

3|2011

€ 15,-
65. Jahrgang

www.FKT.schiele-schoen.de

FKT

RTM
RUNDUNKTECHNISCHE
MITTEILUNGEN DES IRT

DIE FACHZEITSCHRIFT FÜR FERNSEHEN, FILM UND ELEKTRONISCHE MEDIEN



**Bedeutung der Archive
für den Rundfunk**

**Langzeitarchivierung
digitaler Daten**

**Archive für
Videoproduktion und
Broadcast**

**Methoden zur
Umgehung von
IPS-Technologien**

**Bildqualitätsmessung
komprimierter
Videsequenzen**

**IRT-Symposium: Vom
Suchen und Finden**

**Standards für
digitale Archive**

Archive für Videoproduktion und Broadcast

Ein Archiv ist eine Investition zur systematischen Sammlung, Sicherung, Verwaltung und Wiederverwertung von abgeschlossenen Produktionen und erstellten Medien. Derzeit ist eine Langzeitsicherung plus Auslagerung auf LTO-Band ohne Alternative. Die kombinierte Nutzung der LTO-Bandbibliothek für Archiv und Backup erhöht den Nutzen und sorgt für schnellere Amortisation. Eine Planung des Archivzeitpunkts vermeidet dabei unnötige Restore-Vorgänge und Doppelarchivierungen von unveränderten Assets. Im Beitrag werden neue Lösungswege vorgestellt.

An archive is an investment in systematic collection, securing and administration of finished productions and assets. LTO tape represents the state-of-the-art for long-term and off-site storage. Combined usage of an LTO library for archive and backup increases efficiency and facilitates early payoff. Choosing the right timing for archiving results in avoiding unnecessary restore and re-archiving processes. This article points at adequate solutions.

Archiv – das unbekannte Wesen

Der Ursprung des Wortes Archiv (lateinisch Archivum) geht auf das Amtsgebäude zurück, in dem Schriftstücke gelagert wurden, die nicht für laufende Aufgaben benötigt wurden. Später wurde der eigentliche Lagerraum und auch die gelagerten Dokumente, also der Inhalt, in den Begriff aufgenommen. Das Schlüsselkriterium ist hierbei die Aussage: „... für die laufenden Aufgaben nicht benötigt“.

Heute werden zunehmend Daten archiviert, was neue Fragen aufwirft. Daten sind scheinbar leichter zu transportieren und zu duplizieren. In der öffentlichen Wahrnehmung hat das Thema allerdings wenig Attraktivität, obwohl die Weitergabe von Kultur und Wissenschaft an zukünftige Generationen davon abhängt. In den USA bemüht man sich um eine Verbesserung von Sichtbarkeit und Ruf der Archivare [1]. Es gibt bereits weitgehende Projekte mit detaillierten Analysen, Erfahrungen und Handreichungen [2]. Das deutsche Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat auch einen Leitfaden zum digitalen Archiv herausgegeben [3].

Backup ist kein Archiv

Um ein häufiges Mißverständnis gleich zu Anfang zu klären, sei hier auf den grundlegenden Unterschied zwischen Archiv und Backup hingewiesen. Ein Backup ist zunächst immer eine Datenduplikation. Die zur Arbeit nötigen Daten werden sicherheitshalber in einer zusätzlichen Kopie bereitgehalten. Falls

etwas verloren geht, so kann es jederzeit aus dem Backup wieder hergestellt werden. In einem zyklischen Prozess werden nach voreingestellter Zeit alte Sicherungen mit neuen Backups überschrieben. Die Größe eines Backups ändert sich somit nur geringfügig.

Bei einem Archiv hingegen handelt es sich prinzipiell immer um Daten abgeschlossener Projekte, die zur Entlastung des performanten und damit teuren Online-Speichers in günstigeren Nearline- oder Offline-Speicher migriert werden. Am Originalort werden sie anschließend gelöscht. Somit wächst ein Archiv stetig an.

Archiv von klein bis groß

Im Videobereich hat sich die Archivierung von Videobändern lange bewährt. Oft wurde einfach jede Produktion in ein Regal gestellt – mit mehr oder weniger systematischer Beschriftung. „Im Notfall könne man wieder auf das Band zurückgreifen.“ Mit File-basiertem Workflow kommt hier oft ein Erwachen mit Schrecken. Ist die Datei von der Speicherkarte oder Festplatte gelöscht, ist sie oft endgültig verloren. Allerdings lässt sich tatsächlich auch das Schema „Ein Band = Eine Produktion“ wieder mit einem digitalen Archiv weiterführen. Nötig ist hier mindestens ein LTO-Einzellaufwerk und die Einhaltung der Regel für jeden Archivvorgang ein neues Band zu verwenden – auch, wenn es nicht voll beschrieben wurde. Mehrere Vorteile ergeben sich aus diesem Vorgehen. Gewohnte Abläufe können bestehen bleiben und Regalsysteme weiterverwendet werden. Gleichzeitig profitiert man von den Sicherheitsfeatures der LTO-Bänder. Darüber

hinaus bietet zum Beispiel das „P4 Archiv“ von Archiware [4] die Möglichkeit jederzeit, also auch ohne das eigentliche Archivband im Laufwerk zu haben, in einem Index zu blättern und zu suchen. Previews helfen beim Auffinden des gesuchten Clips. Wird die Wiederherstellung einer Datei ausgelöst, fordert die Software das betreffende Band vom Nutzer an. Für kleine bis mittlere Umgebungen kann das eine Migration zum digitalen Archiv darstellen.

Größere Umgebungen bei denen möglicherweise mehrere Nutzer Restore-Vorgänge gleichzeitig auslösen, benötigen eine Hardware, die das Wechseln der Bänder selbstständig übernimmt (Tape-Library bzw. Band-Roboter oder Jukebox). Die Vorteile von Libraries gehen noch weiter. Mehrere Laufwerke können gleichzeitig sichern und wiederherstellen und es kann der Datendurchsatz durch Parallelisierung optimiert werden. Das heißt, dass zwei oder mehr Laufwerke einen Datenstrom schreiben. Bei Durchsätzen von 120 MByte/s (LTO-4) bzw. 140 MByte/s (LTO-5) für ein Laufwerk ergeben sich durch diese Multiplizierung leistungsfähige Szenarien.

Archiv systematisch

Da die Entscheidung für den Aufbau eines Archivs oft eine bedeutende Investition mit sich bringt und zudem eine möglichst langfristige Nutzung angestrebt wird, lohnt sich ein systematisches Vorgehen. Dabei gilt es eine Reihe von Fragen, besonders auch organisatorischer Natur, zu beantworten.

Bandlos mit Band

Es mag anachronistisch wirken, Band als Speichermedium einzuführen, nachdem jahrelange Anstrengungen nötig waren, um einen Video-Workflow bandlos (tapeless) zu bekommen. Doch es gibt gute Gründe dafür. Zunächst hat aktuelles Datenmagnetband, also „Linear Open Tape“- (LTO-)Band, kaum etwas mit Videoband gemeinsam. Bemerkenswert ist bereits die Entstehungsge-

Dr. med. Marc M. Batschkus ist Medizininformatiker. Bei Archiware verantwortet er den Bereich Business Development und Marketing Science/Medicine/Media.



schichte der LTO-Norm. Das LTO-Konsortium nahm bewährte Features aus bestehenden Bandformaten und kombinierte sie zu einer „Best of all Worlds“-Lösung. So kam aus dem DLT die Cartridge-Technik, von AIT der Memory-Chip in der Cartridge, von DDS die Fehlerkorrektur usw. Das Resultat ist das zuverlässigste und gleichzeitig pro TByte kostengünstigste Langzeit-Sicherungsmedium LTO. Es vereint mehrere Sicherheitsstufen wie „Write Verify“, Checksummen mit automatischer Fehlerkorrektur, angepasste Scheibgeschwindigkeit und eine Magnetschicht, die für 30 Jahre Haltbarkeit zertifiziert ist [5].

Safety first

Ein Blick auf die Sicherheitsfeatures zeigt den drastischen Unterschied zum Videoband. Servo-Spuren, die bei der Herstellung auf das Band geschrieben werden, sorgen für eine laufwerksunabhängige exakte Positionierung der Köpfe. Damit läßt sich jedes Band sicher in jedem Laufwerk lesen und schreiben. Hintereinander angeordnete Schreib- und Leseköpfe sorgen für die unmittelbare Überprüfung der geschriebenen Daten ähnlich einer Hinterbandkontrolle. Sollte eine Stelle fehlerhaft sein, so wird sie automatisch erneut geschrieben und wiederum überprüft. Ergänzend werden Checksummen für jeden Sektor errechnet und geschrieben, die die automatische Korrektur von eventuellen Dropouts, also Fehlern des Bandes, erlauben. Auch diese werden gegebenenfalls automatisch vorgenommen. Bei korrekter Lagerung sind LTO-Bänder 30 Jahre lang lesbar und für diese Lagerzeit zertifiziert. Es ist derzeit die einzige Technologie, die diesen Anspruch auch durch Praxiserfahrungen belegen kann.

Investitionssicherheit für diese Technologie ergibt sich aus der Kombination der Konsortiummitglieder HP, IBM und Quantum, die die Laufwerke herstellen, sowie einer Roadmap bis zur „Generation 8“ (derzeit LTO-5). Tandberg Data ist ebenfalls Mitglied und entwickelt kleine bis mittelgroße Libraries neben zahlreichen anderen Lizenznehmern. LTO-Laufwerke können immer zwei Generationen ältere Bänder lesen (also zum Beispiel LTO-5 LW zu LTO-3-Band) und eine Generation ältere Bänder schreiben und lesen.

Archiv: Fragen zur Planung

1. Benutzer definieren: Wer konfiguriert, wer betreibt und wer archiviert?
2. Entscheidung und Selektion: Was soll ins Archiv und wann?

3. Welche Metadaten beschreiben die Daten bzw. nach was soll gesucht werden können?
4. Sicherung: Auf welchem Betriebssystem, welcher Hardware, mit welcher Software, in welche Infrastruktur, über welche Schnittstellen, in welchem Netzwerk und auf welchen Medien wird archiviert?
5. Welche Sicherheitsanforderungen sollen erfüllt werden:
Off-site-Lagerung, Duplizierung, Lagerfrist, Testzyklen der Archivbänder, Generationswechsel usw.
6. Retrieval:
– Wer sucht?
– Nach welchen Kriterien?
– Wer darf wiederherstellen?
– Auf welchen Speicher?
– Für welche Verwendung?

Optimierung der Archivkapazität

Für die optimale Dimensionierung des Archivs ist die Entscheidung wichtig, zu welchem Zeitpunkt abgeschlossene Produktionen archiviert werden. Geschieht das zu früh, wenn also eine Nachbearbeitung, Änderung usw. noch relativ wahrscheinlich ist, so muss sie nach erfolgter Bearbeitung erneut archiviert werden. Als Resultat werden die meisten Dateien der Produktion, die unverändert sind, ebenfalls wieder archiviert. Das Archiv wächst schneller als nötig. Aus einem LTO-basierten Archiv können systembedingt keine Dateien gelöscht werden (nur ganze Bänder nach einer optional voreingestellten „Verfallszeit“). Erinnert sei hier an die eingangs erwähnte Archivdefinition „für laufende Aufgaben nicht benötigt“.

Durch die Analyse der Verwendung abgeschlossener, also archivierbarer Produktionen, kann der optimale Zeitpunkt für die Archivierung bestimmt werden. Zwei Vorteile bringt dieses Vorgehen mit sich: einerseits bleiben die Produktionen online schnell und bequem verfügbar – solange eine (Nach-)Bearbeitung wahrscheinlich ist – und andererseits bleibt die Archivgröße optimiert und enthält nur minimal doppelte Dateien.

Workflow-Sicherung

Der primäre Speicher – in dem sich aktuelle Produktionen befinden – sollte immer mit einem Backup abgesichert werden. Alle Dateien können so bei Verlust zeitnah wiederhergestellt werden. Das Backup erneuert sich sozusagen selbst indem nach Überschreiten der Vorhaltezeit alte Backups mit neuen Sicherungen überschrieben werden.

Tatsächlich kann es mehrere Workflow-Stufen geben, die jeweils unabhängig abgesichert werden. Ein erwähnenswerter Sonderfall ist die Datenverfügbarkeit. Hier wird für besonders zeitkritische Daten, die nur wenige Minuten Ausfalltoleranz haben, eine eigene Spiegelung angelegt. Im Notfall kann diese – und zwar ohne einen Restore-Vorgang – die Produktion übernehmen.

Archiv-Hardware skalierbar zu planen, kann eine Herausforderung sein. Von Tandberg Data wird aufgezeigt, wie Investitionssicherheit, Flexibilität und überschaubare Kosten sich auf einen Nenner bringen lassen. Die Tape-Library T40+ läßt sich sukzessive von 24 Tape-Slots bis zu 151 Tape Slots erweitern (= 226 TByte unkomprimiert mit LTO-5). Dabei befinden sich die Laufwerke in der Basiseinheit und es werden Erweiterungseinheiten auf diese montiert, die mit einem Transportschacht verbunden sind. Bei Bedarf können so derzeit vier (später auch fünf) T40-Einheiten übereinander gestapelt werden, die sich wie eine einzige Library verhalten. Just-in-time Erweiterung nach Bedarf ist so jederzeit möglich [6].

Cloning zur Sicherheit

Da Daten, die archiviert wurden, vom primären Speicher gelöscht werden, ist eine zusätzliche Sicherheitsstufe nötig. Im Archivierungsvorgang kann durch Cloning ein gedoppelter Bandsatz geschrieben werden. Eine Kopie kann damit aus der Library entnommen und zur Lagerung außer Haus gebracht werden. So ist das Archiv auch gegen Wasser, Feuer, Einbruch usw. geschützt. Dass das auch ohne äußere Katastrophen nötig sein kann, zeigt der Fall eines Produktionshauses in dem ein Netzteil in einem Server-Rack Feuer fing und damit das gesamte Gestell zerstörte. Nur die ausgelagerten Dateien überstanden diesen Unfall. Filmset-Versicherungen verlangen ausdrücklich eine Auslagerung auf LTO-Bänder.

MAM ist (meist) kein Archiv

Ein „Media Asset Management“- (MAM-) System wird heute in fast allen größeren Umgebungen eingesetzt, um die vorhandenen Assets zu verwalten. Umfangreiche Suchanfragen können gestellt und Clips in Bearbeitung ausgecheckt werden, um Doppelbearbeitung zu vermeiden. Da es sich hier leicht um Investitionen im sechsstelligen Bereich handelt, schrecken kleinere und mittlere Produktionsfirmen oft davor zurück [7]. Sinnvoll

ist Asset-Verwaltung allerdings auch in kleineren Umgebungen und auch dafür gibt es Lösungen. Sowohl „Final Cut Server“ (Apple) als auch CatDV (Squarebox) sind mit überschaubarem Aufwand bereits einsetzbar.

Asset-Verwaltung ist jedoch meist kein Archiv. Tatsächlich können sowohl FC-Server als auch CatDV nur auf Disk sichern. Daher stellt sich die Frage, ob nicht beides kombinierbar ist. Die Archivsoftware P4 Archive bietet bereits einfaches Asset-Management mit Previews und Suchmöglichkeit im Browser. Auch Metadaten können zu den Assets hinzugefügt werden. Bleiben die Ansprüche überschaubar, kann hier eine Software beide Anforderungen erfüllen. Über konfigurierbare Login-Areas können Nutzer je nach Berechtigung Browsen/ Suchen oder auch Restores (Wiederherstellungen) auslösen.

Eine Kombination aus FCSrvr bzw. CatDV plus P4 Archive kann auch weitergehende Bedürfnisse nach Management und Sicherheit erfüllen. Da beide MAM-Lösungen keine eigene Möglichkeit haben, um auf LTO-Band zu archivieren, bietet sich die Kombination wie im **Bild 1** dargestellt an. Die MAM-Software legt zu archivierende Dateien in ein bestimmtes Verzeichnis auf Disk, wo sie über eine Skriptsteuerung „abgeholt“, auf Band geschrieben und anschließend gelöscht werden. So wird Speicherplatz auf dem Online-Speicher frei und auf den Offline-Speicher

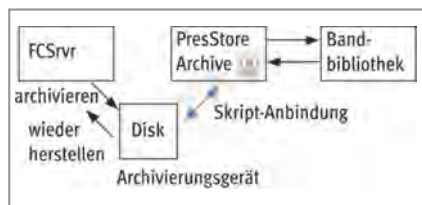


Bild 1. „Final Cut Server“-Bandbibliothek-Anbindung mit P4 und firecon-Skriptlösung

verlagert. Band ist der günstigste Speicher pro TByte und zudem der sicherste, da gerade nicht im Laufwerk befindliche Bänder für Viren und Malware, Löschen und sonstige Unfälle unempfindlich sind. André Aulich hat eine Skriptlösung (firecon) entwickelt und stellt sie inklusive Dokumentation für FC-Server und „PresSTORE P4“-Archive [8] frei zur Verfügung.

Archiv im Einsatz

Meta Media Creative Technologies (metamediotech.com) bietet ihren Kunden Dienstleistungen sowie Archivinstallation an und betreut das amerikanische „Major League Baseball Network“ (MLBN) (<http://mlb.mlb.com/network>). Dort werden alle Medien in Final Cut Server verwaltet. Da FCSrvr selbst kein Bandarchiv bietet, verwendet man P4 Archive von Archiware, um die Funktionalität um ein LTO-Band-Archiv zu erweitern (**Bild 2**).

Über Nacht werden automatische Suchvorgänge nach Alter der Medien durchgeführt. Assets, die eine bestimmte Anzahl Tage nicht verwendet wurden, werden gesammelt und auf ein Disk-Verzeichnis gelegt, wo sie von einem Skript an P4 als Archivjob übergeben und auf die „Spectra Logic T50e Library“ geschrieben werden. Nach 30 Tagen wird die diskbasierte Kopie gelöscht und die Datei ist nur noch auf Band verfügbar.

Dateianforderungen werden in FCSrvr zum Restore ausgewählt. Das firecon-Skript triggert den Restore-Vorgang von P4 Archive. Sobald die Datei vom Band gelesen wurde, steht sie in FC-Server wieder zur Verfügung. Die „P4 Archive“-Schnittstelle bekommt der Nutzer nicht zu sehen.

Qual der Wahl: das richtige Archivformat

In welchem Format sollen Produktionen abgelegt werden? Diese Frage impliziert gleich eine weitere, nämlich wie lange soll das Archiv die Daten sichern?

Einerseits gibt es Videoproduktions-/ Postproduktionshäuser sowie 3D- und SFX-Spezialisten, die kaum für mehr als fünf bis zehn Jahre archivieren wollen. Auf der anderen Seite des Spektrums gibt es öffentlich-rechtliche Fernsehsender, deren Auftrag ausdrücklich die Bewahrung von Kulturgut ist.

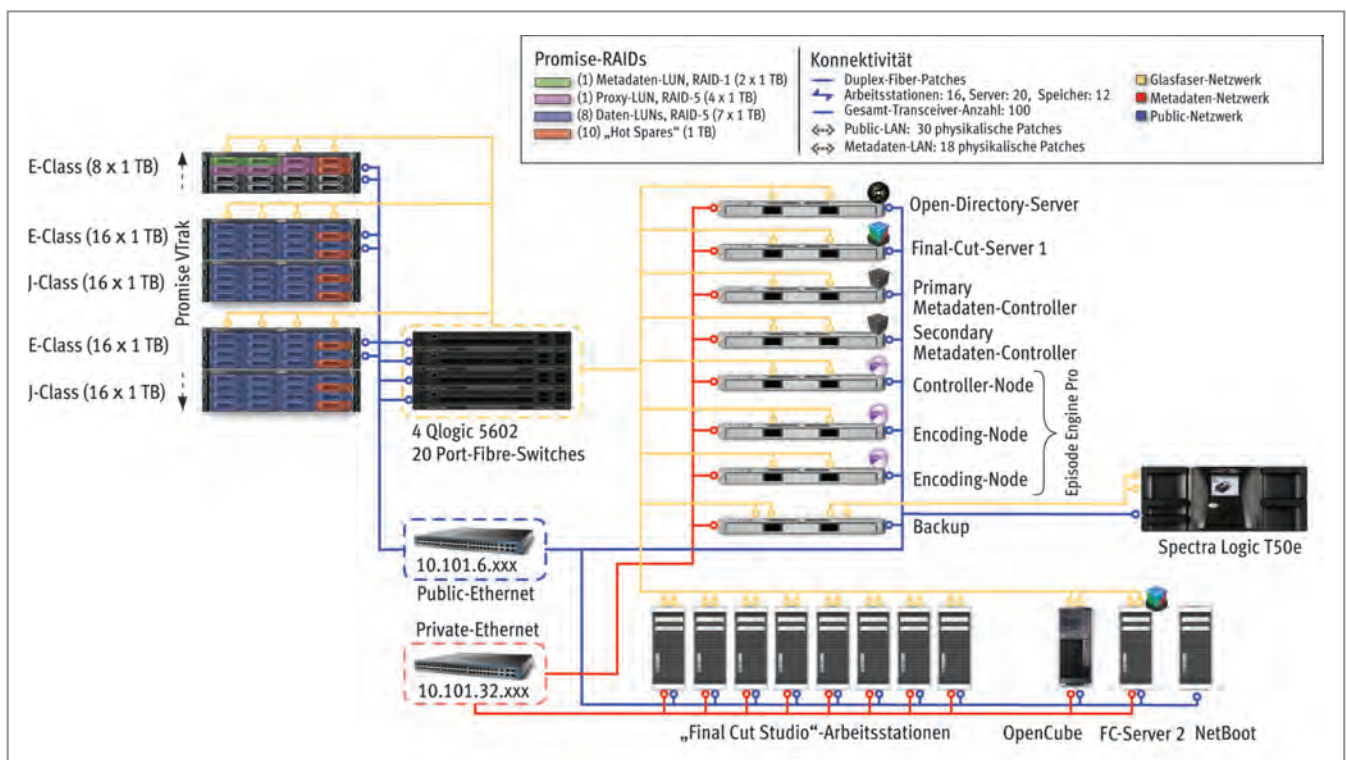


Bild 2. Blockschaltbild einer Archivilösung im Produktionsumfeld

Hier ist der Archivhorizont mindestens mit mehreren Jahrzehnten zu beziffern.

Im ersten Fall ist das verwendete Produktions- oder Sendeformat eine gute Wahl. Für einen eventuellen Zugriff lässt sich eine Datei schnell in die Produktion eingliedern. Im Langzeitfall ist es wichtig, auch die Herstellerabhängigkeit in die Betrachtung einzubeziehen. Da sowohl AVI- als auch MOV-Formate, Mac (Final Cut) und Avid (MC) direkt mit den jeweiligen Herstellern verknüpft sind, ist eine direkte Abhängigkeit gegeben.

Aus diesem Grund hat sich die SMPTE dazu entschlossen, einen unabhängigen Standard zu entwickeln, der zudem den Austausch zwischen Systemen vereinfachen soll. MXF (Material Exchange Format) als Resultat der Entwicklung ist bereits seit Jahren im Einsatz und unter anderem von Panasonic und Sony für deren Produkte aufgegriffen worden. Kein derzeitiges Betriebssystem kann MXF-Daten öffnen oder bearbeiten. Allerdings gibt es Lösungen wie MXF4mac von Hamburg Pro Media, die Betriebssystem und Anwendungen MXF-kompatibel machen [9]. Das IRT beschäftigt sich ebenfalls mit MXF und bietet Informationen und Tools dazu an [10].

Metadaten ganz genau

Um einen Videoclip auch Jahre nach seiner Erstellung wieder auffinden zu können, muss man nach beschreibenden Kriterien suchen können. Diese Metadaten können einerseits technische sein wie zum Beispiel der Dateiname, die Zeit, das Format, der Codec oder auch inhaltlich wie mitwirkende Personen, Elemente des Inhalts usw. Der Begriff Metadaten ist neu, jedoch beschäftigen sich Bibliothekare bereits seit Jahrhunderten intensiv mit der Beschreibung von Texten. Deren Erfahrungen und Systeme sind auch für die Beschreibung von Video relevant und hilfreich [11]. Bewährt und verbreitet ist der Dublin-Core-Standard, der versucht, Auffindbarkeit durch festgelegte Felder zu erreichen. Er wird kontinuierlich weiterentwickelt [12].

Bibliotheksarchive bemühen sich um eine Standardisierung, die sich als „Encoded Archival Context“ (EAC) als XML etabliert hat [13]. Speziell auf die Bedürfnisse von Rundfunkanbietern ist das „Public Broadcasting Metadata Dictionary Project“ angelegt [14]. Metadaten können auch den Austausch zwischen verschiedenen Organisationen ermöglichen wie zum Beispiel unter Sendern und Bildungseinrichtungen.

Eine Warnung sei zu diesem Thema noch angebracht: Metadaten sind *kein* rein technisches, sondern vor allem ein organisatori-

sches Thema. Anstehende Fragen sind zum Beispiel: Wer entscheidet, welche Beschreibungsform generell und im Detail angewendet wird? Wer erstellt die Metadaten? Wer überprüft ihre konsistente Anwendung?

Eine Organisation muss sich diese wie auch viele weitere Fragen stellen, um sinnvoll und zukunftsfähig Metadaten zu implementieren und zu nutzen. Am Beispiel der University of Utah, die sich seit langem mit allen Facetten des Themas aktiv auseinandersetzt, lässt sich die Komplexität ablesen [15].

Archivamortisation

Vergleicht man die Kosten für Speicherung von Medien auf Disk und Band, so zeigt sich: Eine Sicherung auf Disk kostet pro TByte mehr als bei Band. Hinzu kommen bei wachsender Kapazität weitere Kosten für zusätzliche RAIDs, deren eigener Stromverbrauch, deren Kühlbedarf sowie Infrastruktur, um die neue Hardware ins Setup zu integrieren. Band benötigt nur 10 % der Energie einer Disk und darüber hinaus keine zusätzliche Kühlung. Eine Bibliothek (Library) kann beliebig viele Bänder beschreiben, wenn ältere entnommen und ausgelagert werden. Das Einsparungspotential ist beträchtlich und so amortisiert sich die Beschaffung eines LTO-basierenden Archivs je nach Konfiguration in ein bis drei Jahren.

Archivierungspflicht: die WORM-Lösung

Plant man eine Archivierung von Mediendateien, so lässt sich die gesetzliche Archivierungspflicht für Firmendaten einfach integrieren. Die Verpflichtung zur Archivierung ergibt sich aus Handelsgesetzbuch, der Abgabenordnung sowie anderer Vorschriften [16]. Die technisch einfachste Lösung, wie vorgeschrieben unveränderbar zu sichern, besteht in der Verwendung von WORM-Bändern. Diese sind hardwareseitig so eingerichtet, dass sie nur einmal (jedoch in mehreren Zügen) beschrieben und Daten auf ihnen nie wieder gelöscht werden können. Sichert man darauf seine geschäftsrelevanten Daten sowie die Buchführung, so hat man eine zuverlässige und extrem kostengünstige Lösung. Die geschriebenen WORM-Bänder lassen sich leicht an einem sicheren Ort lagern.

Schlussbemerkung

Um ein Archiv seiner Bestimmung entsprechend einsetzen zu können, benötigt der Betreiber neben einer sinnvollen und effekti-

ven Planung der gesamten Infrastruktur auch ein vernünftiges Archivierungsmodell. Neben einer geschickten Festlegung des Archivzeitpunkts und der Vermeidung unnötiger Restore-Vorgänge sowie der Doppelarchivierungen von unveränderten Assets, sind dabei Hard- und Softwarewissen erforderlich, um sich und den Betrieb gut abzusichern. **||**

Schrifttum

- [1] Society of American Archivists SAA: www2.archivists.org
- [2] Digital Preservation Project: www.digitalpreservation.gov
Preserving Digital Public Television Final Report 2010: www.thirteen.org/ptv/digitalarchive/files/2010/07/FinalReport.pdf
American Archive Content Inventory Project: <http://americanarchiveinventory.org/project/>
- [3] BSI IT Grundschrift: Archivierung https://www.bsi.bund.de/cln_156/ContentBSI/grundschrift/kataloge/baust/b01/b01012.html
- [4] PresSTORE P4 Archive von Archiware: www.archiware.de
- [5] Technische Daten, Spezifikationen, Roadmap und Testberichte finden sich beim LTO-Konsortium: <http://lto.org>
- [6] Tandberg Data skalierbare LTO-Library T40-T160: www.tandbergdata.com/de/index.cfm/products/tape-automation/storage/library/
- [7] David Austerberry: Digital Asset Management. www.davidausterberry.com/
- [8] Aulich, A.: firecon. Skriptlösung zur Integration von P4 Archive mit Final Cut Server. www.andre-aulich.de/en/perm/connecting-final-cut-server-to-archiware-presstore
- [9] Hamburg Pro Media: MXF4mac. <http://mxf4mac.com>
- [10] MXF (Material Exchange Format): www.smpte.org und www.irt.de/de/themengebiete/produktion/mxf.html
- [11] Green, D.: Beyond Word and Image: Networking Moving Images: More Than Just the „Movies.“ D-Lib Magazine, Juli - August 1997. www.dlib.org/dlib/july97/07green.html
- [12] Hillman, D.: Using Dublin Core. DCMI Recommendation, 2001. <http://dublincore.org/documents/usageguide>
- [13] EAC – Encoded Archival Context: <http://eac.staatsbibliothek-berlin.de>
- [14] Public Broadcasting Metadata Dictionary Project: <http://pbcore.org/2.0/> und http://pbcore.org/PBCore/PBCore_Tools.html
- [15] University of Utah: Media on Deman Wiki. http://library.med.utah.edu/wiki/MODwiki/index.php/Main_Page
Media Exchange Project: www.pbcore.org/PBCore/PBCore_CaseDocs/Case_Media_Exchange.html
Metadata: Describing Media Assets to Improve „Findability“ http://library.med.utah.edu/wiki/MODwiki/index.php/Metadata:_Describing_Media_Asset_s_to_Improve_%22Findability%22
- [16] Huq, O.: Strategien zur Archivierung: Archivierungspflicht. www.macup.com/tipps/strategien_zur_archivierung_archivierungspflicht