Vorwärts- bzw. Rückwärtsfehlerkorrektur-Mechanismen wurde im Hinblick auf möglichst geringe Ende-zu-Ende-Verzögerung verzichtet.

Wie weiterhin aus Abbildung 2 hervorgeht, stehen die übertragenen Essenz- und Metadaten der Empfänger-Anwendung wahlweise auch separat – also als unabhängige Datenströme – zur Verfügung. Die Infrastruktur ist somit offen für eine schrittweise Umstellung der Be- und Verarbeitungskomponenten auf IT-basierte Systeme.

3.2. MXF-Streaming

Um einen MXF-Container streamen zu können, muss dieser besondere Anforderungen erfüllen. Im Prinzip handelt es sich um eine normale MXF-Datei, die zusätzlich zum dateibasierten Zugriff ermöglicht, dass der Decoder in einen laufenden Datenstrom an beliebiger Stelle einsteigen kann. Dazu müssen sich im Nutzdatenbereich mehrere Body-Partitionen befinden, in denen die Header-Metadaten in regelmäßigen Abständen innerhalb des Nutzdatenbereiches wiederholt werden.

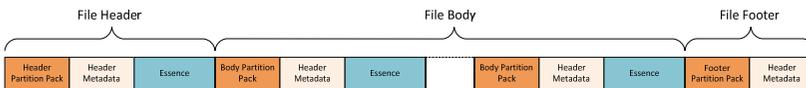


Abbildung 3: Header-Metadaten-Wiederholung bei streaming-fähigen MXF-Dateien

Idealerweise wird der Header zum Beginn eines jeden Frames eingefügt. Diese zusätzlichen Header muss bei der Bandbreitenplanung berücksichtigt werden. Bei im Studio üblichen unkomprimierten Videodaten ist dieser Anteil jedoch relativ gering (wenige kbit/s im Vergleich zu 270 Mbit/s).

Da MXF-Streams die gleiche Struktur wie MXF-Dateien aufweisen, kann man einen empfangenen Datenström ohne Veränderung auf einem Speicher als Datei ablegen. Diese Ströme müssen nur um eine Header- und Footer-Partition ergänzt werden.

Ein Problem für den Einsatz im Live-Studio stellt die relativ hohe Verzögerung bei MXF-Streams dar. Der Einsatz von MXF für die Echtzeit-Übertragung (Streaming) bedingt nämlich Puffer auf Sender- und Empfängerseite, da im MXF-Standard die kleinste Informationseinheit ein

Videoframe ist (framebased wrapping). Diese Latenz summiert sich somit je Verbindung auf mindestens zwei Frames (ca. 40 ms bei 50 Hz).

Für den praktischen Einsatz wird eine höhere Granularität benötigt. Um diese Ziel zu erreichen, ist von Lösungen wie zeilenweisem Wrapping abzusehen, da diese mangels Standardisierung den Gedanken der Interoperabilität verletzen. Sinnvoller ist die Entwicklung von angepassten Encodern und Decodern, die in der Lage sind, Daten zur Verarbeitung weiterzugeben, bevor ein KLV-Paket vollständig ist.

Die Auswirkungen einzelner Protokolle und insbesondere MXF-Streaming (Verzögerungszeiten, Paket-Overhead usw.) im praktischen Betrieb werden am Institut für Medientechnik an der Technischen Universität Ilmenau an einem Testnetzwerk untersucht.

3.3. Datenflusssteuerung

Für eine flexible Infrastruktur ist neben der reinen Übertragungstechnologie eine Möglichkeit der Steuerung der Signalflüsse wichtig: Die einzelnen Signale bzw. Datenflüsse innerhalb eines Fernsehstudios müssen auf eine für den Anwender leicht nachvollziehbare Weise geroutet werden können. Traditionell werden dafür Kreuzschiene und Steckfelder verwendet. Um die Funktion einer klassischen Kreuzschiene in einem IP-Netzwerk vollständig nachzubilden, müssen alle Netzknoten Multicast-tauglich sein. Dadurch wird es erst möglich, dass eine Quelle mehreren Senken zugeordnet wird.

Auch wenn ein solches Datennetzwerk im Studio dediziert ist und theoretisch über ausreichend Übertragungsbandbreite verfügt, ist es sinnvoll, von Quality-of-Service-Mechanismen Gebrauch zu machen. Vergleichbar mit einem Tally-Signal ist es so möglich, die derzeit für das Programm benötigten Datenströme einer höheren Priorität zuzuordnen. In einer Stausituation wird ein Switch dann nur Pakete von derzeit ungenutzten Signalquellen verwerfen.

Für ein solches Netzwerk gibt es keinen zentralen Kontrollpunkt, wie es bei der Kreuzschiene der Fall ist. Die Datenflusssteuerung muss daher auf anderem Wege erfolgen.

Für eine hohe Akzeptanz einer solchen Oberfläche ist viel Wert auf Nutzungsfreundlichkeit zu legen. Dabei sollte sich die Oberfläche an bestehenden Oberflächen und Workflows orientieren. Dies hat den Vorteil,

dass sich das anwendende Personal schnell damit zurechtfindet, was die Kosten für Mitarbeiterschulungen reduziert. Außerdem wird die Einbindung in bestehende Studio-Strukturen erleichtert. Desweiteren reduziert eine bekannte Oberfläche die Zeit, die im Falle eines Fehlers bis zu dessen Beseitigung verstreicht.

Da in einem solchen universellen Datennetz mehrere Signalarten übertragen werden, muss eine solche Datenflusssteuerung auch Funktionen bieten, die über ein einfaches Kreuzschienenbedienteil hinausgehen.

Dabei sind folgende Steuerungsmetaphern denkbar:

- Kreuzschiene (studioüblich)
- pfadorientiert (Graphenform)
- direkt an Quellen und Senken (netzwerküblich)
- kombinierte Oberflächen

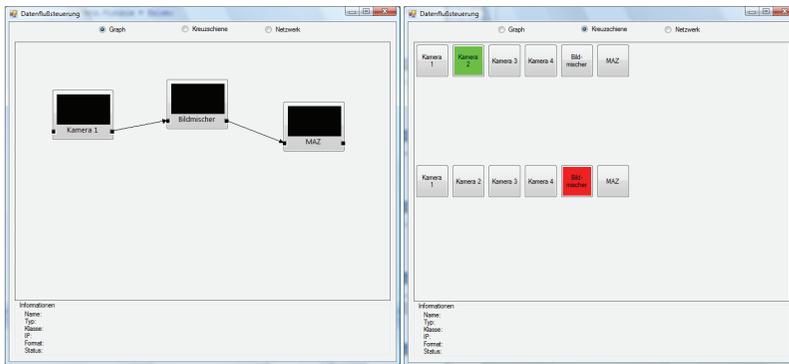


Abbildung 4: Steuerungsmetaphern für IT-basierte Medienströme

Dabei orientiert sich die Darstellung als Kreuzschiene am stärksten an bestehenden Systemen und lässt gerade in einer Übergangszeit die größte Akzeptanz erwarten. Sie ermöglicht zwar das schnelle und einfache Zuweisen von Quellen und Senken, die Übersichtlichkeit ist jedoch eingeschränkt.

Durch eine hohe Übersichtlichkeit und Verständlichkeit zeichnet sich die Darstellung in Graphenform aus, da es möglich ist, die räumliche oder logische Anordnung der Quellen und Senken darzustellen. Der Datenfluss lässt sich jederzeit über die gerichteten Verbindungslinien leicht nachverfolgen.

Die Wahl einer Senke direkt an der Quelle entspricht der verbindungsorientierten Netzarchitektur. Für den praktischen Einsatz besitzt diese Darstellungsform nur untergeordnete Bedeutung. Ihr Einsatz kann jedoch im Havariefall oder beim Routing von Steuerungsdaten sinnvoll sein.

3.4. Beispielszenario

Besonders in der Automation immer wiederkehrender Arbeitsschritte wird zukünftig der Einsatz von Metadaten an Bedeutung gewinnen. Mit der vorgestellten Infrastruktur ist der Transport von (zu Essenzströmen) synchronisierten Metadaten leicht möglich. Auf Basis dieser Metadaten ist dann eine automatische Contentbearbeitung möglich.

Dazu zählt beispielsweise die Mehrfachverwertung von TV-Content bzw. die automatisierte und simultane Produktion für verschiedene Distributionskanäle. Hier können Metadaten für die Beschreibung von Eigenschaften sowohl von Essenzdaten als auch von Distributionskanälen (Parameter) dienen. Die Berücksichtigung dieser Parameter bei Bearbeitungsschritten im Produktionsablauf kann dann weitestgehend automatisiert erfolgen. Beispielsweise können Position und Größe des für kleine Displays relevanten Teils einer hochauflösenden Bildinformation dazu dienen, einen Encoder für die mobile-TV-Distribution zu steuern. Die Unterstützung weiterer Distributionskanäle ist unkompliziert realisierbar (siehe Abbildung 5).

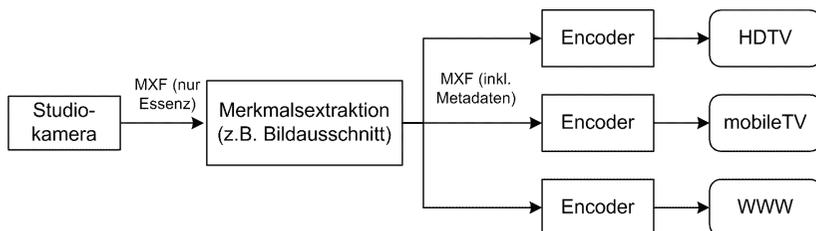


Abbildung 5: Automatisierte und simultane Contentproduktion für verschiedene Distributionskanäle auf Basis von Metadaten und MXF

Ein weiteres Einsatzszenario kann sich für Virtual-Set-Anwendungen ergeben, wo Positions-, Lage- und andere Kameraparameter synchron zur Bildinformation übertragen werden müssen.

4. Zusammenfassung

Die Anwendung von paketbasierten Übertragungsverfahren ist für die Signalübertragung im echtzeitkritischen Bereich eine attraktive Alternative zu existierenden verbindungsorientierten Lösungen. Dadurch wird eine flexible Infrastruktur möglich, die für die Übertragung beliebiger Daten genutzt werden kann. Weil diese Infrastruktur aus Standard-IT-Komponenten und -protokollen besteht, kann auf einen großen Erfahrungs- und Kenntnisstand bei Konzeption, Betrieb und Wartung aufgebaut werden. Die Anforderung liegt im Wesentlichen darin, ursprünglich nicht für Echtzeitkommunikation ausgelegte Technologien entsprechend anzupassen bzw. zu modifizieren.

Die im Beitrag beschriebene Infrastruktur bedient sich zusätzlich zu IT-Standards des MXF-Containers, der die gemeinsame Übertragung beliebiger Daten erlaubt. In den Bearbeitungs- und Speicherknoten eines Produktionsnetzwerkes liegen so insbesondere Metadaten synchron zu Audio- und Videodaten vor und können so in vielfältiger Weise zu effizienteren Arbeitsabläufen genutzt werden.

Literaturverzeichnis

- [HO'R88] Hammond, J. and O'Reilly, P. : Performance analysis of local computer networks; Reading, Mass. [et al.]: Addison-Wesley, 1988
- [Hoe02] Höntsche, Ingo : Fileformate für die vernetzte Fernsehproduktion - Die Bedeutung von Dateiformaten aus Sicht der TV-Produktion, FKT - 56. Jahrgang - Nr.11/2002, S. 631 - 639
- [Hol04] Holtkamp, H. : Einführung in TCP/IP; University of Bielefeld, 14.02.2004, Web: <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/~heiko/tcpip/tcpip.pdf>
- [PD07] Peterson, Larry L. ; Davie, Bruce S. : Computernetze - eine systemorientierte Einführung, Heidelberg : dpunkt.verlag, 2007, 4. Auflage
- [Sch05] Schmidt, Ulrich : Professionelle Videotechnik - analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studioteknik; Berlin [u.a.] : Springer, 2005, 4. Aufl.
- [Tan03] Tanenbaum, A. : Computer networks; Upper Saddle River, NJ : Pearson Education Internat., 2003, 4. ed.

Matthias Schnöll, Markus Koch, Timo Ohmeis

Bearbeitung von dynamischen Metadaten im TV-Studio

1. Einleitung

In der heutigen Film- und Fernsehproduktionen ist der Einzug der IT-Technologie in das moderne TV-Studio vollzogen. Durch die rasanten Fortschritte bei der Computertechnologie und der Netzwerktechnik verdrängt der dateibasierte Austausch von Inhalten zunehmend den klassischen Weg über Audio- und Videobänder.

Sowohl im redaktionellen Teil als auch in der Nachbearbeitung haben rechnergestützte Systeme mit einem speicherbasierenden Workflow den klassischen Arbeitsgang bereits abgelöst. Durch eine parallele Verwendung dieser Prozesse im Produktionsablauf und der Einführung von IT-Netzwerken als Schnittstelle zwischen den beteiligten Stationen lassen sich die einzelnen Vorgänge bei der Produktions- und im Sendeablauf optimieren.

Bei den vielen unterschiedlichen Bandtypen war es bislang notwendig, ein passendes Abspielgerät für jeden Bandtyp bereitzustellen, um das gespeicherte Material nutzen zu können. Im Rahmen einer Umstellung auf ein digitales netzwerkgestütztes Austauschformat bietet es sich daher an, plattformunabhängig zu arbeiten, um so mit jedem erdenklichen Zuspäher kompatibel zu sein.

Bei der vernetzten Arbeitsweise sind die Metadaten wesentliche Bestandteile der Studioarchitektur. Sie sind absolut notwendig, um Beiträge zu beschreiben, zu suchen und zu verwalten. Diese Metadaten dienen dazu, zusätzliche Informationen über das beinhaltete Material zu speichern. Man kann hierbei verschiedene Arten von Metadaten unterscheiden. Strukturelle Metadaten beschreiben das gespeicherte Format, so dass es möglich ist, auch ohne die Beiträge zu decodieren, eine entsprechende Infrastruktur zur Wiedergabe zur Verfügung zu stellen. Beschreibende bzw. deskriptive Metadaten dienen zur inhaltlichen Beschreibung des gespeicherten Materials. Eine Sonderform der deskriptiven Metadaten stellen die dynamischen Metadaten dar. Dynamische Metadaten können über einen definierbaren Zeitraum gültig sein, ja sie können

sich auch mit dem Bildinhalt von einem Bild zum anderen verändern. Damit kann man bei den dynamischen Metadaten zeitkontinuierliche Prozesse beschreiben, wie z.B. Aufnahmeparameter, Farbkorrekturwerte usw. Sie können dabei auch als zusätzliche Datenspur in die MXF-Datei integriert werden und so neben Audio- und Videodaten zu finden sein.

Für die Entwicklung von neuen Werkzeugen bei der vernetzten Studioarchitektur ist es notwendig, auf das standardisierte Austauschformat MXF aufzubauen, das vielfältige Möglichkeiten für die Speicherung von Metadaten bietet. Daher ist die Kenntnis und die Analyse dieser Daten in einer MXF-Datei von essentieller Bedeutung.

2. Systementwicklung

Für die detaillierte Auswertung von MXF-Daten wurde ein entsprechendes Programm entwickelt. Die Realisierung erfolgte, indem die Datei Byte für Byte ausgewertet und die gefundenen Keys in ihrer gespeicherten Reihenfolge aufgelistet wurden. Somit ist es möglich, jedes einzelne Value-Feld auszulesen und die darin enthaltenen Informationen – ihrer Kodierung entsprechend – darzustellen. Die Erkennung der einzelnen Keys erfolgt über zwei Datenbanken, die direkt im Programm verändert und erweitert werden können. Der größte Teil dieser Erkennung läuft über die erste Datenbank, in der sich der Großteil der Einträge befindet. Da jedoch die Keys, die die Essence ankündigen, bereits Werte für die Elementanzahl und die Elementnummer enthalten, ist es nicht möglich, alle Eventualitäten in einer Datei abzuspeichern. Dafür wäre ein sehr großer Eintrag mit Daten erforderlich. Dieser Umstand wurde über eine Erkennung des vorliegenden Keys und der damit verbundenen Zuordnung zu der entsprechenden Datenbank, die lediglich etwas mehr als dreißig Einträge enthält, gelöst. Mit der Möglichkeit, die vorkommenden Informationen interpretieren zu können, lag der nächste Schritt darin, diese zu sortieren und für den Anwender verständlich darzustellen. Dies geschieht zum Einen in der Darstellung der Dateistruktur und zum Anderen in der detaillierten Darstellung einzelner Bereiche, wie den Metadaten oder den Profilssets.

3. Softwaremodul

Die Möglichkeiten des entwickelten Werkzeuges sind deutlich am User Interface zu erkennen. Auf der Benutzeroberfläche ist im rechten Bereich der Medienplayer untergebracht, in dem das geladene Videomaterial angesehen werden kann. Zudem werden grundlegende Informationen wie Dateiname oder Größe angezeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden alle weiteren Elemente in Registerkarten untergebracht.

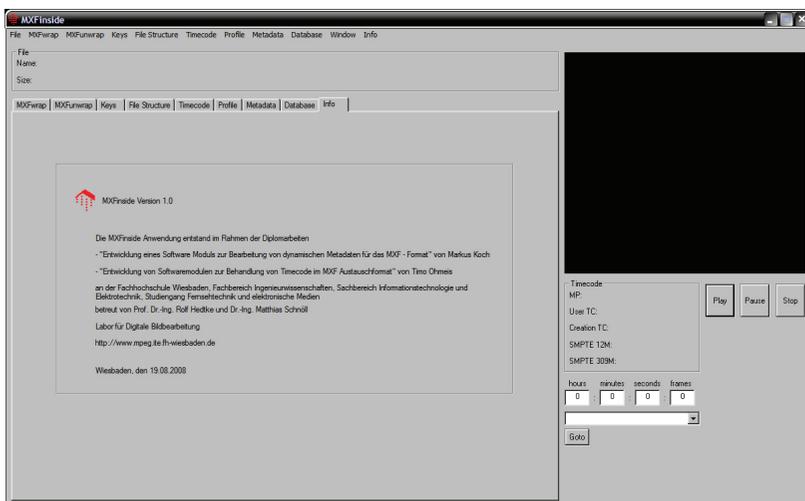


Abbildung 1: Benutzeroberfläche

1. Im Programm ist ein Abschnitt zum Erstellen von MXF-Dateien vorgesehen, was unter der Registerkarte MXFwrap zu finden ist.
2. Die Registerkarte MXFunwrap stellt das Pendant dazu dar. Hier kann eine MXF-Datei in ihre einzelnen Medienbestandteile zerlegt werden.
3. Unter der Registerkarte Keys verbirgt sich eine Ansicht, in der das gesamte KLV-Raster einer MXF-Datei dargestellt und jeder einzelne Key analysiert werden kann.

4. Zur Darstellung der Dateistruktur und der Verknüpfung ihrer einzelnen Elemente dient die Registerkarte File Structure.
5. Die Registerkarte Timecode zeigt die vorhandenen Timecodes an.
6. Die Registerkarte Profile dient zur Darstellung von in der Datei gefundenen Contacts Sets, sowie deren Erstellung.
7. Um dynamischen Metadaten anzeigen, erstellen und bearbeiten zu können, entstand die Registerkarte Metadata.
8. Die Erkennung der einzelnen Keys einer MXF-Datei erfolgt mit Hilfe von Datenbanken. Um diese nicht mit einem externen Editor bearbeiten zu müssen, kann die Bearbeitung und Erstellung von Keys vollständig in der Registerkarte Database erfolgen.
9. Die letzte Registerkarte stellt ein Informationsfenster über das Programm dar.

3.1. Programmstruktur

Die Anwendung unterteilt sich in mehrere Klassen, je eine pro Registerkarte und eine für den Hauptdialog. Somit wird eine maximale Flexibilität erreicht, da für jeden Verwendungszweck eine eigene Klasse zur Verfügung steht und das Programm so jederzeit erweitert werden kann. Die einzelnen Prozesse werden vom Hauptdialog gesteuert. Eine Übersicht über die Zusammenhänge der einzelnen Komponenten soll Abbildung 2 geben.

Wählt man eine vorhandene MXF-Datei zum Öffnen, so werden der Dateiname und die Dateigröße ermittelt und im Hauptdialog angezeigt. Ebenso wird eine Kopie der Datei erstellt und an den Medien-Player übergeben. Dies hat den Zweck, dass die Datei nicht durch den laufenden Prozess des Abspielens für alle anderen Prozesse gesperrt ist. Es wäre sonst nicht möglich, den Inhalt der Datei visuell darzustellen und sie gleichzeitig zu analysieren. Ist dieser Prozess abgeschlossen, beginnt der Hauptprozess mit dem Einlesen der Datei. Die einzelnen Keys werden mit Byteoffset und Länge in eine Tabelle geschrieben.

Bei Erkennung eines Keys, der ein Essence-Paket ankündigt, wird ermittelt, wie viele solcher Pakete vorhanden sind, und diese Informationen werden in der Inhaltstabelle der Registerkarte zum Entpacken der Datei angezeigt. Nach diesem Vorgang ermittelt das Programm zunächst die Timecode-Komponenten.

zwischengespeicherten Verknüpfungen werden dann mögliche Profile ausgewertet und zeitabhängige Metadaten analysiert und zur Anzeige gebracht.

Der Benutzer kann wählen, ob er die gefundenen Informationen abspeichern will oder neue erstellt werden sollen. Zudem ist auch eine Analyse der einzelnen Value-Felder möglich. Hier können auch Informationen gefunden werden, die in der Strukturansicht nicht enthalten sind. Man kann nun die fehlenden Informationen zur Interpretation der Bytewerte in die Datenbank eintragen. Bei der nächsten Analyse lassen sich dann auch die bisher fehlenden Informationen in der Strukturansicht finden. Ebenso können die Mediendaten extrahiert werden.

Literaturverzeichnis

- [1] proposed SMPTE Standard: Material Exchange Format (MXF) – File Format Specification, SMPTE 377M, 2003
- [2] SMPTE Standard: Data Encoding Protocol using Key-Length-Value, SMPTE 336M, 2001
- [3] SMPTE Standard: Universal Labels for Unique Identification of Digital Data, ANSI/SMPTE 298M, 1997
- [4] Proposed SMPTE Recommended Practice: Registry of SMPTE Universal Labels, RP 224, 2003
- [5] SMPTE Recommended Practice: Metadata Dictionary Registry of Metadata Element Descriptions, RP 210.8, 2004
- [6] SMPTE Standard: Material Exchange Format (MXF) – Descriptive Metadata Scheme-1 (Standard, Dynamic), SMPTE 380M, 2004
- [7] SMPTE Standard: Material Exchange Format (MXF) – Specialized Operational Pattern „Atom“ (Simplified Representation of a Single Item), SMPTE 390M, 2004
- [8] Fey, Christian-Hendrik: Entwicklung eines Softwaremoduls zur automatischen Fehleranalyse von MXF-Dateien, Diplomarbeit FH Wiesbaden, 2007

Autorenübersicht

Dipl.-Ing. Markus Berg

Nach dem Studium der Elektrotechnik (Schwerpunkte Nachrichtentechnik und Mikroelektronik) an der Universität Saarbrücken im Januar 1997 ins IRT eingetreten, Abteilung Digitale Netze (später umbenannt in Netze und Netzmanagement). Zunächst Arbeit im Gebiet der Adaption rundfunkspezifischer Applikationen auf Hochgeschwindigkeitsnetze, speziell ATM. Projektleiter interner Projekte zu Hochgeschwindigkeitsnetzen im Rundfunk, Förderprojekte in den Bereichen vernetzte Produktion von Film und Fernsehen, Quality of Service für Rundfunkapplikationen, sowie Konvergenz von UMTS und DVB-T-Netzen, mit Bezug zu IP Services. Seit 01.04.2002 Sachgebietsleiter des Sachgebiets „Speicher und Netze im Rundfunk“. Mitglied des EBU Network Management Technology Committee, Chairman zweier NMC Arbeitsgruppen und Mitglied in diversen DVB Arbeitsgruppen.

Dipl.-Ing. Andreas Ebner

Andreas Ebner geboren 1954. Nach dem Studium der Elektrotechnik, Schwerpunkt Nachrichtentechnik an der TU München, 1980 Eintritt in das IRT. Seit dieser Zeit Arbeiten in der Entwicklung des Video Programm Systems (VPS) sowie verantwortlich für die Entwicklung eines HDTV-Downkonverters, wie auch PALplus und der Wide-Screen-Signalisierung. Aktuell beschäftigt er sich mit IT-basierter Fernsehproduktion und leitet die Entwicklung von prozessorientierten Konzepten für Metadatenmodelle, Contentmanagement sowie Einführungsszenarien in der zukünftigen Fernsehproduktion.

Dr. rer. nat. Peter Holleczek

Dr. Peter Holleczek ist Leiter der Abteilung für Kommunikationssysteme am Regionalen Rechenzentrum Erlangen (RRZE) der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg und ist verantwortlich für den gesamten

Betrieb der Netzwerkinfrastruktur der Universität. Er begann seine Karriere mit der Entwicklung von Echtzeit-Programmiersystemen und arbeitet an verschiedenen nationalen und internationalen Netzwerkprojekten wie z.B. Uni-TV, VIOLA, WiN-Lab/GN2, MUPBED und FEDERICA.

Dipl.-Ing. Christoph Kloth

Nach Abschluss des Studiums zum Dipl.-Ing. der Medientechnologie Anfang 2005 war Christoph Kloth zunächst ein Jahr als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Medienproduktion am Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau beschäftigt. Seit Anfang 2006 ist er als Doktorand bei der ProSiebenSat.1 Produktion im Projektmanagement tätig und promoviert zur Planung integrierter, automatisierter Systemarchitekturen in der Fernsehproduktion.

Dipl.-Ing. (FH) Markus Koch

Markus Koch studierte an der FH Wiesbaden Fernsehtechnik. Seine Diplomarbeit absolvierte er im Labor für digitale Bildbearbeitung.

Prof. Dr. phil. Heidi Krömker

Heidi Krömker hat eine Professur für „Medienproduktion“ an der TU Ilmenau mit den Forschungsschwerpunkten „Gestaltung neuer Medien“ und „Medienproduktionsprozesse“. Sie leitete das Fachzentrum User Interface Design Center der Coporate Technology von Siemens von 1995 bis 2001. Das internationale und interdisziplinäre User Interface Design-Team ist auf folgenden Gebieten tätig:

- Internationale Applikationen mit neue Medien für Industrie, Energie, Information & Kommunikation sowie Medizintechnik
- Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu den Themen “Augmented Reality”, “Intelligent agents”, “Internet”
- Interkulturelle Gestaltung neuer Medien in den User Interface Design Labs in China (Beijing), USA (New York/Princeton) und Deutschland (Munich) der Siemens AG.

Nach ihrem Studium der Soziologie leitet sie verschiedene Projekte, wie “Usability im Softwareentwicklungsprozess”, Entwicklung von „Regeln zur Gestaltung von User Interfaces“ sowie die „Einführung des Usability Konzepts in dem Siemens Konzern“.

Dipl.-Ing. Christian Merten

Dipl.-Ing. Christian Merten studierte Technische Informatik an der TU Berlin und war während seines Studiums für die IT des Berliner TV-Senders FAB verantwortlich. In seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit der Planung und Realisierung der für den Sender konzipierten Sendeautomation. Seit 2001 ist er als Systemingenieur für die ProSiebenSat.1 Produktion tätig und verantwortet dort Aufgaben der Sendeautomation am Standort Berlin.

Dr.-Ing. Susanne Naegele-Jackson

Dr. Susanne Naegele-Jackson promovierte an der Universität Erlangen-Nürnberg im Fachbereich Informatik und arbeitet seit 1998 am Regionalen Rechenzentrum Erlangen in diversen Forschungsprojekten (GTB, Uni-TV, VIOLA, MUPBED, FEDERICA und EGEE-III) mit dem Schwerpunktthema Kommunikationssysteme und Multimedia Networking.

Dipl.Ing. (FH) Timo Ohmeis

Timo Ohmeis studierte an der FH Wiesbaden Fernsehtechnik. Seine Diplomarbeit absolvierte er im Labor für digitale Bildbearbeitung.

cand. Dipl.-Ing. Steve Otero Aguilar

Als Student der Medientechnologie an der TU Ilmenau in der Fachrichtung Digitale Medien beschäftigt sich Steve Otero Aguilar schwerpunktmässig mit dem Einsatz von IT in der Medienproduktion und -distribution.

Dipl.-Ing. Jan Röder

Nach Abschluss des Studiums zum Dipl.-Ing. der Elektrotechnik ist Jan Röder seit 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Audiovisuelle Technik am Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau. Er promoviert auf dem Gebiet der Anwendung von IT-Technologien im echtzeitkritischen Fernsehproduktionsstudio.

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Schade

Hans Peter Schade ist Professor für Audiovisuelle Technik an der Technischen Universität Ilmenau seit 2002. Er promovierte auf dem Gebiet der Geräuschdiagnostik und Mustererkennung. Seit den 90-iger Jahren baute er die medientechnische Ausbildung und das Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau auf. Er folgte 2000 einem Ruf für Medientechnik an die Hochschule Anhalt. Die derzeitigen Forschungsaktivitäten richten sich auf die IT-gestützte Fernsehstudioproduktion, den Broadcast-Datendiensten und der raumakustischen Simulation.

Dr.-Ing. Matthias Schnöll

Matthias Schnöll arbeitete nach seinem Physik-Studium bei der Firma IBM als Projektingenieur. Seit 1992 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Studiengang Fernsehtechnik und elektronische Medien an der FH-Wiesbaden und leitet mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Rolf Hedtke das Labor für Digitale Bildbearbeitung. Herr Schnöll hat an der Sankt Petersburger Staatlichen Elektrotechnischen Universität „Leti“ seine Promotion durchgeführt.

Dipl.- Ing. (FH) Jürgen Wehner

Jürgen Wehner hat sein Studium an der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt als Dipl.-Ing. (FH) Elektrotechnik/Nachrichtentechnik und Diplom Wirtschaftsingenieur (FH) abgeschlossen. Bei der Rundfunk-Betriebstechnik GmbH in Nürnberg ist er seitdem mit der Beurteilung von IT-basierenden Systemen im Rundfunk- und Fernsehumbfeld betraut. Heute leitet er dort das Sachgebiet Informationstechnik.

Abkürzungsverzeichnis

AAC	Advanced Audio Coding	FEC	Forward Error Correction
AES	Audio Engineering Society	FH	Fachhochschule
ANSI	American National Standards Institute	FTP	File Transfer Protocol
ASI	Asynchronous Serial Interface	GB	Gigabyte
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Gbit	Gigabit
BAS	Bild-Austast-Synchron-Signal	Gbps	Gigabits per second
BMF	Broadcast Metadata exchange Format	G(b)E	Gigabit Ethernet
CMS	Content Management System	HD	High Definition
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection	HD-SDI	High Definition Serial Digital Interface
CUR	Computer-unterstützte Regie	HDTV	High Definition Television
DCS	Digital Component Signal	HDV	High Definition Video
DNS	Domain Name System	IMX	Interoperability Material Exchange (Sony)
DSL	Digital Subscriber Line	IP	Internet Protocol
DTM	Digital Synchronous Transfer Mode	ISO	International Organization for Standardization
DV-DIF	Digital Video Digital Interface Format	IT	Information Technology
DVB(-T)	Digital Video Broadcasting (Terrestrial)	ITU(-T)	International Telecommunication Union (Telecommunication Standardization Sector)
DVITC	Digital Vertical Interval Time Code	KLV	Key-Length-Value (Kodierung)
EBU	European Broadcasting Union	LAN	Local Area Network
EDL	Edit Decision List	LTC	Longitudinal Time Code
FBAS	Farb-Bild-Austast-Synchron-Signal (auch CVBS (Colour Video Baseband Signal))	MAZ	Magnet(band)aufzeichnung (sgerät)
		MDI	Media Delivery Index
		MOS	Mean Opinion Score <i>auch:</i> Media Object Server Communications Protocol
		MPEG	Moving Picture Experts Group
		MXF	Material Exchange Format

NLE	Non Linear Editing	TV	Television
OSI	Open System Interconnection	UDP	User Datagram Protocol
PC	Personal Computer	UML	Unified Modeling Language
PCM	Puls Code Modulation	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
QoS	Quality of Service	URL	Uniform Resource Locator
RFC	Requests for Comments	USB	Universal Serial Bus
RTP	Real-Time Transport Protocol	VJ	Video Journalist
SD	Standard Definition	VoIP	Voice over Internet Protocol
SDI	Serial Digital Interface	VPS	Video Programm System
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers	WMP	Werkzeuge der Medienproduktion
SOA	Service Oriented Architecture	WWW	World Wide Web
TC	Time Code	XML	Extensible Markup Language
TCP	Transmission Control Protocol		
TU	Technische Universität		