

# Ein adaptiver Ansatz zum Ingest großer Bestände audiovisueller Medien unter heterogenen Anforderungen

Robert Herms, Robert Manthey, Marc Ritter, Maximilian Eibl

Technische Universität Chemnitz

Professur Medieninformatik

D-09107, Chemnitz, Germany

{robert.herms,robert.manthey,marc.ritter,maximilian.eibl}@informatik.tu-chemnitz.de

## Zusammenfassung

Adaptive Methoden zur Digitalisierung und Transkodierung von audiovisuellen Medien stellen eine Grundvoraussetzung dar, um den heterogenen Qualitätsanforderungen verschiedener Kooperationspartner gerecht zu werden. Für diese Anwendungsszenarien stellt dieser Beitrag eine flexible Transkodierlösung vor, die in Kombination mit dem Middleware-Framework *Intecs* als Einspiellösung fungiert, wobei eine etablierte auf großen Datenmengen eruierte Workflow-Prozesskette näher beleuchtet sowie hinsichtlich eines repräsentativen Einsatzszenarios evaluiert wird.

## 1 Einleitung

In der Produktion, bei Dienstleistern und in Archiven stellt die Handhabung und Verwaltung audiovisueller Medien erhebliche Anforderungen an die Verarbeitungs- und Speicherkapazitäten. Zum einen muss die notwendige Technik und Software vorgehalten und durch qualifiziertes Personal gewartet werden, zum anderen sind gesetzliche Vorgaben einzuhalten und die betreffenden Medien dementsprechend zu handhaben. Zusätzlich dazu stellen der Nutzungszeitraum von mehreren Jahren bis Jahrzehnten sowie die Heterogenität der Workflowanforderungen bei den Anwendern weitere erhebliche Herausforderungen dar. Der Workflow bei Dienstleistern, welche beispielsweise VHS-Kassetten digitalisieren, sollte kostengünstig und schnell den als Ingest bezeichneten Einspielvorgang unterstützen, die Mediendaten zwischenspeichern und geeignet an die Kunden weiterleiten. Demgegenüber liegt der Schwerpunkt bei Archiven im Bereich der qualitativ hochwertigen, verlustfreien und sicheren Speicherung der Mediendaten. [Götzer *et al.*, 2008]

Bedingt durch diese Heterogenität erfordert ein generischer Ansatz eines einheitlichen Workflows eine größtmögliche Flexibilität bei der Verwaltung der daran beteiligten Komponenten und deren Verbindungen zueinander. Dies erfordert beispielsweise sowohl die Anzahl, Typen und Standorte der am Ingest beteiligten Komponenten an veränderte Kostenanforderung anpassen zu können als auch die Qualität und Speicherorte der Daten. Flexible und rekonfigurierbare Verbindungen müssen zwischen vorhandenen Komponenten hinzugefügt, modifiziert oder entfernt werden. Durch diese Möglichkeiten können gegebene Workflows adaptiert und bedarfsgerecht angepasst werden.

## 2 Archivierungsbedarf audiovisueller Medien

In Europa existieren über 28 Millionen Stunden an audiovisuellem Material, welches vom Verfall bedroht ist und

Qualitätsstufe	Transferrate (Mbit/s)	Speicherplatzbedarf (GB/h)
Browsen	0.128	0.058
Vorschau	1.5	0.680
Broadcast	4	1.8
Produktion	50	23
Unkomprimiert	270	121.5

Tabelle 1: Eigenschaften unterschiedlicher Qualitätsstufen (nach: [Mauthe and Thomas, 2004])

für die zukünftige Nutzung mittels Digitalisierung sowie Annotation erschlossen werden sollte. Dabei existierten bereits im Jahr 2007 ca. 200 Exabyte (1 Exabyte =  $10^6$  TB) an analogem Video- und Filmmaterial auf alternden Originalträgern. Um diese massive Menge an Daten zu retten, werden Workflows zur Archivierung von digitalem audiovisuellen Material benötigt, welche sowohl automatisierbar als auch finanzierbar sind. [Herla *et al.*, 2010]

Existierende Workflowmanagementlösungen für die Verwaltung von Geschäfts- und Verwaltungsabläufen wie kommerzielle Produkte *MS BizTalk*<sup>1</sup> oder *Oracle BPEL Process Manager*<sup>2</sup> unterstützen einerseits nur bestimmte Betriebs- und Datenbanksysteme. Andererseits entstehen gleichzeitig größere finanzielle Belastungen sowie Hersteller- und Technologieabhängigkeiten. Diese Einschränkungen und Bindungen stellen ihrerseits eine erhebliche Behinderung für notwendige Daten-, Format- und Technologiemigrationen und die darauf aufbauende Archivierung dar. [Götzer *et al.*, 2008; Neuroth *et al.*, 2010] Open-Source-Lösungen wie *Activiti*<sup>3</sup> oder *jBPM*<sup>4</sup> reduzieren den Umfang dieser Nachteile durch weitgehende Herstellerunabhängigkeit und geringere Kosten bei Beschaffung und Betrieb. Allerdings ist deren notwendige Anpassung an die speziellen Bedingungen des Ingests, wozu auch das Einspielen großer Datenmengen von bis zu 50 Mbit/s (Tabelle 1), das Sammeln der technischen Randbedingungen unterschiedlichster Hardware, deren Steuerung und die Variabilität des gesamten Einspielworkflows gehören, nur begrenzt realisierbar, so dass eine qualifizierte und für diesen Anwendungsfall spezialisierte Lösung entwickelt werden musste.

<sup>1</sup><http://www.microsoft.com/en-us/biztalk/default.aspx>, 10.07.2013

<sup>2</sup><http://www.oracle.com/technetwork/middleware/bpel/overview/index.html>, 10.07.2013

<sup>3</sup><http://www.activiti.org>, 10.07.2013

<sup>4</sup><http://www.jboss.org/jbpm>, 10.07.2013

Daten-träger	Kapa-zität in GB	Daten-transfer-rate in Mbit/sec	Zu-griffs-zeit in ms	mittlerer Preis in EUR/GB
CD	0.8	70 (52x)	50	0.1
Mikrofilm	5	–	–	2
MOD	17	5 (1x)	60	5
DVD	19	80 (8x)	65	0.2
BD	50	288 (8x)	65	0.5
SSD	128	30 – 50	0.2	10
LTO	800	60 – 120	–	0.1 – 0.25
HDD	1500	50 – 100	10	0.5

Tabelle 2: Eigenschaften verschiedener Speichermedien (nach: [Neuroth *et al.*, 2010])

Die kundengegebenen, wirtschaftlichen und rechtlichen Bedingungen beeinflussen die Art der Speicherung der vorhandenen Mediendaten und führen beispielsweise bei Videodaten zu erheblichen Unterschieden in der Größe der Daten und resultieren in den dafür optimierten Speichersystemen (Tabelle 2). Dazu gehören konventionelle Speichermedien von CD über DVD und Bluray (BD) bis hin zu LTO (Linear Tape Open). Letztere bieten gegenüber Festplattenmedien (HDD) Eigenschaften für längerfristige und kostengünstige Speicherung größerer Datenmengen unter der Bedingung, dass auf die Daten nicht allzu oft zugegriffen werden muss, da die Zugriffszeiten des Wiederherstellungsvorgangs ähnlich wie bei Mikrofilmen langwieriger sind.

Weiterhin fallen für die Archivierung in der Regel noch Aufwendungen und Kosten für Personal an, welche durch den Offlinespeicher reduziert werden können. [Klaproth, 2013]

Im nachfolgend vorgestellten Ansatz wurde die notwendige Flexibilität unter Verwendung von Festplatten als Zwischenspeicher und LTO-Laufwerken als Archivierungsmedium exemplarisch umgesetzt und erprobt.

### 3 Systemarchitektur

Die Gesamtarchitektur für den adaptiven Ansatz zum Ingest audiovisueller Medien setzt sich aus dem Framework *Imtecs* und einer flexiblen Transkodiereinheit zusammen. Beide Lösungen werden in den folgenden Abschnitten hinsichtlich ihrer Funktionalität und Einsatzmöglichkeiten näher erläutert sowie in Kombination zur Realisierung eines adaptiven Ingest-Workflows vorgestellt.

#### 3.1 Imtecs-Framework

Das eigens entwickelte Framework *Imtecs* (Ingest middle-ware including extraction of metadata from technical constraints) ist eine Open-Source-Lösung für das automatisierte Einspielen audiovisueller Medien in serverbasierte Systeme bei gleichzeitiger Dokumentation jedes Einspieljobs in Form von Metadaten über die technischen Rahmenbedingungen des Einspielens, wozu auch verwendete Hardware zählt.

Die Architektur des *Imtecs*-Framework ist in Abbildung 1 dargestellt. *Imtecs* ist grundsätzlich eine Middleware zur Steuerung der für das Einspielen notwendigen Hardware- und Softwarekomponenten. Die Konfiguration eines Ingest-Workflows erfolgt durch die entsprechen-

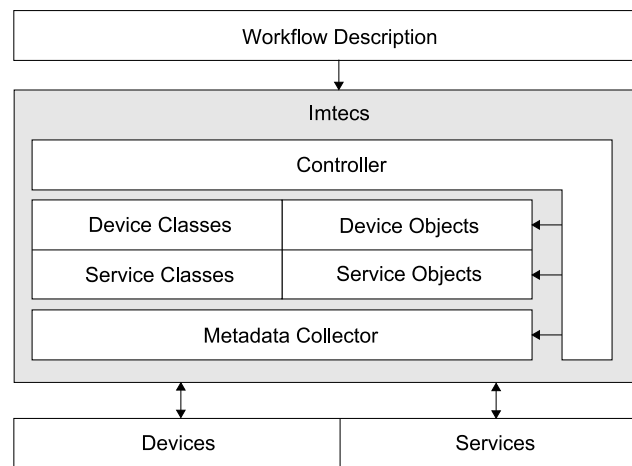


Abbildung 1: Architektur des Imtecs-Frameworks [Manthey *et al.*, 2013]

de Beschreibung (Workflow Description). Hierfür wurde das XML-basierte *Ingest Workflow Description* Format (IWD) entwickelt, in dem alle anzusteuernenden Geräte sowie Dienste und deren Beziehungen zueinander beschrieben werden. [Manthey *et al.*, 2013]

Dieses Format wird durch Imtecs geladen und initiiert den Workflow. Spezifische Medien wie z.B. VHS erfordern eine entsprechende Workflow-Beschreibung, da nur bestimmte Hardware angesprochen wird. Um auf diese Gegebenheit flexibel einzugehen, können mehrere IWDs im Vorfeld angelegt oder bereits existierende adaptiert werden. Um neue Workflows anzulegen werden generische Workflow-Templates bereitgestellt, um die Konfiguration zu vereinfachen.

In *Imtecs* werden Geräte als *Device Objects* und Dienste als *Service Objects* repräsentiert, wobei entsprechende *Classes* Zusammenfassungen von mindestens einem Object sind. Der *Controller* steuert den Ablauf des Workflows und koordiniert dabei die zeitlichen Abläufe der teilnehmenden Geräte und Dienste, so dass verschiedene audiovisuelle Medien erfolgreich eingespielt werden können. Jedes einzuspielende Medium kann als eine Art Job betrachtet werden, wobei der *Metadata Collector* für jeden Job automatisch die zuvor angegebenen formalen Metadaten festhält sowie die Metadaten von den beteiligten Geräten und Diensten sammelt, welche am Einspielprozess beteiligt sind. Weiterhin sind diese Daten in Form einer Wissensbasis bei der Adaption sämtlicher nachfolgender Workflowelemente und -abläufe nutzbar. [Herms *et al.*, 2012]

Das *Imtecs*-Framework fand bereits Anwendung in frühen Testphasen zur Archivierung audiovisueller Medien, um einerseits frühzeitig die Probleme der automatisierten Digitalisierung zu identifizieren und andererseits das aufkommende Datenvolumen verschiedener Qualitätsstufen abschätzen zu können. Eine weitere Testphase befasste sich in der Kombination mit dem Analyse-Framework AMOPA (Automated Moving Picture Annotator) [Knauf *et al.*, 2011; Ritter and Eibl, 2011; 2009], zur automatisierten inhaltsbasierten Annotation der eingespielten Medien [Ritter *et al.*, 2013]. Aktuell wurden die eingesetzten Technologien hinsichtlich eines Langzeittests von vier Wochen im unterbrechungsfreien Betrieb rund um die Uhr sowie bei der Verarbeitung großer Datenmengen evaluiert, wobei 500 Stunden Videomaterial erfolgreich erfasst, gespeichert und analysiert werden konnten.

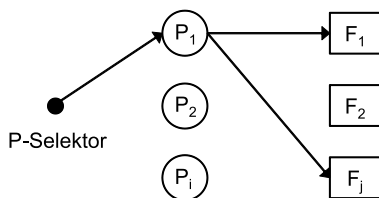


Abbildung 2: Flexibles Transkodieren durch Selektion von Kooperationspartner  $P_i$  zugeordneten Formaten  $F_j$

### 3.2 Flexibles Transkodieren

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Transkodier-Lösung nutzt FFmpeg<sup>5</sup> für das Transkodieren von audiovisuellen Medien unter der Berücksichtigung der Formatauswahl und den Qualitätsanforderungen eines Kooperationspartners, dem diese Dienstleistung zur Verfügung gestellt wird. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, werden die von jedem Kooperationspartner  $P_i$  präferierten und daran angepassten Formate  $F_j$  zugewiesen.

Diese Informationen müssen in irgendeiner Form, beispielsweise in einer Datenbank, hinterlegt werden, damit das Transkodier-System bei einer Eingangsgröße  $P_i$ , welche aus den formalen Metadaten von *Imtecs* oder einem anderen System entstammen, die entsprechenden Zielformate für die Transkodierung laden kann. Die Datenbankeinträge sollten nach Möglichkeit modifizierbar sein, da sich die Anforderungen eines Kooperationspartners zu einem späteren Zeitpunkt ändern können.

Diese Vorgehensweise ermöglicht einerseits auf bestimmte Codec- und Containerformate einzugehen, andererseits spezielle Parameter wie die Bitrate aufgrund von mangelnder Speicherkapazität zu justieren. Da zudem jedem Partner mehrere Formate zuordenbar sind, ergibt sich eine auf die individuellen Bedürfnisse zugeschnittene Konfiguration, durch deren Abbildung die Anzahl und Art der durchzuführenden Transkodierungen eindeutig festgelegt ist.

### 3.3 Prozesskette des Gesamtsystems

Aufgrund der Vielzahl potenzieller Kooperationspartner mit jeweils eigenen Eingangs- und Zielformaten sowie individuellen Anforderungen an Kostenprofile und darauf aufbauende Speichermengen, ergibt sich eine schwer vorhersehbare Menge zu realisierender Prozessabläufe für den Gesamtprozess. Dieser Umfang stellt seinerseits ein beträchtliches Problem in Bezug auf Wartbarkeit und Kosteneffizienz dar, weshalb eine Vereinfachung basierend auf den Prinzipien des vorherigen Abschnitts erweitert und auf den Gesamtprozess angewendet und in Abbildung 3 dargestellt wird.

Der Gesamtprozess erfordert eine Wissensbasis über die einzuspielenden Medien als auch die Zielformate eines Kooperationspartners. Hierzu wird zu Beginn eine Anforderungsanalyse vorgenommen, die ausschlaggebend für die Automatisierung der folgenden Prozesse und die Ergebnisse der Kooperationspartner sind.

Die Anforderungsanalyse befasst sich insbesondere mit der Ermittlung der Art und Menge der einzuspielenden Medien, deren Zielformate und Qualität. Hierbei findet zudem eine Aufschlüsselung der Aufwendungen für die aufzubringenden Speicherkapazitäten statt; eine Anpassung des Vorhabens ist dabei unter Umständen abzuwägen. Das Resultat

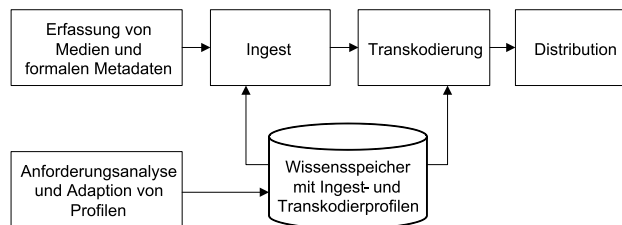


Abbildung 3: Prozesskette des adaptiven Workflows mit anforderungsabhängigen Profilen für den Einspiel- und Transkodiervorgang

der Analyse sind Profile, die sich einerseits auf das Einspielen beziehen, damit der Ingest-Workflow auf die Eingangsformate justiert ist. Andererseits werden Transkodierprofile angelegt, welche jeweils die Zielformate eines Kooperationspartners beinhalten. Ändert sich das Vorhaben eines Kooperationspartners, so können sowohl Ingest- als auch Transkodierprofile adaptiert oder weitere Profile hinzugefügt werden. Ingestprofile liegen in Form von IWD-Formaten vor, die Transkodierprofile sind Datenbankeinträge.

Noch vor dem Ingest werden die einzuspielenden Medien sowie Informationen über diese und den Kooperationspartner in Form formaler Metadaten erfasst und an *Imtecs* übergeben. Um den Workflow automatisiert konfigurieren zu können, wird daraufhin das entsprechende Ingestprofil (IWD) anhand der formalen Metadaten aus dem Wissensspeicher geladen. Anschließend startet der Ingest-Workflow, wobei zunächst qualitativ weitgehend verlustfreie Videodaten erstellt werden, die den Input für den nachfolgenden Transkodierprozess bilden. Zusätzlich werden die über den Einspielprozess sowie die zu Beginn festgelegten formalen Metadaten abgespeichert.

Der nächste Prozess ist die Transkodierung. Aus den Metadaten ist ersichtlich von welchem Kooperationspartner die einzuspielenden Medien stammen. Diese Kenngröße wird als Basis verwendet, um automatisiert das entsprechende Transkodierprofil aus dem Wissensspeicher zu laden und die Transkodierung der zuvor eingespielten Videodaten in die Zielformate durchzuführen. Die Ergebnisse werden in Ausgangsverzeichnisse abgelegt und stehen zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung. Die Datensätze der Kooperationspartner sind somit für die Speicherung in Datenbanken oder auf LTO-Bändern zur Archivierung vorbereitet. Die resultierten Videoformate und Metadaten können über den Distributionsschritt zum Kooperationspartner in Abhängigkeit der Größe der aufkommenden Daten und entsprechenden Aufwendungen individuell übermittelt werden.

## 4 Evaluation

In diesem Abschnitt wird ein repräsentatives Szenario für den adaptiven Ansatz zum Ingest von audiovisuellen Medien unter heterogenen Anforderungen eines Kooperationspartners aufgestellt. Ziel dieser Evaluation ist die Auswertung des gesamten Ingest-Zeitraumes, der aufkommenden Speichergröße je Qualitätsanforderung und einer Kostenabschätzung der sich hieraus ergebenden Speichergröße, welche dabei aufgebracht werden muss.

Das Szenario umfasst den Ingest von insgesamt 444 S-VHS-Kassetten, deren Bandlänge zwischen 30 und 240 Minuten variieren und die inhaltlich sowohl Nachrichtenbeiträge, Sportsendungen, Dokumentationen und Werbe-

<sup>5</sup><http://www.ffmpeg.org>, 10.07.2013

Format	F1 (Analyse)	F2 (Preview)	F3 (Prod.)	F4 (Archiv)
Container-format	MP4	MPEG	AVI	MXF (OP1a)
Video-codec	h.264	h.262	DV	IMX 50
Auflösung	720 × 576			
Chroma YUV	4:2:0			4:2:2
Bildrate	25 fps			
Bitrate (kBit/s)	1.998	8.750	28.812	50.000
Audio-codec	AAC	MP3	PCM S16 LE	
Abtast-rate	48 kHz			
Kanäle	2			
Bitrate (kBit/s)	160	128	1.536	12.300

Tabelle 3: Anforderungskatalog der eingespielte S-VHS-Kassetten für verschiedene Anwendungsfälle von Analyse und Preview über Produktion bis hin zur dauerhaften Archivierung.

beiträge zeigen. Aus dem Anforderungskatalog des Kooperationspartners (Tabelle 3) ergeben sich die vier Zielformate  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  und  $F_4$ , die in unterschiedlichen Szenarien Einsatz finden.

Um den speziellen Anforderungen des Inhaltes an die Analyse Rechnung zu tragen, wurde das dafür optimierte Format  $F_1$  zur Verwendung durch das Analyse-Frameworks AMOPA definiert. Das Format  $F_2$  stellt eine erheblich größere Version für den Preview-Prozess in der Redaktion des Kooperationspartners dar und wurde auf die dort eingesetzte Software ausgerichtet. Für die weitere Produktion steht  $F_3$  als qualitativ hochwertigstes und größtes Einsatzformat zur Verfügung. Zur Archivierung und als Sicherheitskopie ist das Format  $F_4$  vorgesehen.

#### 4.1 Testaufbau und Durchführung

Für die Umsetzung des Szenarios wurde das zuvor vorgestellte System basierend auf *Imtecs* und der flexiblen Transkodierung mit Hilfe entsprechender Hardware eingesetzt. Der Testaufbau für dieses Szenario umfasste zwei professionelle S-VHS-Player, ein selbstkonstruiertes Magazin mit einer Kapazität von zehn S-VHS-Kassetten sowie einen Laderoboter basierend auf der Lego-NXT-Technologie, zwei Analog-Digital-Wandler und zwei Hardware-Netzwerk-Enkoder. Die S-VHS-Kassetten wurden, damit die Digitalisate zu einem späteren Zeitpunkt eindeutig identifizierbar sind, jeweils mit einem eigenen QR-Code markiert, der eine zu ISAN<sup>6</sup> analoge Identifizierungsnummer codiert. Sobald der Einspielprozess einer Kassette startet, wird dieser Code ausgelesen und den resultierenden Zielformaten zugeordnet. Da die Kapazität des Kassettenmagazins auf zehn Einheiten beschränkt ist,

<sup>6</sup><http://www.isan.org>, 14.07.2013

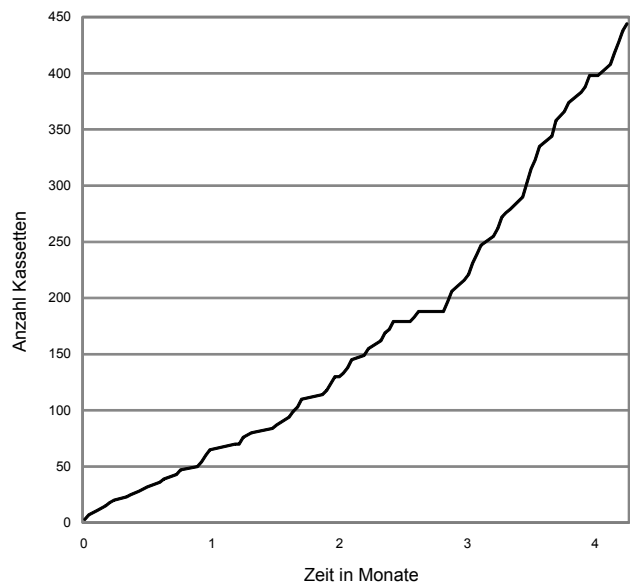


Abbildung 4: Übersicht über den Zeitraum in Monaten, in dem 444 S-VHS-Kassetten digitalisiert und transkodiert wurden.

musste dieses fünf mal innerhalb einer Woche gefüllt werden.

In Abbildung 4 wird illustriert, wieviel S-VHS-Kassetten über den Zeitraum von 130 Tagen eingespielt wurden. Dabei lässt sich nach zweieinhalb Monaten eine signifikante Wende verzeichnen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden im Schnitt 66 Kassetten pro Monat eingespielt, in der nachfolgenden Zeit konnte eine Menge von 150 Kassetten pro Monat gezählt werden. Dieser massive Umbruch ist auf effizienteres Management des temporären Speichers zurückzuführen, was zu weniger Unterbrechungen des Einspielens führte. Vor der LTO-Abspeicherung wurde dann eine automatische Verteilung der Daten auf verschiedene Zwischenspeicher vorgenommen, weshalb seitdem nahezu unterbrechungsfrei eingespielt werden konnte.

#### 4.2 Speicher- und Kostenabschätzung

Für einen Kooperationspartner sind die aus dem Einspielszenario resultierenden Speichergrößen und die damit verbundenen Kosten von besonderer Bedeutung. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Formate, welche zuvor identifiziert wurden, und die entsprechende Gesamtspeichergröße für das Szenario mit einer Gesamtdauer von 1.450 Stunden. Ebenfalls wird eine Abschätzung der Speichergröße für eine Stunde Videomaterial getroffen.

Die Speicherkapazität, die in diesem Anwendungsfall für das Archivformat ( $F_4$ ) zu erbringen ist, beläuft sich auf 40,4 TB und wird in der Regel Near- oder Offline gespeichert, wobei LTO-5-Bänder mit einer (unkomprimierten) Kapazität von 1,5 TB verwendet werden. Aus Sicht eines Archivars ist dementsprechend die Frage nach den Kosten interessant. Die Kosten der Gesamtspeicherkapazität eines spezifischen digitalen Videoformates  $K_i$  wird bestimmt durch die Gesamtspeichergröße des Videoformates  $s_i$ , die Größe der Kapazität des zu verwendenden Speichermediums  $g$  und eines Kostenfaktors  $k$  für das Speichermedium:

$$K_i = \left[ \frac{s_i}{g} \right] \cdot k \quad (1)$$

Beispielhaft lassen sich die anfallenden Archivierungskosten aus einem Speicherbedarf von  $s_i = 40,4$  TB, einer

Format	Speicher, 1 h	Speicher, 1.450 h
$F_1$	150 MB	217,5 GB
$F_2$	1 GB	1,4 TB
$F_3$	14 GB	20,3 TB
$F_4$	28,5 GB	40,4 TB

Tabelle 4: Übersicht über Formate und Speichergrößen je Stunde (links) und für das gesamte Szenario (rechts).

Speicherkapazität von  $g = 1,5$  TB und einem fiktiven Kostenfaktor von  $k = 50$  EUR ermitteln. Allein für das Szenario der Langzeitarchivierung ( $F_4$ ) ergeben sich somit die Kosten von  $K_4 = 1.350$  EUR.

Basierend auf dem hierbei verwendeten Archivierungsformat und dem gegebenen Kostenfaktor  $k$  für ein LTO-5-Band, lässt sich ein Kostenpunkt abschätzen. Da der Datenaustausch aller Formate zwischen Dienstleister und Kooperationspartner durch LTO-5-Bänder vorgenommen wird, ergeben sich die Gesamtkosten  $K_G$  aus der Summe aller Teilkosten:

$$K_G = \sum_{i=1}^n K_i \quad (2)$$

Die gesamte Speicherkapazität aller Formate, die in diesem Anwendungsszenario und über alle Qualitätsstufen zu erbringen war, umfasst 62,3 TB. Dies entspricht 42 LTO-Bänder und unter Einbezug des obigen Kostenfaktors die Gesamtkosten  $K_G = 2.100$  EUR. Mit Hilfe des Kostenmodells und des damit in Relation stehenden Speicherbedarfs kann somit auch der Rückschluss auf Qualität und Anzahl verschiedener Zielformate ermöglicht werden.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

In Archiven mit audiovisuellen Inhalten sind Medien zum Teil unerschlossen und in analoger Form vorzufinden. Abhilfe schaffen hierbei Archivierungs-Workflows, um die Medien in serverbasierte Landschaften zu überführen indem sie digitalisiert und annotiert werden. Der kombinierte Einsatz der beiden Komponenten *Imtecs* und einer flexiblen Transkodierlösung ermöglicht für bestimmte Qualitätsanforderungen einen flexiblen Ansatz für die Digitalisierung von audiovisuellen Medien und die Transformation in bestimmte Zielformate. Mittels *Imtecs* erfolgt die automatisierte Steuerung von Hardware- und Softwarekomponenten für das parallele Einspielen der Medien, wobei der Workflow als solches konfigurierbar ist. Die in der Prozesskette folgende Transkodiereinheit ermöglicht die Selektion der Zielformate, welche im Vorfeld einem bestimmten Kooperationspartner zugeordnet werden. Somit können wiederkehrende Aufgaben im Wechsel und ohne erneutes Konfigurieren effizient abgearbeitet werden.

Das Gesamtsystem wurde anhand eines Einsatzszenarios evaluiert, bei dem die Anforderungen eines Kooperationspartners identifiziert und das Zielvorhaben angestrebt wurde. Das Szenario umfasst den Ingest von 444 S-VHS-Videokassetten und vier unterschiedliche filebasierte Zielformate. Die Machbarkeit des Vorhabens konnte nach etwas mehr als vier Monaten nachgewiesen werden. Der Ingest ist weiter optimierbar, wenn die Anzahl von Videoplayern höher skaliert ist und das Speichermanagement bezüglich Schreib- und Lesegeschwindigkeit sowie Kapazität angepasst wird.

Aus Sicht eines Archivars sind die entstehenden Kosten für das aufkommende Speichervolumen und der Speicher-

Verwaltungsaufwand von besonderer Bedeutung. Zur Orientierung konnte anhand des in dieser Arbeit untersuchten Szenarios eine Aussage über die Kosten im Zusammenhang mit der ermittelten notwendigen Gesamtspeichergröße getroffen werden. Ebenso ist es möglich, Qualitätsstufen und Anzahl der Zielformate in Abhängigkeit der Kosten umzusetzen.

Zukünftige Erweiterungen umfassen einerseits die flexible Integration in andere Produktions- und Archivworkflows in Form von cloud-basierten Systemen. Andererseits wird das System um zusätzliche Dienste zur automatischen und manuellen inhaltlichen Annotation ergänzt, um den Archivierungsaufwand geeignet zu reduzieren und Möglichkeiten für späteres Retrieval zu integrieren.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde teilweise im Projekt *ValidAX - Validation der Frameworks AMOPA & XTRIEVAL* (Projekt VIP0044) erstellt, das vom *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) gefördert wird.

## Literatur

- [Götzer *et al.*, 2008] Klaus Götzer, Ralf Schmale, Bernhard Maier, and Torsten Komke. *Dokumentenmanagement - Informationen im Unternehmen effizient nutzen*. dpunkt.verlag, Heidelberg, 2008. 4. Auflage, 378 S.
- [Herla *et al.*, 2010] Siegfried Herla, Christian Fey, Birgit Schröter, and Gerhard Stoll. *Multimediale Archive der nächsten Generation*. In *Fernseh- und Kinotechnik (FKT) 1-2/2010*, 2010. S. 37–41.
- [Herms *et al.*, 2012] Robert Herms, Robert Manthey, and Maximilian Eibl. *Framework für Ingest mit Annotation technischer Randbedingungen*. In *Lernen, Wissen, Adaption; Workshop Information Retrieval 2012 der GI-Fachgruppe Information Retrieval*, Dortmund, 2012. S. 2.
- [Klaproth, 2013] Frank Klaproth. *DP4lib – Kostenmodell für einen LZA-Dienst*, 2013. 28 S., [http://dp4lib.langzeitarchivierung.de/downloads/DP4lib-Kostenmodell\\_eines\\_LZA-Dienstes\\_v1.0.pdf](http://dp4lib.langzeitarchivierung.de/downloads/DP4lib-Kostenmodell_eines_LZA-Dienstes_v1.0.pdf), 01.07.2013.
- [Knauf *et al.*, 2011] Robert Knauf, Jens Kürsten, Albrecht Kurze, Marc Ritter, Arne Berger, Stephan Heinich, and Maximilian Eibl. *Produce. Annotate. Archive. Repurpose – Accelerating the Composition and Metadata Accumulation of TV Content*. In *Proceedings of the 2011 ACM International Workshop on Automated media analysis and production for novel TV services (AIEMPro)*, 2011. S. 31–36.
- [Manthey *et al.*, 2013] Robert Manthey, Robert Herms, Marc Ritter, Michael Storz, and Maximilian Eibl. *A Support Framework for Automated Video and Multimedia Workflows for Production and Archive*. In *Proceedings of Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction for Learning, Culture, Collaboration and Business, 15th International Conference HCI 2013*, Las Vegas, NV, USA, 2013. Springer. S. 336–341.
- [Mauthe and Thomas, 2004] Andreas Mauthe and Peter Thomas. *Professional Content Management Systems - Handling Digital Media Assets*. John Wiley & Sons, 2004. 316 S.

- [Neuroth *et al.*, 2010] H. Neuroth, A. Oßwald, R. Schefel, S. Strathmann, and K. Huth (Hrsg.). *nestor Handbuch - Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung Version 2.3*. Verlag Werner Hülsbusch, 2010. 634 S.
- [Ritter and Eibl, 2009] Marc Ritter and Maximilian Eibl. Visualizing steps for shot detection. In *Lernen, Wissen, Adaption; Workshop Information Retrieval 2009 der GI-Fachgruppe Information Retrieval*, Darmstadt, 2009. S.98–100.
- [Ritter and Eibl, 2011] Marc Ritter and Maximilian Eibl. An Extensible Tool for the Annotation of Videos Using Segmentation and Tracking. In *Proceedings of Design, User Experience, and Usability. Theory, Methods, Tools and Practice - First International Conference, DUXU, Held as Part of HCI International 2011*, Orlando, FL, USA, 2011. S. 295–304.
- [Ritter *et al.*, 2013] Marc Ritter, Robert Herms, Robert Manthey, and Maximilian Eibl. Ein ganzheitlicher Ansatz zur Digitalisierung und Extraktion von Metadaten in Videoarchiven. In *Proceedings des 13. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2013)*, Potsdam, 2013. S. 362–371.