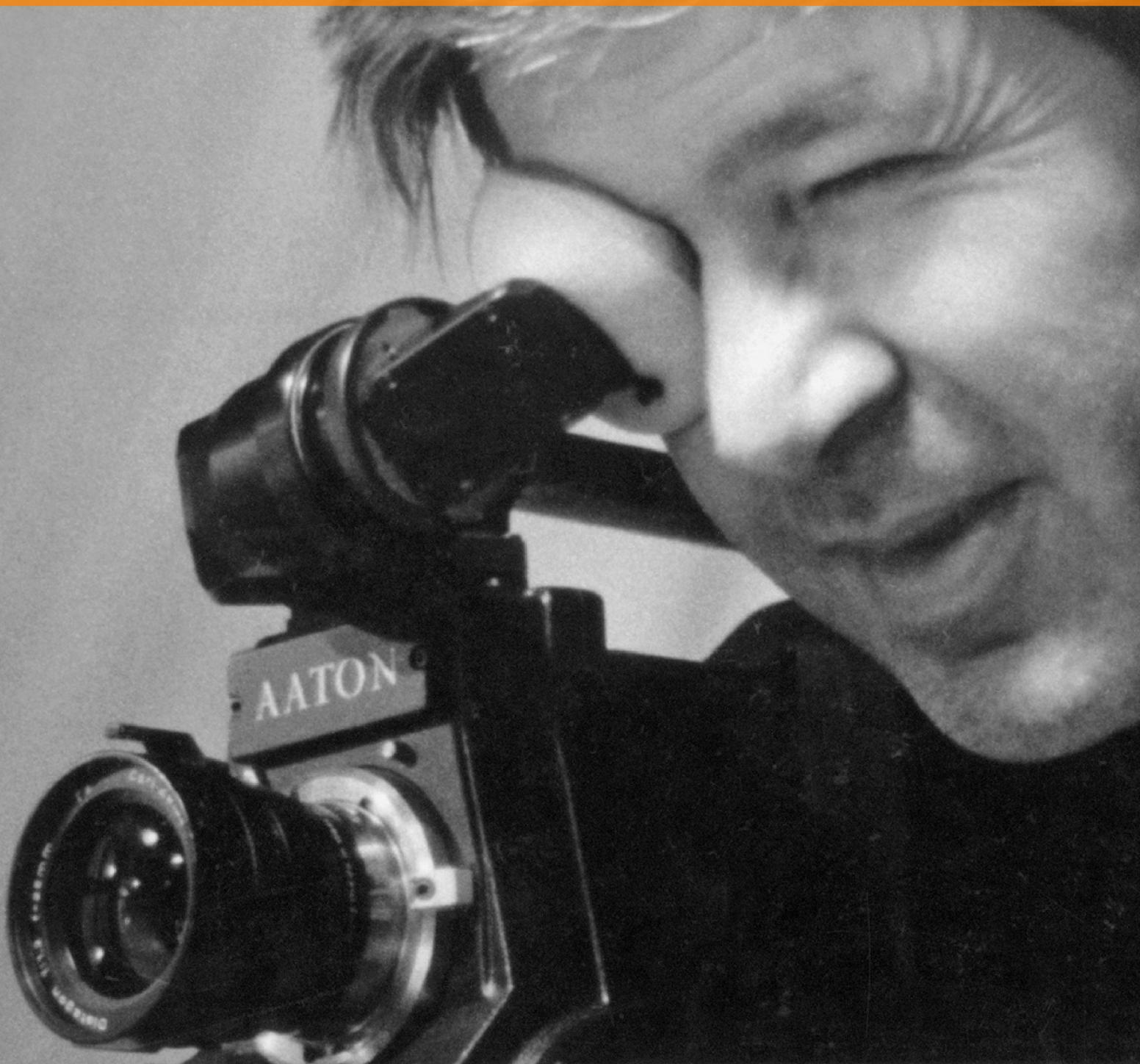


MEM[]RIAV
EMPFEHLUNGEN



FILM

Die Erhaltung von Filmdokumenten



Impressum

Memoriav Empfehlungen Film. Die Erhaltung von Filmdokumenten
Version März 2022 (online und pdf)

Die meisten Inhalte wurden den folgenden Publikationen entnommen:

- Allgemeine Empfehlungen Film. Tipps zur Aufbewahrung von Filmrollen in Ihren Archiven, Bern 2014
- Memoriav Richtlinien Film. Mindestanforderungen für die von Memoriav unterstützten Erhaltungs- und Restaurierungsprojekte, Bern 2016
- Memoriav Empfehlungen. Digitale Archivierung von Film und Video: Grundlagen und Orientierung, Bern 2019

Einige nicht mehr aktuelle Inhalte wurden nicht übernommen. Die genaue Zuordnung der Inhalte aus den pdf-Publikationen vor 2022 auf die vorliegenden Empfehlungen finden Sie im vollständigen [Impressum der Online-Version](#).

Neue Inhalte in den Kapiteln:

1 Einführung allgemein

6 Bewertung, Auswahl und Priorisierung

9 Reproduktion / Digitalisierung von audiovisuellen Dokumenten

Die folgenden Personen trugen als Autor:innen oder Redakteur:innen zum Inhalte bei:

Fachbereich Film:

Caroline Fournier, Roland Cosandey, Pierre-Emmanuel Jaques, David Landolf, Heinz Schweizer, David Pfluger, Reto Kromer

Medienübergreifende Themen:

Agathe Jarczyk, Reto Kromer, David Pfluger, Yves Niederhäuser

Redaktion Memoriav:

Joëlle Borgatta, Yves Niederhäuser, David Pfluger, Felix Rauh

Aufbereitung der Inhalte für Online und pdf:

Roberta Padlina

Layout und Grafik:

Laurent Baumann, Martin Schorri

Die Bildnachweise sind bei den Bildern zu finden. Titelbild: Cinémathèque suisse

Herausgeber:

Memoriav

Bümplizstrasse 192

3018 Bern

info@memoriav.ch

<http://www.memoriav.ch>



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Kultur BAK

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung allgemein	4
1.1	Einführung Film	5
2	Audiovisuelle Sammlungen	6
2.1	Filmsammlungen	6
3	AV-Medien: Technik, Verfahren, Formate	7
3.1	Film: Technik und Formate	7
4	Planung von audiovisuellen Erhaltungsprojekten	9
5	Übernahme von audiovisuellen Dokumenten	10
5.1	Übernahme von Filmen	10
6	Bewertung, Auswahl und Priorisierung von audiovisuellen Dokumenten	12
7	Konservierung von audiovisuellen Dokumenten	19
7.1	Konservierung von Filmen	19
8	Restaurierung von audiovisuellen Dokumenten	20
9	Reproduktion / Digitalisierung von audiovisuellen Dokumenten	21
9.1	Restaurierung und Digitalisierung von Filmen	41
10	Digitale Archivierung von audiovisuellen Dokumenten	59
10.1	Digitale Archivierung von bewegten Bildern	67
11	Metadaten für die Erschliessung, Katalogisierung, Inventarisierung von audiovisuellen Dokumenten	88
11.1	Katalogisierung und Dokumentation von Filmen	92
12	Audiovisuelles Kulturgut: Zugang und Vermittlung	98
13	Rechte allgemein	99
14	Notfallplanung	100
	Bibliografie	101

1 Einführung allgemein

Die Memoriav Empfehlungen werden von der Geschäftsstelle in Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen und Spezialistinnen und Spezialisten in allen Bereichen der audiovisuellen Erhaltung (Fotografie, Ton, Film, Video) erarbeitet und anschliessend von den Memoriav Kompetenznetzwerken begutachtet. Dort werden auch die thematischen Schwerpunkte festgelegt, Inhalte zur Überarbeitung bestimmt oder neue Kapitel angeregt. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Gewichtungungen einzelner Themen von einem Medium zum anderen. Vor 2022 gab Memoriav spezifische Empfehlungen - für jedes der audiovisuellen Medien separat redigiert - als PDF zum Download heraus. Für die neue Version der Memoriav Empfehlungen wurden alle Inhalte in eine neue, einheitliche Kapitelstruktur mit allgemeinen und mit medienspezifischen Teilen kopiert. Sie werden neu als Ganzes online auf der Website von Memoriav, mit einer Suchfunktion angereichert, publiziert. Zusätzliche werden separate Dossiers zu einzelnen audiovisuellen Erhaltungsthemen zusammengestellt, die sowohl online, wie als PDF zur Verfügung stehen.

Memoriav ist die Kompetenzstelle für die Erhaltung, die Erschliessung und die Vermittlung des audiovisuellen Kulturgutes der Schweiz. Der Verein stösst Projekte unter Berücksichtigung professioneller Normen und der Berufsethik an. Eine wichtige Aufgabe in diesem Rahmen ist auch die Erarbeitung und Publikation von Empfehlungen. Diese bieten den Sammlungsverantwortlichen in Archiven, Museen, Bibliotheken oder anderen Gedächtnisinstitutionen eine Orientierungshilfe für alle Erhaltungsfragen zu audiovisuellen Dokumenten. Die Empfehlungen können auch für Dienstleistende im Sektor der Medienproduktion von Interesse sein. Schliesslich können sie Institutionen dabei helfen, Memoriav Fördergesuche für die Erhaltung audiovisueller Bestände auszufüllen. Wenn Sie eine erste Expertenmeinung zum Zustand Ihrer Bestände einholen möchten, vermittelt Memoriav Ihnen gern eine kompetente Fachkraft.

Angesichts der rasanten Entwicklung v.a. in den IT-Bereichen ist eine periodische Aktualisierung unabdingbar, weshalb diese Empfehlungen laufend weiterentwickelt werden. Bei der Benutzung ist daher auf das Datum der letzten Bearbeitung am Ende jedes Kapitels zu achten. Details zu den Autorinnen und Autoren und zum Stand der Überarbeitungen stehen im Impressum.

Letzte Anpassung: Februar 2022

1.1 Einführung Film

Ein Film ist ein Streifen aus dünnem, transparentem und flexiblem Kunststoff, der mit einer für sichtbares Licht hochempfindlichen fotografischen Emulsion beschichtet und zur analogen (optisch-chemischen) Aufnahme von Einzelbildern bestimmt ist. Nach der Belichtung des Films im Aufnahmeprozess und der Entwicklung und Fixierung der belichteten Bilder in einem chemischen Prozess ist die bildtragende Schicht stabil und verliert ihre hohe Lichtempfindlichkeit. Bei korrekter Wiedergabe mittels eines Projektors entsteht eine Illusion einer flüssigen Bewegung, die mittels einer oder mehrerer Filmkameras durch die Belichtung des Filmstreifens als Abfolge von Einzelbildern aufgenommen wurde. Film existiert in verschiedenen standardisierten Breiten und in einer breiten Palette von Emulsionen mit unterschiedlichen Charakteristiken. Film kann Bilder negativ oder positiv festhalten, optional auch Toninformation beinhalten und ist in der Regel mit einer Perforation versehen, die den präzisen mechanischen Bild-um-Bild-Transport ermöglicht. Der Ton kann als optisch lesbare analoge oder digitale Information mitbelichtet werden, aber auch als auf den Filmstreifen aufgeklebtes Magnetband (Commag) oder als separates Magnetband (Sepmag), auf Schallplatten (Vitaphone) oder optischen Trägern (DTS) vorliegen. Sepmags sind 8 mm, 16 mm, 17,5 mm oder 35 mm breite, perforierte Tonbänder mit einer Eisenoxidbeschichtung, welche auf einem Zellulosetriazetat oder einem Polyesterstreifen aufgebracht ist.

Die Empfehlungen beruhen auf der Tatsache, dass eine erfolgreiche Aufbewahrung solcher Dokumente ein spezielles Konzept erfordert. Es sollte die gängigen Archivierungsmethoden mit Verfahren verknüpfen, die der besonderen materiellen Beschaffenheit solcher Filme Rechnung tragen.

Im Zeitalter der digitalen Erzeugung von Bild und Ton erinnern sie uns daran, dass die Bild- und Tonträger sowie die Techniken von früher besondere Kenntnisse erfordern. Das gilt sowohl für ihre Herstellung als auch für ihre Verwendung und Übertragung.

Die beiden massgeblichen Institutionen zum Thema Film in der Schweiz sind die Cinémathèque suisse in Lausanne und Lichtspiel / Kinemathek in Bern. Sie stehen Ihnen für Fragen zum Umgang mit Ihrer Filmsammlung oder bei Zweifeln am Zustand der Filme (z.B. bei verdächtiger Geruchsentwicklung, Infiltrationen usw.) gern zur Verfügung.

Links

- Cinémathèque suisse, Lausanne und Zürich. [Online](#), Stand: 22.2.2022
- Lichtspiel Kinemathek Bern. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Letzte Anpassung: November 2019

2 Audiovisuelle Sammlungen

Sammlungen und Bestände mit audiovisuellen Dokumenten finden sich in den meisten Gedächtnisinstitutionen, in vielen privaten Sammlungen und in sehr grossen Mengen bei privaten und öffentlichrechtlichen Rundfunkgesellschaften, Fotoagenturen oder Film- und Videoproduktionsfirmen. Die analogen und digitalen Fotos, Filme, Videos und Audiodokumente können eigenständige, in sich abgeschlossene audiovisuelle Sammlungen sein oder mit anderen Materialien und Medien in gemischten Konvoluten vorkommen. Aufgrund der fragilen Natur von audiovisuellen Dokumenten und ihren unterschiedlichen Erhaltungsbedingungen, ist deren Identifikation gerade in gemischten Sammlung besonders wichtig.

2.1 Filmsammlungen

Zwei Einrichtungen gelten als Kompetenzzentren für Fragen zu Schweizer Filmen: die Cinémathèque suisse in Lausanne und Lichtspiel/Kinemathek in Bern. Diese beiden Institutionen sind ihre ersten Ansprechpartner für interne oder externe Projekte mit Filmen.

Ausführungen zu weiteren Filmsammlungen in der Schweiz sind in Arbeit.

Letzte Anpassung: März 2014

3 AV-Medien: Technik, Verfahren, Formate

Dieses Kapitel geht auf medienspezifischen Besonderheiten von analogen und digitalen audiovisuellen Dokumenten ein. Dabei kommen Aufnahme- und Wiedergabetechniken ebenso zur Sprache wie analoge und digitale Verfahren zur Speicherung von Bildern und Tönen seit der Erfindung der audiovisuellen Medien.

Auf die besonderen Erhaltungsproblematiken der einzelnen Medien wird in den medienspezifischen Unterkapiteln der Themen «Übernahme von audiovisuellen Dokumenten» und «Konservierung von audiovisuellen Dokumenten» eingegangen.

3.1 Film: Technik und Formate

Ein Film ist ein Bild- und Tonträger, dessen Informationen man erst erfassen kann, wenn man ihn ansieht bzw. anhört.

Jeder Film ist als physisches Objekt einzigartig. Jedes filmische Element enthält materielle Informationen über seine Herstellung, Verwendung und Übertragung. In dieser Hinsicht ist jede Kopie ein Original!

Wenn andere Filme mit demselben Titel auftauchen, kann der Vergleich dieser Filme zum Verständnis der aufbewahrten Version beitragen.

Weder die Filmrollen noch die neuen – analogen und digitalen – Bildträger halten ewig. Die Wahl der richtigen klimatischen Bedingungen für die Lagerung und ein angemessener Umgang mit den Filmen sind darum für ihre dauerhafte Erhaltung entscheidend.

Bei jeder Übertragung auf einen anderen Träger oder auf ein anderes Medium können Informationen verloren gehen, unabhängig von der verwendeten Methode. Die Originalfilme müssen also in jedem Fall erhalten und angemessen dokumentiert werden. Auch die Transfers sind zu dokumentieren.

Die Übertragung einer Filmrolle auf ein digitales Medium erleichtert die Einsicht des Dokuments und schont das Original. Sie garantiert jedoch in keinem Fall die Erhaltung der Informationen, die das Originaldokument enthält.

Filmformate

Filmformat bezeichnet in der Filmtechnik einen technischen Standard, der durch folgende Größen festgelegt wird:

- Filmbreite und Perforation des Filmmaterials

- Abmessungen des Einzelbildes (Seitenverhältnis)
- Perforationsschritt oder Filmschritt
- Filmlaufrichtung in der Filmkamera (vertikal oder horizontal)
- Bildfrequenz (Bilder pro Sekunde, engl. Frames per Second, fps) Bsp.: Super 8, 16 mm, 35 mm

Als professionelle Filmformate gelten 35 mm und Super 16 sowie Formate, die breiter als 35 mm sind. Die Filmformate 8 mm, Super 8, 9,5 mm und 16 mm werden als Schmalfilme bezeichnet. Auch der «normale» 16-mm-Film war zwar als Amateurformat 1923 eingeführt worden, hat sich aber im Laufe der Zeit, bis Super 16 kam, durchaus zum professionellen Format gemausert und wurde beispielsweise im TV-Bereich über Jahrzehnte als Produktionsformat genutzt.

Zum Thema Bildformat bzw. Bildseitenverhältnisse im Film, siehe auch das Kapitel «Video: Definitionen, Begriffe»

Identifizierung von Filmformaten

- National Film Preservation Foundation (Hg.), *The Film Preservation Guide. The Basics for Archives, Libraries, and Museums*, o. O. 2004. [Online](#), Stand: 16.2.2022.
- Pritchard, Brian R., *Identifying 35 mm Films*, o. O., 2011. [Online](#), Stand: 16.2.2022.
- Pritchard, Brian R., *Identifying 16 mm Films*, o. O., 2013. [Online](#), Stand: 16.2.2022.

Die Identifizierung der Träger sollte in einem Inventar, möglichst mit allen oben erwähnten Definitionsmerkmalen, festgehalten werden.

Letzte Anpassung: November 2019

4 Planung von audiovisuellen Erhaltungsprojekten

Dieses Kapitel wird neu erarbeitet.

5 Übernahme von audiovisuellen Dokumenten

Ein einführender Text zur Übernahme von audiovisuellen Dokumenten in eine Gedächtnisinstitution ist in Arbeit.

5.1 Übernahme von Filmen

Filme auf Filmrollen in unterschiedlichen Formaten stellen ein einzigartiges Anschauungsmaterial dar, das es wegen seiner Vielfalt verdient, erhalten zu werden. Doch um diese Filme zu identifizieren, ihren Zustand einzuschätzen, sie zu konservieren und zu kopieren, benötigt man einerseits spezifische Kompetenzen und andererseits spezielle Infrastrukturen für die Aufbewahrung und Instandhaltung.

Den Wert eines Films als historisches Zeitzeugnis einzuschätzen, ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die ganz unterschiedliche Fachkenntnisse erfordert: die der archivierenden Institution, die eines Tonspezialisten und die eines Filmhistorikers. Um entscheiden zu können, welche Massnahmen Vorrang haben (Auswahl, Konservierung, Inventarisierung, Katalogisierung, Hinterlegung bei einer öffentlichen Einrichtung usw.) muss jeder Film oder Bildbestand unter Berücksichtigung aller drei Aspekte ausgewertet werden.

Jeder Film zersetzt sich über kurz oder lang. Manche kinematografischen Filmrollen sind entflammbar (z. B. die 35-mm-Rollen aus Zellulosenitrat). Gewisse in Zerfall begriffene Filmkopien können andere kontaminieren oder (etwa durch Schimmel) unsere Gesundheit gefährden.

Man kann die Bewertung eines filmischen Dokuments unterschiedlich in Angriff nehmen. Doch als Erstes sollte man immer an den Schutz des Dokuments denken: Verwenden Sie darum niemals mechanische Hilfsmittel, einen Filmprojektor oder ähnliche Bildbetrachter, und spulen Sie die Filmrolle nicht ab! Die Filmkopie könnte geschrumpft, brüchig oder durch die Verwendung beschädigt sein (meistens ist sie sogar alles auf einmal!). Das Format (also die Breite der Filmrolle) lässt sich leicht ermitteln, und ihre Länge kann man durch Messung des Filmradius auf der Spule oder dem Spulenkern feststellen.

Ausserdem sollte man nie vergessen, die Behälter (Schachtel aus Karton, Transportkoffer, Filmbox usw.) selbst zu fotografieren und die verschiedenen Beschriftungen, die sich darauf befinden, systematisch zu dokumentieren. Jedes Gesuch sollte mit so vielen Kontextinformationen wie möglich eingereicht werden: Man sollte erfahren, wer den Film eingereicht und wer ihn produziert hat. Wichtig sind auch Informationen über die technischen Gerätschaften, mündliche Berichte, gedruckte oder handschriftliche Unter-

lagen usw. Gesonderte Tonspuren, die zu einem Film gehören können, sollten ebenfalls mit eingereicht werden.

Jeder Film ist urheberrechtlich geschützt. Bevor man Filme kopiert oder öffentlich vorführt, sie als DVD herausgibt oder ins Netz stellt, muss vorher stets die Rechtslage geklärt werden. Dies gilt auch für private und Familienfilme. Eine Kopie, die hergestellt wird, um den Film zu erhalten, ist aus urheberrechtlicher Sicht jedoch zulässig.

Letzte Anpassung: März 2014

6 Bewertung, Auswahl und Priorisierung von audiovisuellen Dokumenten

Bewertung, Auswahl und Priorisierung sind unausweichliche und spezifische Aufgaben von Gedächtnisinstitutionen. Es ist weder möglich, diesen Vorgang allein den Produzierenden zu überlassen, noch machen technische Fortschritte (Speicherkapazität) die Aufgabe überflüssig. Es ist also weder machbar noch sinnvoll, «alles» für die Ewigkeit aufzubewahren und es sind die Gedächtnisinstitutionen, welche die für das kollektive Gedächtnis konstituierende Funktion der Bewertung übernehmen müssen, mit der sie eine konsistente und relevante Überlieferung ermöglichen.

Worum es geht

Grundsätzlich besitzt jede sammelnde Person oder Organisation ein Sammelgebiet. Eine Sammlungspolitik zeigt explizit auf, welche Unterlagen für die Sammlung in Frage kommen und wie diese wachsen soll. Archive haben einen Zuständigkeitsbereich (Sprenkel), aus welchem sie Unterlagen übernehmen. Noch bevor eine eigentliche Bewertung stattfindet, wird so schon bei der Übernahme oder Akquisition eingegrenzt. Die Sammlungspolitik und Bewertungsstrategien sind eng mit dem Auftrag der Organisation verbunden. Es gibt wesentliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen von Gedächtnisinstitutionen wie auch zwischen Behördenarchiven, privaten (Produktions-)Archiven oder Spezialarchiven.

Archive beschäftigen sich schon seit langem mit der Frage, welche Unterlagen zwingend aufzubewahren sind und welche kassiert, d. h. vernichtet, werden können. Durch archivarische Bewertung wird der archivwürdige Teil übernommener Unterlagen identifiziert: «Durch den Bewertungsvorgang verwandeln Archivarinnen und Archivare Unterlagen des politischen Prozesses und gesellschaftlichen Lebens in historische Quellen.» (Kretschmar 2005, S. 91) Es geht also um die Identifikation derjenigen AV-Dokumente oder Ensembles von AV-Dokumenten mit bleibendem Wert, welche beispielsweise für die langfristige Erhaltung digitalisiert werden müssen.

Die Begriffe Auswahl oder Selektion werden oft unpräzise mit Bewertung oder Priorisierung synonym verwendet, was zu Missverständnissen führt. Wir schlagen vor, Auswahl/Selektion auf Vorgehen bezüglich Vermittlungsaktivitäten oder Editionsprojekten zu beschränken. Diese haben zwar in der Praxis einen klaren Bezug sowohl zur Frage der Archivwürdigkeit wie auch zur Priorisierung für Erhaltungsmaßnahmen, die Fragestellungen und die anzuwendenden Kriterien sind aber nicht identisch.

Während Bewertung ein Ausschlussverfahren ist, welches langfristig aufzubewahrende

AV-Dokumente von solchen unterscheidet, welche kassiert werden können, ist Priorisierung dagegen eine nachgelagerte Aufgabe, welche beispielsweise im Zusammenhang eines Digitalisierungsprojekts feststellt, in welcher zeitlichen Abfolge die als erhaltungswürdig identifizierten Dokumente bearbeitet werden. Dabei dienen praktische Fragen wie der Erhaltungszustand, drohende Obsoleszenz, Finanzierungsmöglichkeiten, Nachfrage durch Forschung oder Benutzende als Kriterien, welche bei der Bewertung weniger entscheidend sind.

Zu erwähnen sind auch fachfremde Einflüsse wie ökonomische Zwänge, welche die Bewertung wesentlich beeinflussen können, beispielsweise durch Vorgaben zur Begrenzung der überlieferten Menge und/oder technischen Qualität von z.B. digital archivierter Videos oder Tönen, um Speicherkosten zu sparen.

Archivische Bewertung

Die Archivistik hat verschiedene Methoden der Bewertung entwickelt, die unten näher beschrieben werden. Allgemein anerkannte fachliche Grundsätze der Bewertung sind

- deren Dokumentation und Begründung, um Transparenz und Nachvollziehbarkeit herzustellen
- archivübergreifende Überlieferungsbildung in Zusammenarbeit mehrerer Archive zur Vermeidung von Doppelüberlieferungen und gegebenenfalls auch um verteilte Teilüberlieferungen zu identifizieren
- wenn möglich Beteiligung der Produzierenden am Bewertungsprozess (Huber 2009)

Der archivwissenschaftliche Diskurs zur Bewertung ist fast vollständig auf Schriftakten ausgerichtet, steht stark in der Tradition der staatlichen Überlieferungsbildung und hat bisher wenig Theorie und Praxis zur Bewertung von audiovisuellem Kulturgut hervorgebracht. Ein paar spezifisch auf audiovisuelle Bestände und Sammlungen bezogene Überlegungen sollen deshalb noch ergänzt werden.

Audiovisuelles Kulturgut umfasst nicht nur die audiovisuellen Dokumente selbst, sondern auch Begleitdokumente (Manuskripte, Bandbegleitkarten, Plakate etc.), welche für das Verständnis und die Erhaltung der ersteren unerlässlich sind (Edmondson 2016). Dies bedeutet, dass Begleitmaterialien mit einem audiovisuellen Bestand wenn immer möglich übernommen und gleichzeitig mit den AV-Dokumenten bewertet werden sollten.

Qualitative Bewertung

Die qualitative Bewertung beurteilt die Aussagekraft von Bildern und Tönen für die Bildung einer konsistenten Überlieferung. Die spezifische Bewertungspraxis der Institutionen umfasst meist folgende Kriterien:

- Wichtigkeit der Produzierenden in Bezug auf das Sammelgebiet.
- Historische Bedeutung: Werden – unabhängig von der Form – wichtige politische, wirtschaftliche, wissenschaftliche, technische, soziale oder kulturelle Fakten dokumentiert?
- Soziale Bedeutung: Ist – unabhängig von der Form – eine besondere Aussagekraft bezüglich der Bedeutung der Bilder und Töne in der Gesellschaft enthalten?
- Alter: Je älter ein AV-Dokument, desto wahrscheinlicher, dass wenig ähnliche Dokumente überliefert wurden.
- Exemplarität: Besonders typisches Beispiel für bestimmte Arten von AV-Produktionen.
- Seltenheit: Bezüglich Form und/oder Inhalt seltene («rara») Aufzeichnungen.
- Audiovisuelle Archive und insbesondere Rundfunkarchive berücksichtigen über die oben erwähnten Kriterien hinaus
- Besonderheiten des Produktionskontextes bezüglich Technik, Form, Genre, Inhalten,
- den Rezeptionskontext, z. B. umstrittene oder prämierte Produktionen,
- die Repräsentation, z. B. durch systematische Erhaltung ausgewählter ganzer Sendungstage, welche die Programmentwicklung dokumentieren,
- und v. a. auch den Wiederverwendungswert für neue Produktionen.
- Über diese konkreten Kriterien hinaus spielen die im Folgenden beschriebenen Kategorien eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des bleibenden Werts von Unterlagen.

Evidenzwert vs. Informationswert

Der Evidenzwert bezeichnet die Aussagekraft von Unterlagen über Abläufe, Entscheide und Verfahren bei der Produktion anhand von formalen Merkmalen (Menne-Hauritz 1918). Er gibt Auskunft über den Produktionskontext von Unterlagen und dient deren

Authentifizierung. Eine Möglichkeit für die Bestimmung des Evidenzwerts können z.B. Informationen auf der Rückseite von Fotografien sein. In anderen Fällen, z.B. bei Videos, kann der Evidenzwert häufig nur anhand von Metadaten und Begleitmaterialien ausreichend ermittelt und überliefert werden. Er ist eine Voraussetzung für die wissenschaftliche Auswertbarkeit der Dokumente und damit ein entscheidendes Kriterium archivischer Bewertung.

Der Informationswert dagegen liegt im Inhalt der Dokumente und besteht aus Fakten zu Personen, Orten und Ereignissen, welche eine Aufnahme dokumentiert. Dieses Kriterium ist eng mit dem erwähnten Sammelgebiet verbunden, welches bestimmten inhaltlichen Gebieten den Vorzug gegenüber anderen gibt.

Diese archivtheoretische Unterscheidung hat eine lange Tradition in Behördenarchiven und wurde für schriftliche Unterlagen entwickelt. Für die Anwendung auf audiovisuelle Bestände gibt es bisher wenig Praxis und sie ist auch nicht für alle Genres geeignet (z. B. Videokunst). Dennoch wird empfohlen, die entsprechende Analyse in Bewertungskonzepten einfließen zu lassen.

Ästhetischer bzw. intrinsischer Wert

Die Bewertung sollte auch den ästhetischen oder künstlerischen Wert von Dokumenten berücksichtigen. Audiovisuelle Aufzeichnungsverfahren wurden seit ihrer Entstehung als Ausdrucksmittel von verschiedenen Kunstformen verwendet. In den späten 1960er Jahren ist Videokunst entstanden, welche heute fest etabliert ist. Bei Dokumenten mit ästhetischem Wert ist ganz besonders auf werkgetreue Überlieferung zu achten. Abgesehen von Ästhetik kann einem audiovisuellen Dokument (z.B. einem Tonband oder einem fotografischen Abzug) als einem physischen Objekt ein intrinsischer Wert innewohnen, der nicht anders als mit dem physischen Original selbst überlieferbar ist. Beispielsweise äusserlich aufwändig gestaltete Träger oder Installationen können nicht allein mit einem Digitalisat der Aufzeichnung und dokumentarischer Beschreibung des physischen Originals überliefert werden.

Quantitative Bewertung

Diese kommt in erster Linie bei gleichförmiger Massenüberlieferung zum Einsatz. Die zu bewertenden Unterlagen sind immer gleich aufgebaut, die Individualität der einzelnen Dokumente ist gering. In einem Rundfunkarchiv würden dazu zum Beispiel die Tagesmitschnitte oder über einen längeren Zeitraum regelmässig produzierte Sendungen gehören, deren inhaltliche Unterschiede vernachlässigbar sind, z. B. Unterhaltungssendungen. Für solche kann es ausreichen, eine systematische, exemplarische Teilmenge zu überliefern, dagegen für Informationssendungen nicht. Neben qualitativen Kriterien,

die auch hier angewendet werden sollten (z. B. besonders wichtige Themen, Personen, oder erste/letzte Sendung, wesentlich veränderte Form), können ergänzend auch quantitative Methoden angewendet werden. Eine solche ist die Reduktion anhand einer statistisch signifikanten Zufallsstichprobe, welche auf verschiedene Arten erhoben werden kann. Je grösser die Grundgesamtheit ist, desto kleiner wird der prozentuale Anteil, der für ein statistisch repräsentatives Resultat überliefert werden muss.

Stufenweise Bewertung

Die Archivwissenschaft geht mit ihrer Erschliessungsnorm ISAD (G) von hierarchisch geordneten Beständen aus. Der Bewertungsvorgang kann auf verschiedenen hierarchischen Stufen stattfinden. Die stufenweise Bewertung erlaubt eine gezielte Steuerung der anzuwendenden Methoden, Tiefe und damit des Aufwands.

Stufe	Umschreibung	Beispiel
Archiv	Institution	SRF
Bestand	Produzierende/abliefernde Stelle	Nachrichtenredaktion
Serie	Sendegefäss	Tagesschau
Dossier	Einzelne Sendung	Hauptausgabe vom 5.10.2010
Dokument	Einzelne Dokumente	Sendungsaufzeichnung oder Beitrag, Zuspelungen, schriftliche Unterlagen

Die Beispiele in der Tabelle beziehen sich auf einen Massenbestand. Die Zuordnung der Stufen könnte auch anders ausgestaltet werden und kleinere Bestände würden in weniger Stufen aufgeteilt. Das Potential stufenweiser Bewertung hängt vom Umfang der zu bewertenden Bestände ab.

Prospektive und retrospektive Bewertung

Bei der prospektiven Bewertung wird aufgrund der vorhandenen Informationen mit qualitativen, quantitativen oder stufenweisen Methoden über das Schicksal von Dokumenten entschieden, bevor sie überhaupt produziert werden. So können von einem bestimmten Radio oder TV-Sendegefäss nicht alle Sendungen überliefert werden, sondern z. B. pro Jahr 5 zufällig ausgewählte Sendungen, um einen repräsentativen Einblick in die Sendungsproduktion zu geben. Die übrigen Sendungen werden nur dann aufbewahrt, wenn sich im Produktionsablauf bzw. im Nachgang zur Sendung Fakten ergeben,

die eine Überlieferung einer bestimmten Sendung aus qualitativer Sicht rechtfertigen. Prospektive Bewertung reduziert den Aufwand wesentlich, wodurch Ressourcen für andere wichtige Tätigkeiten frei werden.

Die retrospektive Bewertung war über Jahrzehnte und ist auch heute noch oft der Regelfall. Den Gedächtnisinstitutionen werden grosse Mengen an mehr oder weniger geordneten Dokumenten überlassen und diese müssen anhand unterschiedlich verlässlicher Ablieferungslisten, Bestandesinformationen und anderen Metadaten (häufig am Objekt) eine Bewertung vornehmen. Dieses Vorgehen mag mit Aktenserien noch einigermaßen praktikabel sein. Für audiovisuelle Medien, deren Konsultation nur mittels Abspielgeräten und in Echtzeit möglich ist, ist das ohne ein Mindestmass an Metadaten, die bei der Entscheidungsfindung helfen, mit enormem Aufwand verbunden. Nur wenn Informationen wie Titel, Inhalt, Autor, Interpret, Aufnahmetechnik, Original vs. Kopie vorliegen ist es möglich, sich einen Überblick über den Bestand zu verschaffen und Rückschlüsse über den Erhaltungswert zu ziehen.

Bei der retrospektiven Bewertung gibt es keine Gewähr für repräsentative Überlieferung. Wilde Entsorgungs- und Entrümpelungsaktionen sind zu allen Zeiten der Feindsorgfältiger Überlieferungsbildung.

Aktuelle Entwicklungen

Wie in vielen anderen Bereichen werden auch für die Bewertung inzwischen automatisierte Verfahren eingesetzt. Der Einbezug entsprechender Möglichkeiten und insbesondere Potentiale für die Bewertung audiovisueller Bestände sind noch weitgehend unerforscht, sollten aber insbesondere bei grösseren Beständen in Betracht gezogen werden.

Auch partizipatorische Methoden werden vermehrt angewendet und sollten hinsichtlich ihres Potentials geprüft werden; es ist z. B. gut vorstellbar, dass an der Produktion früherer Aufnahmen beteiligte Personen über Informationen verfügen, welche für die Bewertung relevant – aber nicht dokumentiert – sind.

Mit der Nutzung Sozialer Medien werden dieselben Inhalte in verschiedensten, den technischen und praktischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Plattformen angepassten Formen verbreitet und rezipiert. Diese Praxis vergrössert – neben anderen für die Erhaltung relevanten Herausforderungen – die oben genannte Identifikation von Doubletten/Versionen in einem Bestand.

Bibliographie

- Kretzschmar, Robert: Positionen des Arbeitskreises Archivische Bewertung Im VdA – Verband Deutscher Archivarinnen Und Archivare Zur Archivischen Überlieferungsbildung, in: Der Archivar, 58 (2005), S. 91.
- Huber, Max: Archivische Bewertung: Aspekte, Probleme, Konjunktoren, in: Arbido, 2009, 8–12
- Edmondson, Ray: Audiovisual Archiving. Philosophy and Principles, UNESCO, 2016 (dritte Edition)
- Menne-Haritz, Angelika: Schlüsselbegriffe der Archivterminologie, in: Veröffentlichungen der Archivschule Marburg, 20 (Marburg), [Online](#), Stand: 19.2.2022

Letzte Anpassung: Februar 2022

7 Konservierung von audiovisuellen Dokumenten

Ein einführender Text zur Konservierung (Lagerung, Handhabung etc.) von audiovisuellem Kulturgut ist in Arbeit.

7.1 Konservierung von Filmen

Folgende Massnahmen gewährleisten die Konservierung von Filmen auf Filmrollen:

- Filmrollen müssen richtig verpackt werden. Dabei ist eine Verpackung zu wählen, die der physischen Beschaffenheit der Filmrollen entspricht. Die Rollen sind von anderen Dokumenttypen getrennt aufzubewahren. Die Spulen sind horizontal auszurichten.
- Sie müssen – genau wie Mikrofilme – unter konstanten Bedingungen kühl und trocken (idealerweise bei 6°C und 35 % Luftfeuchtigkeit) in einem klimatisierten Raum gelagert werden.
- Filme, die aus einem entflammaren Material wie Zellulosenitrat bestehen, sind zwingend in Sonderarchiven zu lagern. Sie sind durch keine Versicherung abgedeckt.

Folgende Massnahmen gewährleisten die Erhaltung von Filmen:

- Richtige Handhabung der Filmrolle.
- Kontrollieren Sie regelmässig die Lagerbedingungen und den physischen Zustand der Filme!
- Werden Sie aktiv: Restaurieren Sie den Film oder erstellen Sie eine möglichst originalgetreue Kopie, um den Film zu erhalten.

Folgende Massnahmen gewährleisten die Verwaltung und Verwendung solcher Filme:

- Identifizieren und katalogisieren Sie die Filme.
- Stellen Sie Kopien zur Einsicht und Vorführung her.

Letzte Anpassung: März 2014

8 Restaurierung von audiovisuellen Dokumenten

Ein einführender Text zur Restaurierung von audiovisuellen Dokumenten ist in Arbeit.

9 Reproduktion / Digitalisierung von audiovisuellen Dokumenten

Die folgenden allgemeinen Ausführungen zur Reproduktion und Digitalisierung behandeln vor allem die audiovisuellen Medien Film, Video und Ton. Für die Fotografie gelten mehrheitlich andere Voraussetzungen, die im Teilkapitel *Das fotografische Kulturgut digitalisieren* diskutiert werden.

Die digitale Welt eröffnet Archiven exzellente neue Perspektiven, was den Zugang zur Sammlung und deren Verwertung betrifft. Andererseits erfordert die Konservierung digitaler Archivmaster die Aneignung und die Entwicklung von Fachkenntnissen des zuständigen Personals und verursacht erhebliche Mehrkosten, sowohl durch die einmalige Digitalisierung analoger Dokumente als auch durch die fortlaufende Pflege der Daten. Diese Faktoren müssen unbedingt bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, für welche die vorliegenden Empfehlungen Grundlagen liefern.

Die Motivation, analoge Medien zu digitalisieren, kann verschiedene Gründe haben. Immer wieder wird die Erhaltung auf lange Zeit hinaus als Hauptgrund ins Feld geführt. Wenn man genauer nachfragt, stellt sich aber oft heraus, dass eher die Vorteile der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und der vereinfachte Zugang zu den Dokumenten für die Digitalisierung im Zentrum stehen. Dies zeugt zwar von einer erfreulichen Haltung bezüglich der Öffnung als eines wichtigen Teils der Archivierung, macht aber oft auch eine Unterschätzung der organisatorischen, technischen und finanziellen Herausforderungen und Konsequenzen der digitalen Archivierung deutlich.

Dennoch wird die Digitalisierung analoger audiovisueller Dokumente immer unumgänglicher für Archive; für Filme und Videos trifft dieser Umstand um so mehr zu, als wegen Obsoleszenz die analoge Technik bald kaum mehr verfügbar ist. Hinzu kommt, dass gewisse physische Medien vergleichsweise raschem Zerfall ausgesetzt sind, der Handlungszeitraum folglich auch aus diesen Gründen eng begrenzt ist. Ausserdem werden immer mehr Filme und Videos bereits in Dateiform produziert und werden in dieser Form von Gedächtnisinstitutionen übernommen, welche für deren Erhaltung eigene Workflows usw. entwickeln müssen. Im Bereich der digitalen Medien hat man es noch mehr als bei deren analogen Vorgängern mit einer grossen Vielfalt an Formen und Formaten zu tun. Diese sind meist auf bestimmte Anwendungsbereiche zugeschnitten. Digitalisate und «born-digital» Mediendateien, die für den einen Anwendungsbereich geeignet sind, können für einen anderen Nachteile mit sich bringen. Gleichzeitig ist es oft die Erstdigitalisierung bzw. das Produktionsformat, welche die zukünftige Qualität und Art der Rezeption bestimmen. Das Zurückgreifen auf analoge Originale zu einem späteren Zeitpunkt kann aus verschiedenen Gründen eingeschränkt sein. Mit «Originalen»

sind hier diejenigen Trägermaterialien gemeint, die als Ausgangspunkt für eine Digitalisierung genommen werden, unabhängig von ihrem Status in der Produktionskette oder Überlieferungsgeschichte:

- Das Original ist nicht mehr auffindbar oder es wurde zerstört (Originale sollten auch nach einer Digitalisierung erhalten werden).
- Es hat durch den physischen Zerfall nicht mehr die Qualität, die es anfangs oder bei der Erstdigitalisierung hatte.
- Nicht selten ist eine Vernachlässigung der analogen Originale nach der Digitalisierung zu beobachten, die durch unsachgemässe Lagerung zu einem beschleunigten Zerfall führt.
- Die technischen Mittel und/oder das Know-how bestehen nicht mehr, um einen Transfer in optimaler Qualität durchzuführen.
- Es sind keine finanziellen Mittel für einen Zweittransfer vorhanden.

Eine besondere Herausforderung stellt der Generationsverlust dar, der dem unumgänglichen periodischen Umkopieren analoger Träger anhaftet. Digitale Daten können zwar theoretisch (und bei korrekter Handhabung auch praktisch) ohne Informationsverlust in beliebiger Zahl vervielfältigt werden; bei Transcodierungen vom einen in andere Codecs stellt sich dieser Vorgang aber bereits etwas komplexer dar [Kap. 5.4]. Digitale Master bedeuten daher nicht automatische und grössere Sicherheit für die Langzeiterhaltung. Wenn digitale Daten langfristig erhalten werden sollen, müssen sie konstant kontrolliert und gewartet werden. «Digital preservation is an active, longterm commitment; scanning is a time-limited process.» (LeFurgy 2011)

Digitalisierung

Digitalisierung meint im AV-Bereich die Umwandlung eines analogen Signals in einen digitalen Code mittels eines A/D-Wandlers. Umgangssprachlich wird Digitalisierung oft unpräzise verwendet (z. B. für die Herstellung von Dateien oder allgemein für den zunehmend rein digitalen Umgang mit AV-Medien) und mit dem englischen Begriff Ingest verwechselt, der jedoch nur in bestimmten Fällen gleichbedeutend ist. Es findet auch nur in bestimmten Fällen eine Transcodierung (Wandlung der Daten von einem Code in einen anderen) statt. Der Einfachheit halber wird hier unter «Digitalisierung» die Umwandlung von analogen und digitalen Signalen in Files verstanden. Mit «digitalen Trägern» sind Bandformate oder optische Datenträger gemeint, deren Lesbarkeit wie bei analogen Trägern von kompatiblen Abspielgeräten abhängt.

Digitale Codierung

Die Digitalisierung von Video- und Audiosignalen geschieht in drei Schritten: Zuerst die Abtastung (sog. Sampling), als zweiter Schritt die Wertzuweisung (Quantisierung). Im dritten Schritt wird eine digitale Zahlenfolge erzeugt. Es gibt also ein zeitliches (t) und ein Werteraster (u) (siehe Abb. 1a-d).

Ein analoges Signal (1. Bild) wird abgetastet (2. Bild) und quantisiert (3. Bild):

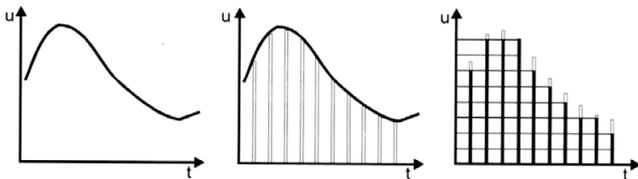


Abb. 1a) Abtastung mit engem zeitlichem Raster. Bild: D. Pfluger

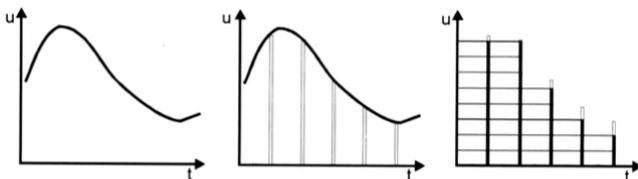


Abb. 1b) Abtastung mit weitem zeitlichem Raster. Bild: D. Pfluger

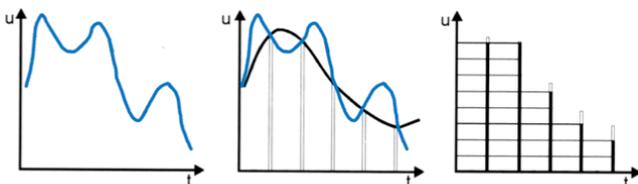


Abb. 1c) Wird das Signal zeitlich in zu grossen Abständen abgetastet, kommt es zu einer schlechten Reproduzierbarkeit. Bild: D. Pfluger

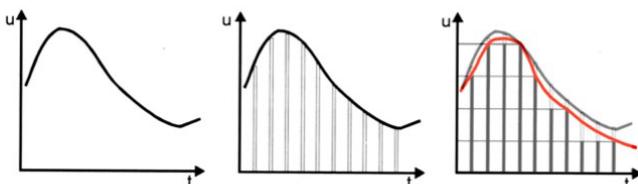


Abb. 1d) Wird die Zahl der Quantisierungsstufen herabgesetzt, so wird vor allem die Amplitude schlechter reproduziert. Bild: D. Pfluger

Die Auflösung des zeitlichen Rasters wird als Samplingrate bezeichnet. Je kleiner die zeitlichen Abstände sind, in denen Werte ausgelesen werden, desto höher ist die Samplingrate (t). Die Samplingtiefe – auch Bittiefe genannt – bezeichnet die Auflösung des Werterasters (u). Samplingrate und Bittiefe bestimmen beide die Qualität der Digitalisierung eines analogen Signals mit.

Abb. 2 illustriert die Bittiefe als Qualitätsfaktor in digitalen Bildern. Die Bittiefe der Farben eines Bildes wird meist separat zur Information über die verwendete Kompression angegeben. Genauso wie die räumliche Auflösung ist sie keine Kompression, sondern gibt die Begrenzung der Ausleserate der Farbinformation im Digitalisierungsprozess an. Diese Ausleserate hat einen starken Einfluss auf die Qualität des Bildes. Bei geringer Bittiefe ist auch ein unkomprimiertes Bild von mangelhafter optischer Qualität. Die hier dargestellten Bilder sind alle unkomprimiert. Ihre Qualität ist definiert durch die räumliche Ausleserate, die Auflösung (bei allen Beispielen gleich) und die Ausleserate der Farbkanäle, also die unterschiedlichen Bittiefen der Farbkanäle.



Abb. 2: Bittiefe. Bild: D. Pfluger

Stream

Die Begriffe Stream bzw. Streaming verwendet man meistens für (1) einen Bit Stream oder aber (2) für das Streaming eines Videos. Als Bit Stream (1) wird eine Abfolge von Bits bezeichnet, welche je nach Codec/Dateiformat unterschiedlich kodiert/ strukturiert Information repräsentieren. Die sogenannte Datenrate (Bitrate) definiert die Menge der Information pro Zeiteinheit und gibt die Grösse des Streams an. Beim (2) Streaming kann eine Mediendatei über ein Netzwerk betrachtet werden, ohne dass die gesamte Datei zuvor heruntergeladen werden muss und ohne dass die Datei auf dem Zielgerät gespeichert wird.

Datenträger

Magnetische oder optische Datenträger können auf ein spezifisches Videoformat ausgerichtet sein oder beliebige digitale Daten fassen. Für einen bestimmten Trägertyp gibt es meist beide Varianten. Der Kassettentyp des analogen Betacam-SP-Videoformats beispielsweise wurde später in der identischen physischen Form für Digital Betacam und für das Datenspeicherungsband DTF verwendet. Die Abspielgeräte erkennen die unterschiedlichen Medien mit Hilfe von Notches, also Kerben oder Löchern an bestimmten Positionen der Kassette. Für Laien sind die Kassetten nur aufgrund des Farbencodes zu unterscheiden. Genauso ist eine selbst gebrannte CD-R nicht von einer selbst gebrannten Audio-CD zu unterscheiden. Erst mit Hilfe eines Lesegeräts kann man die Form des Inhalts identifizieren. Unterschiedliche Datenträger können äusserlich also identisch sein, oder nur sehr schwer auseinanderzuhalten, dabei unterschiedliche Schreib- und Lesetechniken verwenden; gewisse lassen sich mit den gleichen Laufwerken lesen, andere wiederum nicht. Die folgende Tabelle führt einige Eigenschaften und Beispiele für spezifische und unspezifische Datenträger auf:

Spezifische Träger	Unspezifische Träger
Eigenschaften	
Nur ein Dateiformat speicherbar	Beliebige Dateiformate speicherbar
Analoge und digitale Formate	Nur digitale Formate
Direkt abspielbar	Nur bedingt direkt abspielbar
Beispiele	
DVD-Video	DVD-R
Digital-Betacam-Kassette	DTF-Datatape
35-mm-Kinofilm	Ausbelichtung von Daten auf Film

Ein Video im Videoformat DV kann also in identischer Qualität und im gleichen Format auf unterschiedlichen Datenträgern vorliegen: z. B. auf DV-Kassette oder auf einer Festplatte als .dv-Datei. Die Daten sind identisch, aber die Abspieltechnik ist eine andere. Dies hat automatisch einen Einfluss darauf, wie die gespeicherten Bewegtbilder wahrgenommen werden. Unterschiedliche Charakteristiken, wie zum Beispiel das herkömmliche PAL-Videoformat mit der interlaced Zeilenstruktur kann auf einem modernen Monitor, der für die progressive Abbildung geschaffen wurde, nicht gleich wiedergegeben und wahrgenommen werden wie auf einem klassischen Röhrenmonitor.

Datenintegrität

Datenintegrität ist für die digitale Archivierung zentral. Der englische Begriff «file fixity» dafür aus der Terminologie der digitalen Erhaltung bringt noch deutlicher als die deutsche Entsprechung zum Ausdruck, dass es sich um die «Fixierung» einer Datei und das Verhindern jeglicher Veränderung zum Zweck bzw. als Bedingung für authentische Überlieferung geht. Veränderungen oder sogenannte Korrumpierung können bei Übertragungen (z. B. durch Unterbrechungen), bei der aktiven Verwendung (z. B. Fehlmanipulationen) wie auch statischen Speicherung (z. B. als sog. «bit rot») auftreten. Deshalb sollte die Kontrolle der Datenintegrität (engl. fixity check) in Archivierungsworkflows für jede Übertragung und als (automatische) Routine im Archivspeicher vorgesehen werden. Idealerweise werden Bedingungen geschaffen, welche Fehlererkennung sowohl auf Einzelbild- als auch auf Datei-Ebene erlauben, indem z. B. Prüfsummen auf all diesen Ebenen hergestellt und mit den Dokumenten zusammen archiviert werden. AV-Archive haben aufgrund der sehr grossen Datenmengen und/oder Dateigrössen einen besonderen Grund, Kontrollmechanismen auf diesen verschiedenen Ebenen zu ermöglichen, weil dadurch erheblich Ressourcen (Personalaufwand, Zeit, Rechenkapazität) gespart werden können bei Fehleridentifikationen und ihre Behebungen. Gewisse Container wie Matroska (.mkv) sowie Codecs wie FFV1 und FLAC bieten standardmässig Optionen, die eine automatisierte Kontrolle der Datenintegrität erlauben.

Planungsgrundlagen

Die Digitalisierung und die digitale Archivierung müssen sorgfältig geplant werden, um nachhaltig, effizient und sicher zu sein, wofür es solide Planungsgrundlagen braucht, die im AV-Bereich teilweise spezifisch (Technik, Obsoleszenz, Infrastruktur, Kosten usw.) sind. Als erste Grundlage ist ein Inventar (Überblick über Umfang und Struktur) und eine Bestandsanalyse (vorhandene Formate, Zustand, Inhalte usw.) der zu archivierenden Unterlagen erforderlich, um überhaupt einschätzen zu können, womit man es zu tun hat. Auf dieser Grundlage müssen Ziele (der Überlieferung und der möglichen Benutzung) definiert, Bewertungs-, Erschliessungs-, Langzeiterhaltungs- und Benutzungskonzepte (mit jeweils damit verbundenen Sicherheitskonzepten) erstellt, das Vorgehen bezüglich Digitalisierung (z. B. inhouse oder extern, Formate, Qualität usw.) evaluiert, Kosten geschätzt und Priorisierungen vorgenommen werden. Die meisten dieser Grundlagen sind stark kontextabhängig, entsprechend sind vom Kontext und vom vorhandenen Spielraum abhängige Entscheidungen erforderlich, die nicht generalisierbar sind. Generalisierbar sind dagegen folgende Grundsätze:

- Gut informierte Entscheide fällen, die nicht allein auf technischen Fragen beruhen, sondern alle genannten Aspekte berücksichtigen und den Richtlinien der Instituti-

on entsprechen.

- Minimale Kompetenzen inhouse aufbauen, auch wenn mit externen Dienstleistungen gearbeitet wird; die interne Kontrolle der Lieferobjekte bzw. Digitalisaten, der Umgang mit diesen sowie die Verantwortung dafür lassen sich nicht outsourcen.
- Interdisziplinär bzw. abteilungsübergreifend vorgehen. Archiv- und IT-Verantwortliche sollten von Anfang an gemeinsam planen.

Inhouse oder Outsourcing?

Die Digitalisierung wie auch die Datenhaltung können grundsätzlich von Gedächtnisinstitutionen selbst vorgenommen werden, falls Infrastruktur, Kenntnisse, finanzielle und personelle Kapazitäten vorhanden sind oder aufgebaut werden können. Das Volumen an zu digitalisierenden Medien muss genügend gross sein, um Skaleneffekte nutzen zu können, die einen solchen Schritt und den damit verbundenen Aufwand rechtfertigen; ansonsten ist es wirtschaftlicher und verlässlicher, spezialisierte Dienstleistende damit zu beauftragen. Es ist jedoch schwierig, eine «kritische Masse» konkret zu definieren, da sie von verschiedenen Parametern abhängig ist:

- Umfang des vorhandenen Bestands und erwarteter Zuwachs an AV-Dokumenten (Auftrag, Sammlungskonzept, «Sprengel» usw.)
- Personelle Kapazität (Kompetenzen des Personals, Zeitaufwand, Aus- und Weiterbildung des Personals)
- Technische Infrastruktur (Kapazität, Unterhalt)
- Finanzielle Möglichkeiten und Sicherheit (nachhaltige Investitionen und Betriebskosten – welche Medien und Träger können in einem Archiv bearbeitet werden?)
- Räumliche Infrastruktur (räumlich, klimatisch)
- Vielfalt der vorhandenen Medien und Träger (Einheitlichkeit)
- Digitalisierung als kurzzeitiges Projekt, als mittel- bis längerfristig laufende Aufgabe oder zunehmend auch als Daueraufgabe.

Auf der Website von [Memoriav](#) finden Sie eine Liste mit Schweizer Dienstleistenden im audiovisuellen Bereich sowie nützliche Informationen zur Auftragsvergabe.

Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle spielt bei der Digitalisierung und der digitalen Archivierung von AV-Dokumenten eine ausserordentlich wichtige Rolle. Diese muss in den entsprechen-

den Workflows vorgesehen werden, weil sehr viele mögliche Fehlerquellen bestehen und diese nicht einfach und schnell erkennbar sind. Dies unabhängig davon, ob die Digitalisierung intern oder extern vorgenommen wird; falls externe Dienstleistungen involviert sind, muss die Qualitätskontrolle in den entsprechenden Pflichtenheften und anderen Auftragsvereinbarungen konkret festgehalten werden. Die auftraggebende Organisation sollte diese Vorgaben selber machen und über Verfahren und Werkzeuge verfügen, um die Lieferobjekte zu überprüfen. Im Folgenden sollen einige allgemeine Hinweise zur Qualitätskontrolle und spezifische Empfehlungen gemacht werden.

Wesentliche Ziele der Qualitätskontrolle bei der Digitalisierung audiovisueller Dokumente bestehen darin, die langfristige Erhaltung bzw. das Erheben von Informationen für das Preservation Planning und damit die Archivierung überhaupt zu ermöglichen. Das heisst die an diesem Ziel orientierten Kriterien der Qualitätskontrolle sind (wie bei der Formatwahl auch) andere als z. B. für die (Post-)Produktion. Dies ist insbesondere auch wichtig bei der Wahl und dem Einsatz von Werkzeugen (Hard- und Software), weil nicht alle solchen die gleichen Parameter prüfen. Qualitätskriterien bei Erhaltungsmaßnahmen sind auf die authentische Überlieferung ausgerichtet, und nicht beispielsweise auf möglichst ansprechende Bildqualität.

Qualitätskontrolle bei der Digitalisierung beginnt bereits bei der Handhabung der physischen Originale, die im Originalzustand belassen werden sollten; Abweichungen davon (z. B. Anbringen von Strichcode-Aufklebern o. ä.) müssen klar vereinbart und auf ein Minimum beschränkt werden, da die Archivalien für die langfristige Erhaltung idealerweise von jeglichen Fremdmaterialien getrennt und in inerten Verpackungen untergebracht werden sollten. Auch die einzelnen Schritte der Vorbehandlung (Reinigung, thermische Behandlung o. ä.) müssen zwischen Auftraggebenden und Durchführenden genau abgesprochen und dokumentiert werden.

Die Erhaltung der Bild- und Toninformation im überlieferten bzw. Originalzustand hat oberste Priorität bei der eigentlichen Digitalisierung: Das «Schönen» ist nicht Ziel der Digitalisierung zu Erhaltungszwecken. Oberstes Ziel ist das Erzeugen eines möglichst authentischen Digitalisats, wofür Hilfsmittel wie z. B. TBCs für die Stabilisierung des Videosignals oder ein Wetgate für eine möglichst kratzerfreie Abtastung eines Films eingesetzt werden können. Massnahmen, die darüber hinaus gehen wie z. B. eine Retusche des Bilds oder Farbanpassungen dürfen nur nach vorheriger Absprache mit dem Auftraggeber durchgeführt werden. Idealerweise werden in diesen Fällen auch die unkorrigierten Digitalisate gespeichert. Sind auf dem Original Referenzsignale (Video: z. B. Farbbalken) oder Referenzbilder (Film: z. B. Testbilder) aufgezeichnet, sollten diese mit übertragen werden.

Die Führung des Signalwegs (z. B. Einsatz von TBCs für Video, Wetgate für Film) und

allfällige Konvertierungen (z. B. von SECAM zu PAL) sind genau abzusprechen und Manipulationen des Signals mit Hilfe von geeigneten Instrumenten (Waveformmonitore, Vektorskop etc.) zu kontrollieren. Der Umfang (100 %, stichprobenartig, gar nicht), der Moment (an welchen Stellen im Workflow) sowie die Art und Weise dieser Kontrollen (automatisiert und/oder manuell) sowie der Umgang mit deren Resultaten (Wiederholung einer Operation, Aussondern zwecks Spezialbehandlung etc.) ist zu vereinbaren. Hierfür sollten auch die eingesetzten Mittel (Hard- und Software, Prüfsummen, Erheben/Extraktion von Metadaten etc.) konkret benannt werden. Zu überprüfende Kriterien während der Digitalisierung sind z. B.:

- Übereinstimmung des Transfers mit vorhandenen Metadaten (z. B. Dauer, Inhalt)
- Synchronität von Bild und Ton
- Farbe/SW: Prüfung anhand von Farbbalken, Referenzbildern, Weissabgleich
- Vorhandensein von Timecode
- Abgleich von Versionen
- Sprache / UT
- Bildfehler (Video: Drop Outs, Skewing etc.; Film: Bildstand, Fokus etc.)
- Bei Film: Transferierter Bereich des Filmstreifens (Bildseitenverhältnis, mit oder ohne Perforation bzw. «Overscan»)

Schliesslich muss vereinbart werden, wie die Informationen aus den vorgenommenen Kontrollen den Auftraggebenden übermittelt werden. Denn die langfristige Erhaltung ist auf eine systematische und überlieferbare Dokumentation angewiesen, welche wie die Filme und Videos langfristig erhalten wird. In diesem Zusammenhang heisst das inhaltlich:

- klares Benennen der verschiedenen physischen Aufzeichnungen und Dateien (Original, Master, Ausstellungskopie, Archivkopie, Nutzungskopie etc.),
- Dokumentation aller durchgeführten Massnahmen von der Entgegennahme bis zur Auslieferung (Transport, Lagerung, Vorbehandlungen, Abspiel- und Aufnahmegeräte sowie Kabelverbindungen für Video, Scannermodell für Film bzw. Digitalisierungsweg),
- Falls noch nicht vorhanden, Dokumentation des physischen Originals: Fabrikat (Format, Marke, Typ, Emulsion) genaue äusserliche Beschreibung (Beschriftungen, Identifikationselemente, ev. Foto) sowie Spezifikationen der Bespielung von Audio

und Video (z. B. Ton auf Kanälen longitudinal, Video im Long-Play-Modus) bzw. Bild und Ton des Films (z. B. Optischer Ton Dolby SR, Sepmag),

- Dokumentation der digitalen Datei: Codecs und Container mit jeweiligen Spezifikationen, Prüfsumme.

Neben dem Inhalt ist auch die Form (Text, Tabelle, Datenbank, XML etc.) und allenfalls verwendete Standards (METS, PREMIS etc.) vorgängig zu klären.

Nach Erhalt extern digitalisierter Filme und/oder Videos sollten folgende Dinge systematisch kontrolliert werden:

- Prüfsumme (Integrität)
- Vollständigkeit der Dokumentation
- technische Eigenschaften der als Elementarbestandteile definierten Dateien (Übereinstimmung mit Vorgaben im Pflichtenheft, Validierung) bezüglich Struktur (entspricht z. B. der Container den Spezifikationen, die Belegung der Audiospuren den Vorgaben?) und Inhalt (Dauer, Dateigrösse etc.)

Der Umgang mit allenfalls vom Pflichtenheft abweichender Qualität sollte vor der Auftragsvergabe geklärt sein, und vor der umfassenden Umsetzung eines Auftrags sind Testläufe des vorgesehenen Workflows zu empfehlen, nach denen systemische Fehler und problematische Vorgaben angepasst werden können. Die auftraggebende Institution bestimmt nach Überprüfung der Lieferobjekte, ob noch Nachbearbeitungen und -lieferungen erforderlich sind. Eine kontinuierliche, möglichst zeitnahe und insbesondere bei grossen Mengen eine weitestgehend automatisierte Qualitätsüberprüfung ist sehr empfehlenswert.

Kosten

Die Kosten für die digitale Archivierung von AV-Beständen setzen sich immer aus verschiedenen Teilen zusammen. Zusätzlich zum herkömmlichen Aufwand für Übernahme, Bewertung, Erschliessung usw. kommen möglicherweise solche für die Rechtklärung und insbesondere Kosten für Prozesse technischer Natur: Digitalisierung, Transcodierung und Speicherung. Für letztere ist wie erwähnt mit Skaleneffekten bei den Kosten zu rechnen. Bei den Kosten ist zu beachten, dass diese sich von Anbieter zu Anbieter beträchtlich unterscheiden können, weil u. U. unterschiedliche Zusatzdienstleistungen im Angebot enthalten sind oder unterschiedlich teure technische Infrastrukturen eingesetzt werden.

Die Kosten für die Digitalisierung hängen sehr stark von Art, Umfang und Zustand des

Ausgangsmaterials und den qualitativen Ansprüchen an die Digitalisierung ab. So kann beispielsweise die Bearbeitung und Digitalisierung einer Stunde 16-mm-Film in schlechtem Zustand ein Vielfaches davon kosten, was eine Stunde des gleichen Trägers in gutem Zustand kostet. Oder die Behandlung von Videokunst wird viel aufwändiger als diejenige von Videos mit rein dokumentarischem Interesse sein. Transcodierungskosten hängen von den vorhandenen und herzustellenden Dateiformaten ab. Bei den Speicherkosten ist mit Skaleneffekten zu rechnen; da es sich um laufende Betriebskosten und nicht um einmalige Projektkosten handelt, müssen sie etwas anders geplant werden.

Personal und Organisation

Das Gebiet der digitalen Langzeiterhaltung ist so weitläufig und komplex, dass es kaum als «Nebenbeschäftigung» zum Tagesgeschäft behandelt werden kann. Wer sich nicht täglich mit IT-Fragen und der Archivierung auseinandersetzt, kann nicht genügend Wissen und Erfahrung aufbauen, um reflektiert und nachhaltig zu handeln. Dazu kommt, dass sich die IT-Welt äusserst dynamisch weiterentwickelt und die Verantwortlichen sich konstant auf dem Laufenden halten müssen.

Je nach Struktur und Grösse des Archivs ist dieses Tätigkeitsfeld nicht vom bestehenden Personal zu bewältigen. In diesen Fällen müssen entweder entsprechende Stellen geschaffen werden oder es muss sich ein Anbieter des Vertrauens für diese Fragen finden.

Für das Betreiben eines digitalen Archivs sind eine gute Kommunikation und Kooperation zwischen Archiv und IT unerlässlich. Es muss ein Austausch bestehen über die Grundsätze der Archivierung und über die Prinzipien der Sicherung und Speicherung im IT-Bereich.

Fachkompetenzen

Strategien, Konzepte und Infrastrukturen sollten so ausgelegt werden, dass eine Gedächtnisinstitution, welche die digitale Archivierung von Video und Film als ihre Aufgabe betrachtet (oder den entsprechenden Auftrag hat) alle wesentlichen Aufgaben im Umgang mit digitalen Film- und Videodateien selbst erledigen kann, z. B. abspielen, Benutzungskopien und Zusammenschnitte erstellen usw. Und dies unabhängig davon, ob die Digitalisierung extern erfolgt (ist) oder das Repository von einem Dienstleister betrieben wird. Nur auf diese Weise kann die Kontrolle über das Material behalten werden und können gegebenenfalls auch Einkünfte generiert werden.

Um die Kernaufgaben der Archivierung (Sicherung, Bewertung, Erschliessung, Erhaltung, Zugang) bewältigen und damit die Verantwortung für die Bestände übernehmen

zu können, sind für die digitale Archivierung von Filmen und Videos zusätzlich zu den herkömmlichen Kompetenzen spezifische Fachkompetenzen erforderlich. Gedächtnisinstitutionen, welche die digitale Archivierung von Filmen und Videos zu ihren Aufgaben zählen bzw. die mit den entsprechenden Aufgaben betrauten Mitarbeitenden müssen über folgende Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen:

- Kenntnisse der Mediengeschichte: Kenntnisse der Produktions-, Vertriebs- und Verwendungskontexte sind neben Materialkenntnissen Voraussetzung für die materielle (Format, Art der Aufzeichnung, usw.) und funktionale (z. B. «Original» oder Kopie) Identifikation vorliegender Filme und Videos. Diese wiederum ist unerlässlich für die angemessene Planung, Priorisierung und Umsetzung jeglicher Massnahmen zu deren Erhaltung, Bewertung, Erschliessung und Vermittlung.
- Kenntnisse zum Aufbau von AV-Dateien: Kenntnisse über Codecs, Container (Wrapper) und Timecode(s) sind Voraussetzung für die gut informierte Wahl von Zielformaten, die Beurteilung von Offerten, Überprüfung von Lieferobjekten, das Preservation Planning etc.
- Überdurchschnittliche IT-Anwender-Kenntnisse: Um weniger gängige Funktionen allgemein verbreiteter Tools (z. B. VLC mit gleichzeitig zwei Abspiel Fenstern) oder überhaupt unerlässliche Open-Source-Tools nutzen zu können, braucht es etwas mehr als durchschnittliche Anwender-Kenntnisse. Dazu gehört auch das Beobachten relevanter Entwicklungen im IT-Bereich, um rechtzeitig angemessen auf Veränderungen (neue Werkzeuge, Obsoleszenz, Aufgabe von Diensten o. ä.) reagieren zu können. Diese Aufgabe kann nicht komplett an IT-Abteilungen ausgelagert werden, weil diese selten mit archivspezifischer Open-Source-Software arbeiten und auch weil diese die Anforderungen für die digitale Archivierung von Kulturgut oft nicht einschätzen können.
- Grundkenntnisse in der Verwendung von Kommandozeilen-Steuerung (CLI = command line interface): Gewisse wesentliche Funktionen oder gewisse Programme können oft nicht auf grafischen Oberflächen (GUI = graphic user interface) genutzt werden; sei es, dass keine GUI vorhanden ist oder dass in der allenfalls vorhandenen nicht auf alle erforderlichen Funktionalitäten zugegriffen werden kann. Ausserdem ist auch die Steuerung von Stapelverarbeitung wie z. B. die Kontrolle von Prüfsummen, Transcodierung für Benutzungsformate, Extraktion technischer Metadaten oft nur mit CLI möglich.
- Minimale Programmierkenntnisse oder Fähigkeiten, Scripts minimal zu verstehen (z. B. in Bash, Python, Javascript, PHP): Solche sind erforderlich, um Automatisierungen innerhalb der vorhandenen Infrastrukturen zu ermöglichen bzw. die ent-

sprechenden Scripts zu überprüfen oder anzupassen, z. B. an die im Archiv benützten Signaturen.

Identifizierung von Formaten

Die Identifizierung der vorhandenen Medien bezüglich ihrer Form steht am Anfang jedes Digitalisierungsprojekts. Sie ist insbesondere auch wichtig, um Dienstleister für externe Digitalisierung oder Geräte für die interne Konsultation oder Digitalisierung zu finden sowie um Aufwandschätzungen vornehmen zu können. Die Identifizierung des Inhalts, der verschiedenen Versionen bzw. des Status der vorhandenen Kopie(n) sind ebenfalls essentielle Grundlagen, die für die Bewertung und Priorisierung zentral, aber nicht Gegenstand des vorliegenden Dokuments sind.

Ethische Fragen

Dokumente/Werke in der Form zu erhalten, wie sie abgeliefert werden, also die Konservierung, ist eine Kernaufgabe von Gedächtnisinstitutionen. Diese Kernaufgabe steht in einem Spannungsverhältnis zu anderen Kernaufgaben wie der Benutzung: Friert man beispielsweise eine Filmrolle dauerhaft bei -20°C ein, so ist die Konservierung dieses Films praktisch sichergestellt. Er ist somit zwar konserviert, aber noch nicht nutzbar, sein Inhalt ist nicht sichtbar. Die Erhaltung ist nutzlos, ihr Zweck nicht erfüllt, der Aufwand schwer zu rechtfertigen und die entsprechenden Mittel kaum beschaffbar, wenn der Film nicht angeschaut werden kann.

Das Spannungsverhältnis zwischen Konservierung und Nutzung verstärkt sich bei analogen Medien dadurch, dass diese sich bei jedem Gebrauch abnutzen. Wenn das Ideal der Präsentation in einer der Wahrnehmung bei der Premiere und/oder über die Zeit der Erstausswertung eines Werks entsprechenden Form angestrebt wird, gerät man umso mehr in einen Widerspruch: Erhaltung im Istzustand und Präsentation im Originalzustand. Gedächtnisinstitutionen müssen daher einen sinnvollen Kompromiss zwischen folgenden Faktoren finden:

- Istzustand
- Wissen über den Originalzustand
- Potenzial moderner technischer Möglichkeiten

Jede Wiedergabetechnologie erzeugt technikbedingte Artefakte, die bei der Entstehung eines Dokuments/Werks mit dem Inhalt unwiederbringlich verschmelzen. Diese Artefakte werden zur Zeit der Aufnahme und auch später ambivalent wahrgenommen. Oft als Makel, manchmal als wichtiger Teil der Kreation (z. B. als Stilmittel oder auch als Teil

der «Aussage»), aber fast immer als bewusstes oder unterbewusstes Mittel der zeitlichen Zuordnung eines Dokuments/Werks. Der Transfer von einer Form in eine andere, sei es analog zu analog, analog zu digital oder je nach Vorgehen selbst digital zu digital, wird wiederum als technisches Verfahren das betroffene Werk prägen. Um schwerwiegende negative oder überhaupt unkontrollierte Auswirkungen einer Digitalisierung auf die Ästhetik eines Werks zu verhindern und bewusste Entscheide hinsichtlich der Veränderung der Form von Dokumenten fällen zu können, muss man sich also über einige Punkte im Klaren sein:

- Die Digitalisierung verändert die Qualität, die Möglichkeiten und die Art der Rezeption eines Dokuments/Werks.
- Das Digitalisat wird in der digitalen Wiedergabe zwangsläufig anders wahrgenommen werden als das analoge und analog wiedergegebene Original.
- Die digitalen Artefakte verschmelzen unwiederbringlich mit den analogen und sind meist visuell nicht mehr zu unterscheiden. Eine eingehende Analyse ist komplex und liefert nur beschränkt brauchbare Ergebnisse.
- Eine mangelhafte Digitalisierung wird die vorgängigen Punkte schwerwiegend negativ beeinflussen. (siehe dazu Abb. 3 für ein Beispiel aus dem Filmbereich)

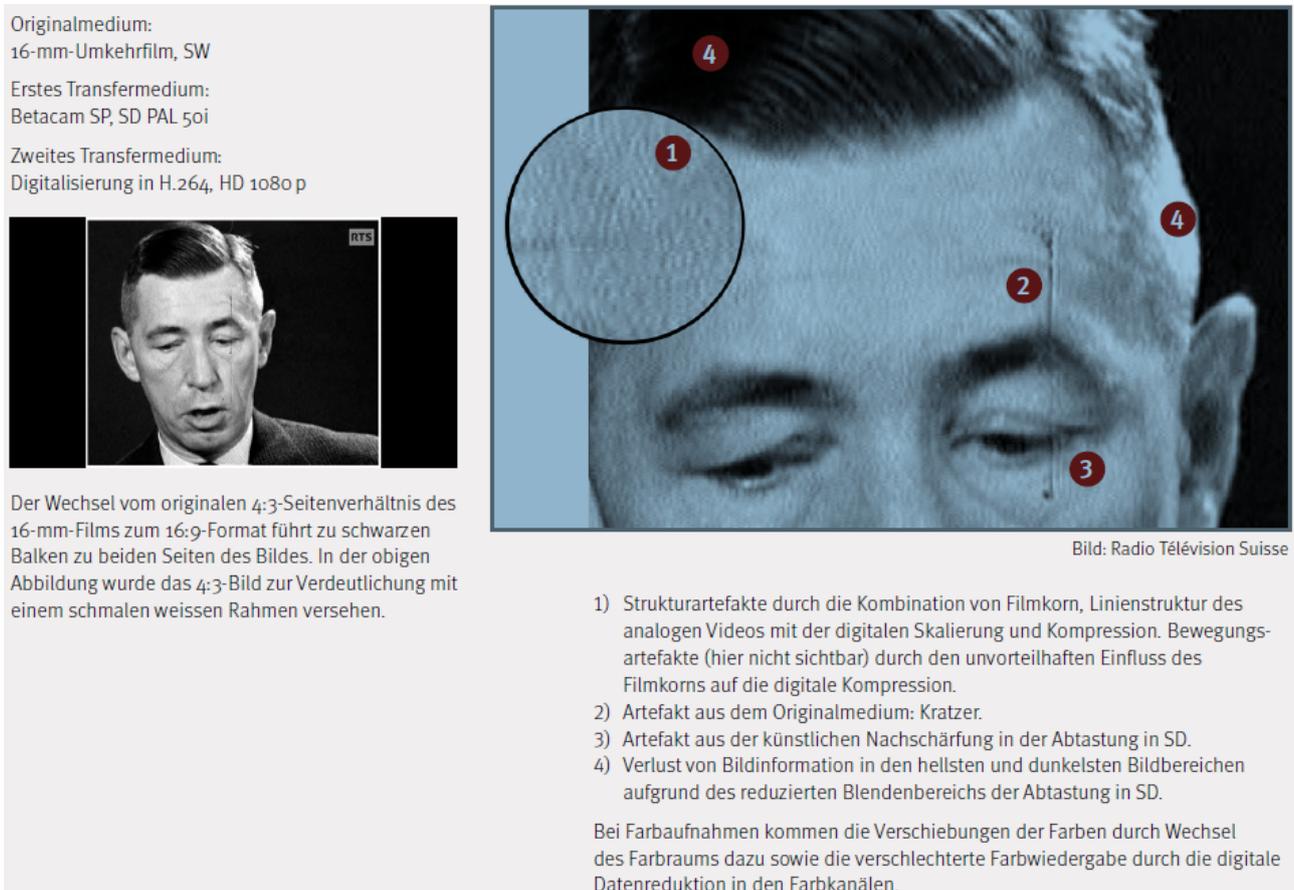


Abb. 3: Beispiel der Konsequenzen mehrfachen Medientransfers

Es ist wichtig, die typischen Eigenschaften der analogen Ausgangsmedien sowie diejenigen von potenziellen digitalen Zielformaten zu kennen, um sinnvolle Arbeitsgänge zu konzipieren und die Entstehungs- und Überlieferungskontexte angemessen dokumentieren zu können. Folgende grundsätzliche Fragen gilt es insbesondere bei Dokumenten mit Kunstwerkcharakter zu stellen und projektbezogen zu beantworten:

- Darf man mit modernen Mitteln technisch mehr aus den Originalelementen herausholen als «damals» möglich war?
- Inwiefern dürfen noch lebende Urheber-/innen/Entscheidungsträger-/innen von damals die Restaurierung beeinflussen? Welche Position hat die heutige Meinung des Künstlers oder der Autorin?
- Was macht man, wenn man heute mit Hilfe des Ausgangsmaterials und aktueller Technik etwas umsetzen kann, was Künstler-/innen damals wollten, aber nur teilweise oder gar nicht konnten?
- Inwiefern lässt man in die Restaurierung einfließen, wie und in welcher Qualität das Werk über die Jahre hinweg rezipiert wurde?

Diese Fragen sind nicht generell und eindeutig zu beantworten. Unterschiedliche Ansätze der neuerlichen Sichtbarmachung von Dokumenten aus der Vergangenheit haben auf allen Ebenen zu hitzigen Diskussionen darüber geführt, was ethisch erlaubt ist und was nicht. Klare Richtlinien zu definieren, wird oft dadurch noch schwieriger gemacht, dass Eingriffe mit graduell unterschiedlicher Intensität eingesetzt werden können.

Zur Orientierung kann man drei Grundsätze nennen, die in den unten angegebenen Auszügen aus Normen ausgeführt und ergänzt werden:

- Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Werk in seiner Integrität weiter erhalten bleibt, ist grösser.
- Alle Möglichkeiten der Bearbeitung, die vor einem Eingriff gegeben waren, bleiben auch nach dem Eingriff weiter bestehen.
- Jeder Bearbeitungsschritt wird sorgfältig dokumentiert.

Ethische Normen

Die verschiedenen nationalen und internationalen Fachverbände für die verschiedenen Fachleute in Gedächtnisinstitutionen haben in ihren ethischen Kodizes Normen vereinbart, die auch im Rahmen von Digitalisierungsprojekten als Referenz herangezogen werden können: Im Folgenden Auszüge mit Relevanz für die digitale Archivierung von Film und Video:

- VSA/ICA: «[...] Archivarinnen und Archivare haben die Integrität von Archivgut zu schützen und auf diese Weise zu gewährleisten, dass es ein zuverlässiger Beweis der Vergangenheit bleibt. Die wichtigste Aufgabe der Archivarinnen und Archivare besteht darin, die Unversehrtheit der von ihnen verwalteten und verwahrten Unterlagen zu erhalten. [...] Archivarinnen und Archivare haben die Authentizität der Schriftstücke während der Bearbeitung, Aufbewahrung und Benutzung zu schützen. Archivarinnen und Archivare haben sicherzustellen, dass der archivarische Wert von Schriftstücken, einschliesslich der elektronischen und multimedialen Überlieferung, weder bei der archivarischen Bewertung, Ordnung und Verzeichnung noch bei Konservierungsmassnahmen und der Benutzung beeinträchtigt wird.» (VSA-Kodex)
- AMIA: «[...] To restore and preserve artifacts without altering the original materials, whenever possible. To properly document any restoration/preservation decisions and to make decisions consistent with the intentions of the creators, whenever appropriate. To balance the priority of protecting the physical integrity of objects/artifacts with facilitating safe and non-discriminatory access to them. [...]» (Amia Code of Ethics)
- IASA: «[...] sound and audiovisual recordings and associated materials (including original carriers) shall be treated with appropriate respect and mishandling by unskilled operators should be avoided. They need to be conserved according the latest technology to minimise deterioration. Their original content and physical representation shall be safeguarded from being modified, truncated, extended, falsified or censored in any way. Archivists' obligations also include the permanent care of accompanying materials (photographs, notes, etc.) and the handling of the description of the contents of the recordings (for metadata, catalogues and discography, and other publications).

[...] Any kind of preservation, restoration, transfer and migration and of sound and audiovisual content should be done in such a way as to avoid or minimize the loss of data and other relevant information on the original recording. In addition, ancillary information, which may be part of the original sound or AV document (i.e., content and carrier) in manifold forms, should be safeguarded. The original carriers should be preserved in useable condition for as long as is feasible. This also applies to all digitized materials, since the technology and methods of signal extraction and analogue-digital-transfer are still subject to further development, and original carriers – and packaging – often provide ancillary information. [...] Transfers made from old to new archive formats should be carried out without subjective signal alterations. Any kind of subjective signal enhancement (like de-noising, etc.)

must only be applied on a copy of the unmodified archival transfer (e.g. on access copies, see TC03, chapters 7-8).

All preservation actions, restoration, transfer and migration processes (including long-term digital storage procedures), should always be accompanied by careful documentation, in order to provide all relevant specifications that ensure the authenticity of the primary data and prevent the loss of primary, secondary, and contextual information constituted by the original AV document. Technicians working in an archival preservation setting must ensure that they document any alterations of sounds and audiovisual data done for other specific purposes such as types of dissemination. Technicians whose work involves the creation of information systems for cataloguing sound and audiovisual collections should also avoid data loss in those systems. [...] The main technical aspects are that access should not do any harm to the physical integrity of the document and, on the other hand, the user should be given the possibility to access all the content relevant for the document.»(IASA Ethical Principles for Sound and Audiovisual Archives)

- ECCO: «[...] The fundamental role of the Conservator-Restorer is the preservation of cultural heritage for the benefit of present and future generations. The Conservator- Restorer contributes to the perception, appreciation and understanding of cultural heritage in respect of its environmental context and its significance and physical properties. [...] Conservation consists mainly of direct action carried out on cultural heritage with the aim of stabilising condition and retarding further deterioration. Restoration consists of direct action carried out on damaged or deteriorated cultural heritage with the aim of facilitating its perception, appreciation and understanding, while respecting as far as possible its aesthetic, historic and physical properties.

Documentation consists of the accurate pictorial and written record of all procedures carried out, and the rationale behind them. A copy of the report must be submitted to the owner or custodian of the cultural heritage and must remain accessible. Any further requirements for the storage, maintenance, display or access to the cultural property should be specified in this document.» (ECCO Professional Guidelines)

- ICOM: «[...] 2.24 Konservierung und Restaurierung der Sammlungen. Das Museum soll den Zustand seiner Sammlungen sorgfältig beobachten, um zu entscheiden, wann ein Objekt oder Exemplar Konservierungs- oder Restaurierungsarbeiten benötigt und den Einsatz eines qualifizierten Konservators/Restaurators erforderlich macht. Das eigentliche Ziel soll darin liegen, den Zustand des Objekts oder Exemplars zu stabilisieren. Alle Konservierungsverfahren müssen dokumentiert werden

und so weit wie möglich reversibel sein; sämtliche Veränderungen am ursprünglichen Objekt oder Exemplar sollen deutlich erkennbar sein. [...]» (ICOM Ethische Richtlinien)

- FIAF: «Film archives and film archivists are the guardians of the world's moving image heritage. It is their responsibility to protect that heritage and to pass it on to posterity in the best possible condition and as the truest possible representation of the work of its creators. Film archives owe a duty of respect to the original materials in their care for as long as those materials remain viable. When circumstances require that new materials be substituted for the originals, archives will retain a duty of respect to the format of those originals. [...] 1.4. When copying material for preservation purposes, archives do will not edit or distort the nature of the work being copied. Within the technical possibilities available, new preservation copies shall be an accurate replica of the source material. The processes involved in generating the copies, and the technical and aesthetic choices which have been taken, will be faithfully and fully documented.

1.5. When restoring material, archives will endeavour only to complete what is incomplete and to remove the accretions of time, wear and misinformation. They will not seek to change or distort the nature of the original material or the intentions of its creators. [...] 1.7. The nature and rationale of any debatable decision relating to restoration or presentation of archive materials will be recorded and made available to any audience or researcher. 1.8. Archives will not unnecessarily destroy material even when it has been preserved or protected by copying. Where it is legally and administratively possible and safe to do so, they will continue to offer researchers access to nitrate viewing prints when asked to do so for as long as the nitrate remains viable.» (FIAF Code of Ethics)

Wie bereits in den drei Grundprinzipien oben erwähnt, nimmt die Dokumentation jeglicher konservatorischer und/oder restauratorischer Eingriffe und der dazugehörigen Entscheide praktisch in allen Berufsethiken eine zentrale Rolle ein. Auf die Digitalisierung angewendet würde dies bedeuten, dass z. B. sämtliche Massnahmen zur Vorbereitung (Reinigung, Trocknung usw.), praktischen Umsetzung (Eingesetzte Geräte und Software, Signalweg usw.) und Kontrolle (Prüfsummen, Visualisierungen usw.) digitalisierter Filme oder Videos festgehalten und diese Dokumentation mit überliefert werden müssen.

Als Ziel wird in allen Kodizes die Erhaltung der «Substanz » von Dokumenten/Werken ohne unnötige oder von den Absichten oder Möglichkeiten der Urheber-/innen abweichende Eingriffe verstanden, wobei Konservierung Priorität vor Restaurierung hat, falls die Mittel nicht für beides reichen. Als Substanz ist neben künstlerischem Wert sicher auch Integrität, Authentizität und archivarischer Wert (Evidenz) zu verstehen. Eine Digi-

alisierung geht zwangsläufig über diese reine Erhaltung hinaus und hat wie oben erwähnt einen Einfluss auf die «Substanz» und deren Wahrnehmung. Ausserdem können beispielsweise die Integrität und die Authentizität eines Dokuments nach der Digitalisierung nur noch anhand zuverlässiger Metadaten gewährleistet werden.

Originale seien so schonend wie möglich zu behandeln und wenn immer möglich unter geeigneten Bedingungen aufzubewahren, die den (weiteren) Zerfall bremsen. Wie ebenfalls schon erwähnt, ist dieser Schutz ins Verhältnis zu setzen mit dem Ziel des Zugangs und der Nutzbarkeit. Falls die Umstände den Ersatz der Originale durch Kopien erfordern, sollen das Originalformat und dessen Eigenschaften respektiert werden, und auch nach einer Digitalisierung sollen Originale nie ohne Not zerstört werden.

Originale

Nach der Konservierung und Digitalisierung verlieren die Originalmedien ihre Bedeutung nicht, sie sollten unter bestmöglichen Bedingungen aufbewahrt werden. Es kann gut sein, dass eine neuerliche Digitalisierung in besserer Qualität möglich wird oder der Verlust der digitalen Daten eine Zweidigitalisierung notwendig macht. Eine solche kann allerdings erschwert oder verunmöglicht werden aus den Gründen, die in der Einführung angegeben sind.

Über die Kassierung eines Originals muss von Fall zu Fall entschieden werden, da der Entscheid von vielen Parametern abhängig ist. Für diesen Entscheid muss in jedem Fall ein Experte oder eine Expertin beigezogen werden.

Auch abgesehen von der Überlieferung des Inhalts von Filmen und/oder Videobändern sind die originalen physischen Träger als Kulturgut erhaltenswert.

Man kann nie sicher sein, im Prozess der Archivierung sämtliche relevanten Informationen sowohl zum Inhalt als auch zur Form erfasst zu haben, selbst wenn diese gut dokumentiert und z. B. fotografisch festgehalten wurden.

Memoriav behält nach Berücksichtigung des aktuellen Fachdiskurses die bisherige Position bei, wonach im Grundsatz gilt: Analoge Originale werden auch nach deren Digitalisierung mindestens so lange aufbewahrt, wie ihre Lesbarkeit gewährleistet ist. [Begründung] Nach der Konservierung und Digitalisierung verlieren die Originalmedien ihre Bedeutung als Kulturgut [konkret? geht es um intrinsischen Wert?] nicht, sie sollten weiterhin unter bestmöglichen Bedingungen aufbewahrt werden. Dies ist wichtig, da es gut möglich ist, dass eine neuerliche Digitalisierung in besserer Qualität möglich wird oder der Verlust der digitalen Daten eine Zweidigitalisierung notwendig macht. Es ist ausserdem schwierig sicher zu sein, im Prozess der Archivierung sämtliche relevanten Informationen sowohl zum Inhalt als auch zur Form erfasst und überliefert zu haben.

Falls vom oben erwähnten Grundsatz abgewichen wird, müssen folgende Bedingungen kumulativ erfüllt sein:

1. Die digitale Archivierung erfüllt die Anforderungen von OAIS (ISO 14721:2012), so dass Authentizität und Integrität der Digitalisate gewährleistet sind (inkl. Dokumentation Archivierungsprozesse etc.).
2. Die Beschreibung der Originale mit technischen Metadaten und Dokumentation, wenn möglich mit Fotografie (Integrität) ist garantiert.
3. Die Digitalisate sind bezüglich Qualität, Vollständigkeit und Abspielbarkeit überprüft. Technische Begleitdokumente der Digitalisierung und Qualitätsprüfung liegen systematisch auswertbar vor.
4. Die beispielhafte Aufbewahrung von «Museumsobjekten» ist sichergestellt.

Für digitale Originale gelten grundsätzlich die gleichen Regeln mit folgenden Ergänzungen:

1. Bei Transfers muss garantiert sein, dass sie unter Erhalt der ursprünglichen Parameter erfolgen.
2. Digitale Formate, die ein File-Äquivalent besitzen und die auf obsoleten oder fragilen Trägern gespeichert sind (namentlich CD-R und DVD-R, aber auch MiniDV), können zur Kassation freigegeben werden, wenn die oben formulierten Bedingungen 1 bis 5 erfüllt sind.

Eine ausführliche Argumentation findet sich im Positionspapier von Memoriav: Physische Datenträger audiovisueller Dokumente nach der Digitalisierung: behalten oder vernichten? auf der Website von Memoriav (siehe Bibliographie).

Bibliographie und Links zu ethischen Normen

- LeFurgy, Bill: Digitization is Different than Digital Preservation: Help Prevent Digital Orphans!, in: The Signal. Digital Preservation (Blog). 2011/07/digitization-is-different-than-digital-preservation-help-prevent-digital-orphans/, [Online](#), Stand: 21.2.2022
- Memoriav Positionspapier: Physische Datenträger audiovisueller Dokumente nach der Digitalisierung: behalten oder vernichten? 2016. [Online](#), Stand: 21.2.2022
- AMIA, Code of Ethics. [Online](#), Stand: 21.2.2022
- E.C.C.O. Professional Guidelines. [Online](#), Stand: 21.2.2022

- International Association of Sound and Audiovisual Archives (Hrsg.) Ethical Principles for Sound and Audiovisual Archives. IASA Special Publication No. 6, 2011. [Online](#), Stand: 21.2.2022.
- ICOM, Ethische Richtlinien für Museen von ICOM. [Online](#), Stand: 21.2.2022
- VSA-Kodex ethischer Grundsätze für Archivarinnen und Archivare. [Online](#), Stand: 21.2.2022. Der VSA-Kodex entspricht der deutschen Fassung des Kodex des Internationalen Archivrates ICA.

Letzte Anpassung: November 2019

9.1 Restaurierung und Digitalisierung von Filmen

Memoriav setzt sich für die Erhaltung und die Verbreitung unseres filmischen Kulturgutes nach methodologischen Standards ein, die dem Respekt vor Geschichte und Ethik unterworfen sind und die Bewahrung der entsprechenden Dokumente regeln. Wer historische Filme samt der ihnen eigenen Identität vollständig und bestmöglich erhalten und zeigen will, muss auch den Zustand (oder die Zustände), in dem sie ursprünglich verbreitet wurden, erhalten. Dies setzt jedoch die Einführung von Mindestanforderungen voraus, die alle an ihrer Übertragung Beteiligten anerkennen.

In Anbetracht der allgemeinen Verbreitung digitaler Datenträger und der neuen, die diese auf frühere kinematografischen Quellen erzeugen, ist eine genaue Bestimmung dieser Anforderungen heute dringender denn je. Einerseits hat das allmähliche Verschwinden der analogen Filmprojektion zur Folge, dass Filme aus über hundert Produktionsjahren auf ihren ursprünglichen Bildträgern nach und nach unzugänglich werden. Andererseits stehen immer mehr digitale Werkzeuge zur Verfügung, mit denen sich die Werke «verbessern» lassen, und zwar weit über die zur Zeit ihres Entstehens vorhandenen Möglichkeiten hinaus, was zu Veränderungen und Verzerrungen des ursprünglichen Charakters der Filme führen kann.

Aufgrund dieser Situation müssen klare Richtlinien für jeden Digitalisierungs- und Restaurierungsvorgang eingeführt werden, die festlegen, wie die langfristige Bewahrung des filmischen Erbes sichergestellt und gleichzeitig seine Verbreitung in der Gegenwart ermöglicht werden kann.

Restaurierung und Digitalisierung

Wir unterscheiden zwei Fälle:

- a) Filme und Tonträger, deren Erhaltung bedroht ist.
- b) Filme, deren Erhaltung zwar gesichert ist, die aber nicht mehr gezeigt werden können, weil dazu die technische Infrastruktur fehlt.

Fälle, in denen die Erhaltung filmischer Bild- und tonträger bedroht ist.

- Nitratfilme
- Farbfilme
- Im Zerfall befindliche Filme (alle Träger: Azetatfilme, Magnetbänder usw.).

Wenn man eine langfristige Erhaltung solcher Filme sicherstellen will, ist nach unserem aktuellen Kenntnisstand und mit den derzeit verfügbaren Mitteln eine fotochemische oder digitale/fotochemische Restaurierung die beste Lösung.

a) Fotochemische Erhaltung

Für eine fotochemische Erhaltung kommen zwei Strategien in Betracht:

- **Eine einfache Notfallmassnahme:**

Ist der Film nur als Negativ erhalten, wird ein separates Interpositiv von Bild und Ton hergestellt. Ist eine Kopie vorhanden, wird davon ein separates Internegativ von Bild und Ton hergestellt sowie eine Kopie. Das Internegativ gewährleistet eine maximale Erhaltung der fotografischen Qualität, die betreffende Kopie dokumentiert die Lichtbestimmung.

- **Vollständige Restaurierung:**

Herstellung von intermediären Elementen, soweit möglich, im selben Format wie das Original. Herstellung einer lichtbestimmten Kopie. Die Lichtbestimmung ist Teil der bewussten Entscheidungen oder Herstellungsbedingungen des Films und muss sich nach einem Vorbild aus der jeweiligen Entstehungszeit richten, sofern dieses noch existiert.

Erst wenn ein intermediäres Element und eine lichtbestimmte Kopie erstellt wurden, sehen wir die Erhaltungsmaterialien als vollständig an. Ihre Bewahrung hängt jedoch auch noch von der korrekten Einlagerung ab. Filmmaterialien müssen nämlich stets in einem geeigneten Umfeld gelagert werden, das den geltenden Normen entspricht.

Siehe dafür: https://www.imagepermanenceinstitute.org/webfm_send/301

Generell gilt, dass eine Absenkung der Temperatur und eine konstante Luftfeuchtigkeit (von unter 50%) der Erhaltung solcher Dokumente zuträglich sind.

b) Digitale/Fotochemische Restaurierung

• Farbfilme

Bei Farbfilmen ist eine digitale Restaurierung besonders empfehlenswert.

Die Lichtbestimmung sollte sich möglichst immer nach einem Vorbild aus der jeweiligen Entstehungszeit richten. Wenn noch Daten der historischen Lichtbestimmung vorhanden sind, werden diese als allgemeiner Bezugsrahmen herangezogen. Jede neue Lichtbestimmung muss dokumentiert werden.

Für die Ausbelichtung digitaler Daten auf Film werden die lichtbestimmten Bilddateien verwendet, wobei die besonderen Eigenschaften des Originalmaterials respektiert werden müssen.

• Schwarz-Weiss-Filme

Für Schwarz-Weiss-Filme empfehlen wir, je nach Situation, der fotochemischen Erhaltung den Vorzug zu geben, um die Charakteristika des Originals besser überliefern zu können, weil seine materiellen Elemente kostbare Informationen über die Produktionsbedingungen enthalten. Eine digitale Zwischenspeicherung ohne Rücktransfer auf Filmmaterial stellt in diesem Sinne kein Element der Erhaltung dar.

Die Lichtbestimmung sollte sich möglichst immer nach einem Vorbild aus der jeweiligen Entstehungszeit richten. Wenn noch Daten der historischen Lichtbestimmung vorhanden sind, werden diese als allgemeiner Bezugsrahmen herangezogen. Jede neue Lichtbestimmung muss dokumentiert werden.

Mindestanforderungen für die Digitalisierung (für mehr Details, siehe unten)

- Für 16-mm-Negativfilme oder Farbumkehrfilme: 2K-Scan (2048)
- Für 16-mm-Positivfilme: HD-Standard (1920)
- Für 35-mm-Negativfilme, CRI-Filme, Internegativ- oder Interpositivfilme: 4K-rGB-Scan (4096 × 2160)
- Für 35-mm-Positivfilme: 2K-Scan (Minimum)
- Für den Ton: eine nicht-komprimierte 24-Bit-Datei des Typs .bwf oder .wav (48 oder 96 KHz).

c) **Erhaltung der Elemente**

Die fotochemischen Originale sowie die neuen Objekte müssen korrekt verpackt und in einem geeigneten Umfeld gelagert werden. Dafür gelten die folgenden Standards: https://www.imagepermanenceinstitute.org/webfm_send/301

Die Erhaltung eines Films setzt die Erhaltung der originale (Negativfilme, Intermediates und zeitgenössische Kopien) zwingend voraus. Diese physischen Bildträger enthalten nämlich eine Vielzahl wichtiger Informationen, die bei der Übertragung oder Vervielfältigung verloren gehen könnten. Die digitalen Elemente müssen in angemessener Weise abgespeichert und aufbewahrt werden. Bisher garantiert noch kein Datenträger die langfristige Erhaltung digitaler Daten.

Ersatzweise empfehlen wir die Aufbewahrung in einer Container-Datei auf LTO-Band, auf dem folgende Elemente im Format .Tar oder .LTFS enthalten sind:

- Dateien des Typs .dpx (12 bit log oder 10 bit log [REC 709]) oder .tiff-Dateien (16 bit lin), die direkt aus dem Scan hervorgegangen sind;
- aus der Restaurierung und Lichtbestimmung hervorgehende Dateien des Typs .dpx;
- unverschlüsselte DCDM- und DCP-Dateien.

Für jedes der oben beschriebenen Elemente müssen zwei LTOs hergestellt und an zwei geografisch unterschiedlichen Orten aufbewahrt werden. Die LTOs sind regelmässig zu kontrollieren. Die mit der Erhaltung beauftragte Einrichtung muss einen Plan erstellen, der alle zwei Bandgenerationen eine Migration der Daten gewährleistet.

Die Cinémathèque suisse muss LTOs im Format .TAR oder .ITFS erhalten, um deren Lagerung verwalten zu können. Wird das LTO nicht in der Cinémathèque suisse, sondern in einem anderen Archiv aufbewahrt, das ebenfalls fähig ist, digitale Daten zu archivieren, ist auch dort das Format .TAR oder .ITFS zu verwenden.

Fälle, in denen die Erhaltung der Originalträger zwar gesichert ist, aber ein Mittel zur Verbreitung fehlt.

35-mm-Filme ohne brauchbare Projektionskopie, 16-mm-Filme und andere gängige Schmalfilmformate:

Nur in diesen Fällen ist eine neue Kopie zu erstellen. Diese muss so lichtbestimmt und restauriert werden, dass die Kopie den Zustand des Originalfilms bei seiner ursprünglichen Verbreitung so genau wie möglich wiedergibt. Soweit vorhanden, sollte eine Kopie

aus der jeweiligen Entstehungszeit als Vorbild dienen. Andernfalls wird eine neue Lichtbestimmung erstellt und entsprechend dokumentiert.

Mindestempfehlungen für die Digitalisierung:

- Für 16-mm-Negativfilme oder Farbumkehrfilme: 2K-Scan
- Für 16-mm-Positivfilme: HD-Standard (1920)
- Für 35-mm-Negativfilme, CRI, Internegativ- oder Interpositivfilme: 4K-rGB-Scan (4096 × 2160)
- Für 35-mm-Positivfilme: 2K-Scan

Aufbewahrung:

Die digitalen Elemente müssen in angemessener Weise abgespeichert und aufbewahrt werden.

Wir empfehlen die Aufbewahrung in einer Container-Datei auf LTO-Band, auf dem folgende Elemente im Format .TAR oder .ITFS enthalten sind:

- Dateien des Typs .dpx (12 bit log oder 10 bit log [REC 709]) oder .tiff-Dateien (16 bit lin), die direkt aus dem Scan hervorgegangen sind;
- aus der Restaurierung und Lichtbestimmung hervorgehende Dateien des Typs .dpx;
- unverschlüsselte DCDM- und DCP-Dateien.

Für jedes der oben beschriebenen Elemente müssen zwei LTOs hergestellt und an zwei geografisch unterschiedlichen Orten aufbewahrt werden. Die LTOs sind regelmässig zu kontrollieren. Die mit der Erhaltung beauftragte Einrichtung muss einen Plan erstellen, der alle zwei Bandgenerationen eine Migration der Daten gewährleistet.

Die Cinémathèque suisse muss LTOs im Format .TAR oder .ITFS erhalten, um deren Lagerung verwalten zu können. Wird das LTO nicht in der Cinémathèque suisse, sondern in einem anderen Archiv aufbewahrt, das ebenfalls fähig ist digitale Daten zu archivieren, ist auch dort das Format .TAR oder .ITFS zu verwenden.

Die fotochemischen originale sind korrekt zu verpacken und in einem geeigneten Umfeld zu lagern.

Dafür gelten die folgenden Standards: https://www.imagepermanenceinstitute.org/webfm_send/301

Digitalisierung im Archivbereich

Ein Archiv kann grundsätzlich Medien aus allen Arbeitsschritten der Produktion erhalten (siehe Visualisierungen in Abb. 1 und 2). Die Elemente können rein analog, rein digital oder gemischt sein.

In einem Digitalisierungsprozess wird ein analoges audiovisuelles Medium wie z. B. ein Film oder ein Video digitalisiert, bearbeitet und dann einer Verwendung zugeführt. Aus verschiedenen Gründen (siehe unten) sollte dabei das analoge (oder auch digitale) «Original» weiterhin archiviert bleiben.

Digitale Konservierung/Restaurierung vs. Digitale Postproduktion

Die Arbeitsmethoden sind bei Konservierung und Postproduktion grundsätzlich ähnlich, jedoch sind die Ausrichtung und entsprechend die Ansprüche sehr unterschiedlich. Die Postproduktion findet unter der Voraussetzung kreativer Freiheit statt und technisch liegt der Fokus auf aktuell gebräuchlichen und für die aktuelle Produktion geeigneten Formaten. Die Konservierung/Restaurierung hingegen beruht auf berufsethischen Prinzipien, die den Bearbeitungen einen engen Rahmen setzen, der Fokus liegt auf langfristig nutzbaren Formaten. Die Ausgangslage ist also grundlegend verschieden, weshalb sich die Wahl der Methoden und verwendeten Dateiformate auch unterscheiden kann. Und nicht jede digitale Überarbeitung eines älteren Films bringt daher eine restaurierte Fassung im engeren Sinn hervor; für eine solche müssten die erwähnten ethischen Prinzipien befolgt worden sein.

In der Zusammenarbeit zwischen Dienstleistenden aus dem Bereich der Postproduktion und Archivverantwortlichen sind also die Klärung der Vorgaben sowie die Einigung auf eine gemeinsame, klare Terminologie wichtig, weil oft in den beiden Bereichen derselbe Begriff für unterschiedliche Dinge verwendet wird (und umgekehrt).

Film von der Aufnahme bis zur Archivierung

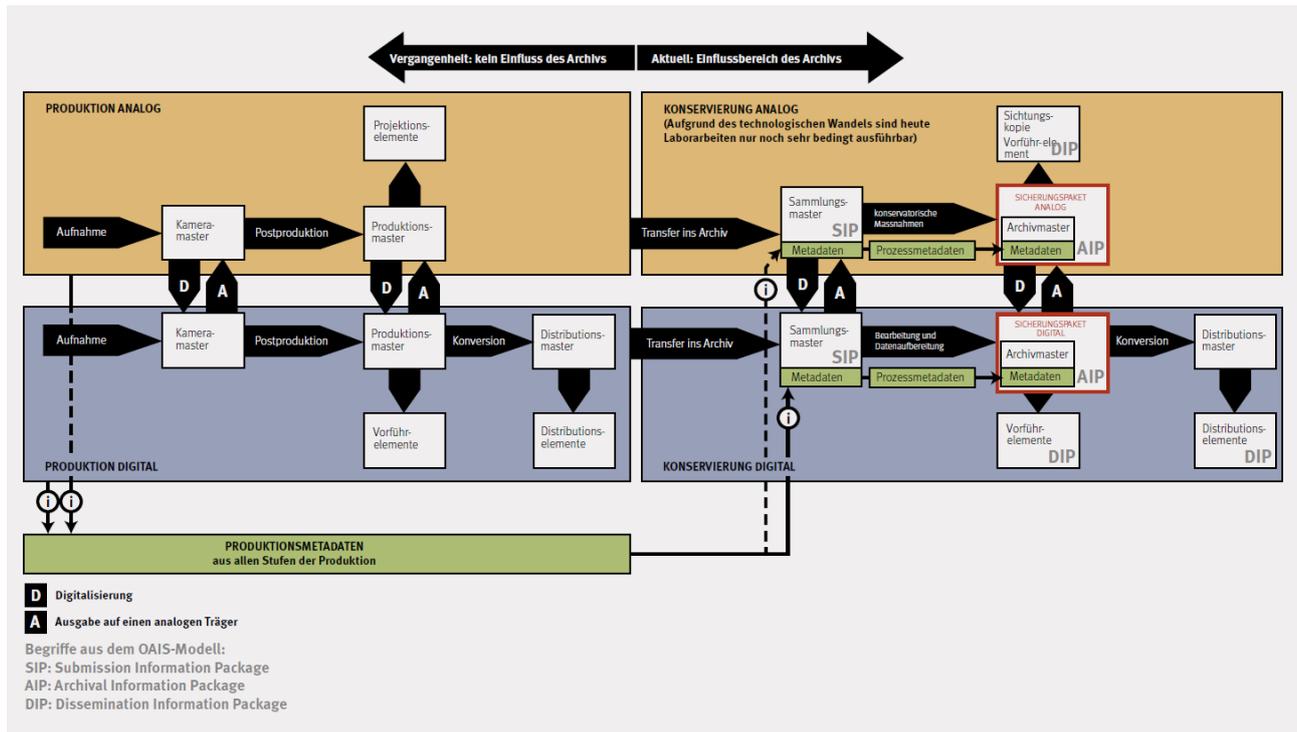


Abb. 1: Workflow Film. Übersicht der Abläufe beim Film von der Aufnahme bis zum Sicherungspaket im Archiv. Bild: D. Pfluger

Filmtön

Die Wahrnehmung im Bereich der Filmrestauration ist oft auf das Bild fokussiert und der Ton spielt eine Nebenrolle, obwohl Film selbst zu Zeiten des «Stummfilms» nie ohne begleitenden Ton präsentiert wurde und die ständige Weiterentwicklung der Filmvertonung bis hin zu digitalen Mehrkanal-Tonsystemen in modernen Kinos signifikant zur Steigerung des Kinoerlebnisses beigetragen hat.

Auch bei der Erhaltung von Film wird der Ton meist eher als Nebensache behandelt. Die Tatsache, dass es Filmtönsuren in ganz unterschiedlichen technischen Varianten gibt und verschiedenste proprietäre Mehrkanaltönsysteme existieren, stellen jedoch eine Herausforderung für die Erhaltung dar. Auch die Sicherstellung der Synchronität von Bild und Ton ist nicht immer einfach.

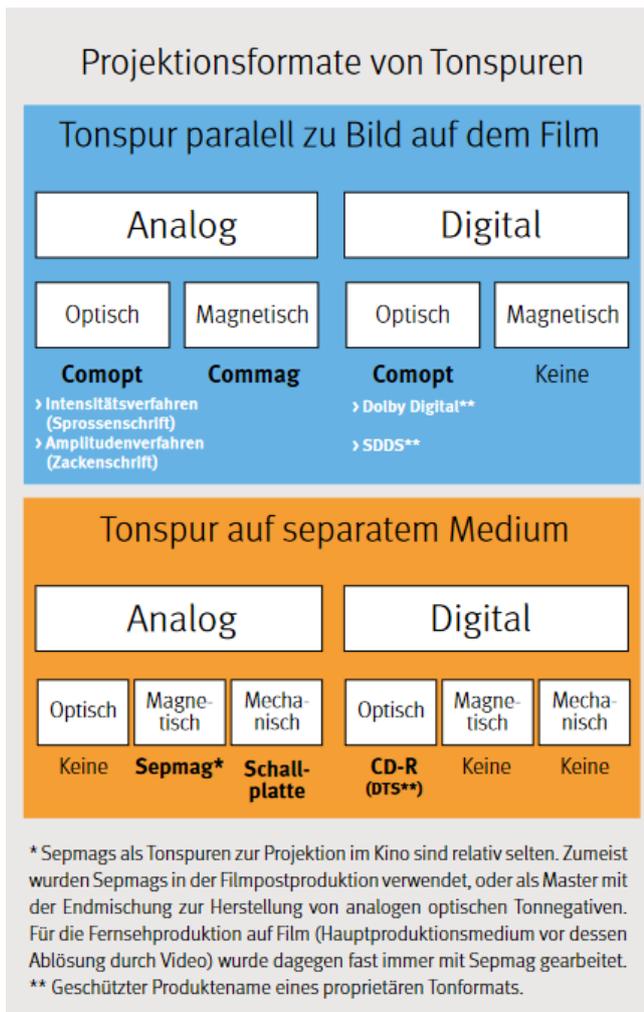


Abb. 2: Die wichtigsten Kategorien von Tonspuren von Projektionsformaten. Bild: D. Pfluger

Synchronität des Tons beim klassischen Kinofilm

Für die technische Herausforderung des synchronen Abspielens von Bild und Ton existieren grundsätzlich zwei Lösungsansätze:

1. Der Ton wird als Tonspur auf den Filmstreifen parallel zum Bild aufgebracht, und von einem Tonkopf gelesen, der sich in einem definierten Abstand zum Bildfenster befindet. Dieser Versatz von Bild und Ton ist für Filmformate standardisiert.
2. Der Ton befindet sich auf einem separaten Träger und das Abspielgerät wird mechanisch oder via ein Steuerungssignal mit dem Projektor gekoppelt.

Für beide Varianten existieren digitale und analoge Lösungen, welche auf optischen oder magnetischen Trägern gespeichert sind. Auf den Film belichtete und optisch gelesene Tonspuren sind bei Projektionsformaten am häufigsten. Auf modernen Filmkopien mit digitalen optischen Mehrkanaltonspuren wurde meist zusätzlich eine analoge Tonspur aufgebracht (zumeist Dolby SR) um bei einer Störung des digitalen Systems auf den

analogen Ton zurückgreifen zu können und um die Kopie auch in einem Saal projizieren zu können, die kein Dolby Digital besitzt. Auf modernem Tonfilm sind also oft mehrere Tonspuren zu finden. Digitaler Filmtone wurde jedoch nur bei 35-mm-Film und breiteren Formaten verwendet, er kommt bei 16-mm-Film und schmaleren Formaten nicht vor. Der Ton von Schmalfilmen ist fast in jeden Fall in Mono. 2-Kanal Stereoton ist nur bei Schmalfilm mit zwei Commag-Magnettonspuren zu finden. Es gibt 16-mm-Filme, die sowohl eine optische als auch eine magnetische Tonspur aufweisen. Das Format wurde von Kodak für die Unterhaltungssysteme in Flugzeugen entwickelt («In-flight Entertainment») und wurde in der Schweiz auch rege benutzt, z. B. vom SSVK (Schweizer Schul- und Volkskino) und vom TCS.

Bei Commag-Kopien wird ein dünnes Magnetband auf den Film aufgeklebt. Diese Spur befindet sich am Rand des Filmstreifens und ist einfach durch seine braune Farbe erkennbar. Da der Film beim Transport im Projektor auf den Kanten aufliegt und das Aufkleben des Magnetbandes den Film einseitig dicker macht, wurde bei gewissen Schmalfilmformaten eine sogenannte Ausgleichsspur eingeführt. Eine meist schmalere zweite Spur auf der anderen Seite des Films, welche die Lage des Filmstreifens auskorrigiert. Gewisse Anbieter führten dann die Option ein, auf diese Spur ebenfalls Ton aufzunehmen. Die zusätzliche Spur wurde entweder als zweite Monospur (z. B. Spur 1: Sprache, Spur 2: Musik) oder als eine von zwei Stereospuren verwendet.

Normalisierung von Tonspuren für die digitale Archivierung

Oft sind als Ausgangselemente für die digitale Archivierung nur Projektionselemente der Tonspuren vorhanden oder Elemente der Postproduktion, welche die Endmischung des Tons enthalten. Ziel der Normalisierung dieser Tonelemente zu Erhaltungszwecken ist es, eine Serie von getrennten, den ursprünglichen Kanälen zugeordneten, unkomprimierten oder verlustfrei komprimierten Audiospuren zu erhalten, die in der Länge genau dem zugehörigen Bildelement entsprechen. Dafür müssen die proprietären Systeme dekodiert und verlustbehaftet komprimierte in für die Archivierung geeignete Dateiformate transcodiert werden.

Abb. 3 zeigt eine Übersicht der Arbeitsschritte von den wichtigsten Projektionsformaten zu Elementen der digitalen Archivierung. Proprietäre Formate müssen dekodiert werden, und bei Mehrkanalsystemen muss für jeden Kanal eine unkomprimierte oder verlustfrei komprimierte Tondatei erstellt werden. Dabei muss die Information zur Synchronisierung untereinander und mit dem Bild erhalten bleiben.

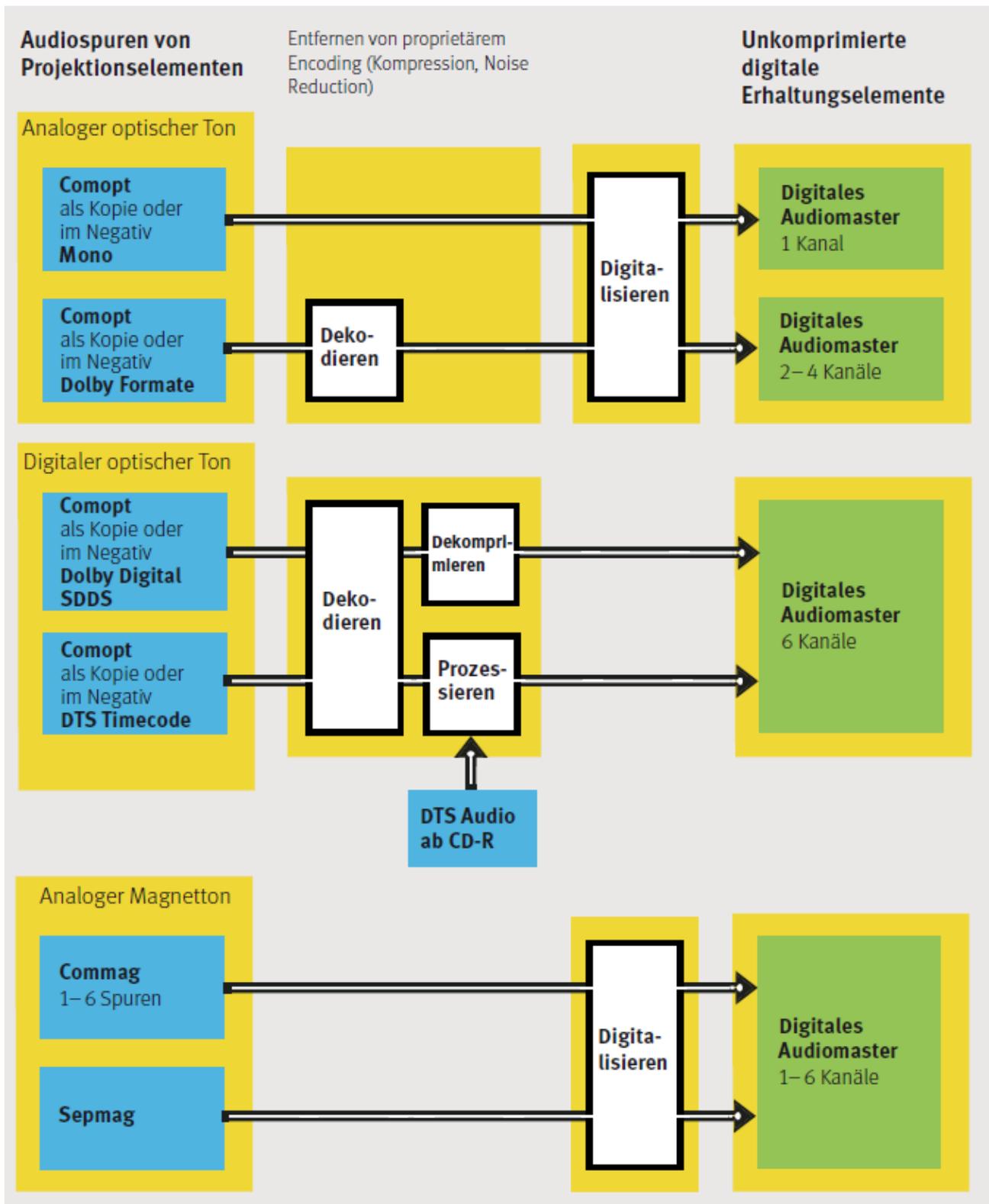


Abb. 3: Arbeitsschritte von der Tonspur des Projektionselements zu digitalen Erhaltungselementen. Bild: D. Pfluger

Digitalisierung von analogen optischen Tonspuren

Für die Digitalisierung von optischem Ton stehen zwei grundsätzlich verschiedene Strategien zur Auswahl:

1. Der Ton wird mit dem dafür vorgesehenen Tonkopf gelesen. Dabei sollte unbedingt beachtet werden, dass mit einem moderneren Tonkopf nicht unbedingt bessere Ergebnisse erzielt werden. Es gibt viele verschiedene Varianten von analogen optischen Tonspuren und es ist generell davon auszugehen, dass die besten Ergebnisse mit einem zeitgenössischen Lesekopf erzielt werden. Dabei geht es nicht nur um das Vermeiden von Qualitätsmängeln wie Verzerrungen, sondern auch um den Erhalt der ursprünglichen Charakteristiken des Tons.
2. Ein Ansatz, der aufgrund verbesserter Computerleistung in den letzten Jahren stark weiterentwickelt werden konnte und gute Ergebnisse liefert, ist das Scannen der optischen Tonspur als Bild. Das digitalisierte Bild wird rechnerisch in den Ton umgewandelt. Ein wichtiger Vorteil dieses Verfahrens ist, dass das Bild der Tonspur digital restauriert werden kann und so viele Störgeräusche schon vor der Umwandlung in den digitalen Ton entfernt werden können.

Digitalisierung von analogen magnetischen Tonspuren

Da dasselbe Trägermaterial verwendet wird wie für den Film ist die Problematik des chemischen Zerfalls dieselbe. Spermag auf Zelluloseazetatbasis droht das Essigsäuresyndrom, während Polyester viel stabiler ist. Erfahrungswerte haben gezeigt, dass die Präsenz des Eisenoxids einen negativen Einfluss auf den Zustand hat und das Essigsäuresyndrom fördert. Dies ist auch der Fall, wenn ein Tonelement auf Polyesterträger zusammen mit einem Filmelement auf Zelluloseazetatbasis in derselben Filmdose aufbewahrt wird. Magnettonelemente sollten also immer getrennt von Bildelementen aufbewahrt werden. Dies ist natürlich für Commags nicht möglich, da der Tonstreifen untrennbar auf dem Film aufgeklebt ist. Für solche Fälle ist die Kontrolle der klimatischen Lagerbedingungen die einzige Möglichkeit, den Zerfall zu verlangsamen. ([IASA TC-04](#))

Wahl der Tonspur für die Digitalisierung

Wenn verschiedene Elemente mit derselben Tonspur für die digitale Erhaltung zur Verfügung stehen, können folgende Empfehlungen als Wegweiser zur Wahl des geeigneten Elements für die Digitalisierung dienen. Es handelt sich um generalisierte Einschätzungen der Qualitätseigenschaften, welche wegen allfälliger Erhaltungsschäden immer im Einzelfall zu überprüfen sind. Auch sind Tests durchzuführen, um Klarheit über das Element mit der besten Qualität zu schaffen. Bei den angegebenen Beispielen wird ausserdem davon ausgegangen, dass es sich bei allen Elementen um dieselbe Endmischung der identischen Tonspur handelt.

- Liegen zwei analoge optische Tonelemente identischen Inhalts vor, wovon eines in einem schmaleren Filmformat (z. B. 16 mm) und ein anderes in einem breiteren Filmformat (z. B. 35 mm) vorhanden ist, so ist das breitere Filmformat zu bevorzugen.
- Generell ist die Qualität von Magnettonspuren wesentlich besser als von optischen Tonspuren, die einen begrenzteren Frequenzumfang haben. Eine Tonspur als Sepmag oder Commag ist also der optischen Variante zu bevorzugen.
- Liegt eine Vertonung komplett als getrennte einzelne Spuren auf Sepmag aus der Postproduktion vor, so lässt sich mit digitalen Mitteln die finale Mischung in sehr guter Qualität reproduzieren. So eine Rekonstruktion ist jedoch aufwändig und muss, wenn immer möglich, mittels einer bestehenden Tonspur mit der Endmischung als Referenz hergestellt werden.

Zusätzliche Bemerkungen zur Filmdigitalisierung

Es existieren spezifische Besonderheiten des Films, die man während der Digitalisierung beachten muss, um ein möglichst originalgetreues Digitalisat zu erzeugen. Das setzt u. a. eine breite Kenntnis der Aufnahme-, Produktions- und Vorführtechnik voraus. Sechs Aspekte werden hier kurz erläutert.

Unterschiedliche Arten von 35-mm-Filmen sind in den Seitenverhältnissen 1,33 oder 1,37 gedreht worden (Bildverhältnis des Kameranegativs). Von den 1970er- bis 1990er-Jahre wurden 35-mm-Filme im Seitenverhältnis 1,37 oder 1,66 gedreht, aber oftmals ausschliesslich im Seitenverhältnis 1,66 projiziert und ausgewertet. Es ist wünschenswert, dass sowohl die Negative, die Intermediates als auch die Vorführkopien im originalen Seitenverhältnis erhalten werden. Sonst wird ein Teil der Geschichte für zukünftige Generationen verzerrt.

Es existieren auch im analogen Filmbereich unterschiedliche «Farbräume». Diese sind abhängig von den unterschiedlichen chemischen Farbprozessen, die im Laufe der Entwicklung des Farbfilms verwendet wurden. Als Beispiel soll hier das Kodachrome-Umkehrmaterial erwähnt werden, das zwischen 1935 und 2009 produziert und sehr häufig bei Schmalfilmen eingesetzt wurde. Es deckt ein anderes Farbspektrum ab als beispielsweise Eastman-Color- oder Fujicolor- Filmmaterial. Die unterschiedlichen Farbräume der Filme müssen beim Prozess der Digitalisierung berücksichtigt werden, um diese digital adäquat abbilden zu können.

Als Leuchtmittel im Projektor wurden früher in den Kinos vorwiegend Kohlenbogenlampen eingesetzt. Diese wurden in den 1960er-Jahren durch Xenonlampen ersetzt, die auch bei den heute eingesetzten digitalen Kinoprojektoren gebräuchlich sind. Letzte-

re haben eine kältere Lichttemperatur, ergeben in der Projektion also ein blaueres Bild. Dieser Unterschied ist besonders ersichtlich bei eingefärbten Stummfilmen, die auf die Projektion mit Kohlenbogenlicht ausgerichtet waren. Diesem Umstand ist bei der Lichtbestimmung von Vorführelementen Rechnung zu tragen.

Im Schmalfilm gibt es nichts, was es nicht gibt! Amateure und Experimentalfilmer haben ständig neue Lösungen gesucht und es wimmelt von technischen Besonderheiten, die es zu verstehen gilt, um eine adäquate Digitalisierung überhaupt möglich zu machen.

Lichtton ist eine Technik der Tonaufzeichnung und -wiedergabe mittels einer optisch lesbaren Tonspur. Es gibt den klassischen Lichtton in Mono und verschiedene Stereo- und Mehrkanaltonverfahren, darunter auch einige digitale. Analoges Mono-Lichtton kann man nicht korrekt mit Hilfe eines Stereo-Lesekopfs digitalisieren. Besonders bei der einseitigen Zackenschrift tritt eine starke Verzerrung auf, weil die Tonspur und der Lesekopf nicht übereinstimmen.

Für die Digitalisierung von Magnetbändern aus der Filmproduktion sind spezielle Aufnahme- und Abspielgeräte nötig. Um ein möglichst gutes Digitalisat zu erhalten, muss im Gegensatz zu einer optischen Abtastung eines optischen Tons der Lesekopf auf dem Magnetstreifen aufliegen. Dies bedeutet einerseits eine zusätzliche mechanische Belastung bei jedem Lesevorgang und andererseits, dass Zerfallsprozesse, die das Tonband physisch deformieren, einen grossen Einfluss auf die Qualität des Lesevorgangs haben können.

Die Antwort auf die Frage, welcher Bereich des Filmstreifens in der Projektion auf der Leinwand abgebildet werden soll, erscheint zunächst banal. Aufgrund der Vielfalt der existierenden Projektionsformate sowie technischen Begleiterscheinungen der Filmproduktion wird die Sache jedoch komplexer als gedacht. Bei analogem Video und deren Wiedergabe auf Monitoren war die Vielfalt an Optionen kleiner als beim Film, aber die Sache wurde durch die Einführung von digitalem Video und der Möglichkeit, Video heute mittels Playern auf Monitoren, aber auch auf dem Computer anzuschauen, sehr komplex. Die Komplexität ergibt sich einerseits aus der Vielfalt der Formate und Seitenverhältnisse der Bilder, aber auch durch die Tatsache, dass auf Monitoren und in der Filmprojektion auch bei normaler Wiedergabe nicht die gesamte Bildfläche zu sehen ist. Film und Video sind durch die Möglichkeiten des Transfers miteinander verquickt. Soll ein Film abgetastet und im Fernsehen oder in digitaler Kinoprojektion gezeigt werden, so muss in jedem Schritt der Bearbeitung in Betracht gezogen werden, welcher Ausschnitt des Bildbereichs schlussendlich für den Zuschauer sichtbar sein wird. Dieselbe Frage stellt sich bei einer Abtastung aus Erhaltungszwecken.

Formatempfehlungen für Filme

Die Digitalisierung von Film für Archivzwecke bedeutet nicht nur einen Transfer in die digitale Domäne des Bildbereichs, sondern des Filmelements als Objekt. Dies bedeutet, dass neben der Bildinformation in ausreichender Auflösung auch die weiteren aufbelichteten Informationen und physischen Eigenschaften als Metadaten dokumentiert und mit überliefert werden müssen.

Grundsätzlich gilt, dass zumindest der ganze Bildbereich als Bildinformation digitalisiert werden soll. Wird nur ein Ausschnitt abgetastet oder umkopiert, so gehen Bildinformationen verloren und die Ästhetik des Werks nimmt Schaden. Wird ein beschnittener Bildbereich umkopiert oder abgetastet, so ist das am neuen Filmelement oder am Digitalisat nicht ohne weiteres erkennbar. Bei Titeln wie sie hauptsächlich im Stummfilm verwendet wurden ist die falsche Wahl des Filmformats speziell gut sichtbar (siehe Abb. 4).

Bei digitalen Projektionselementen sollte im Gegensatz zum Rohscan der Ausschnitt des Bildbereichs sichtbar sein, der einer analogen Projektion entspricht. Da der Beschnitt in der analogen Projektion aber nicht genau definiert ist, muss letztendlich von Fall zu Fall entschieden werden, um wieviel genau beschnitten wird.

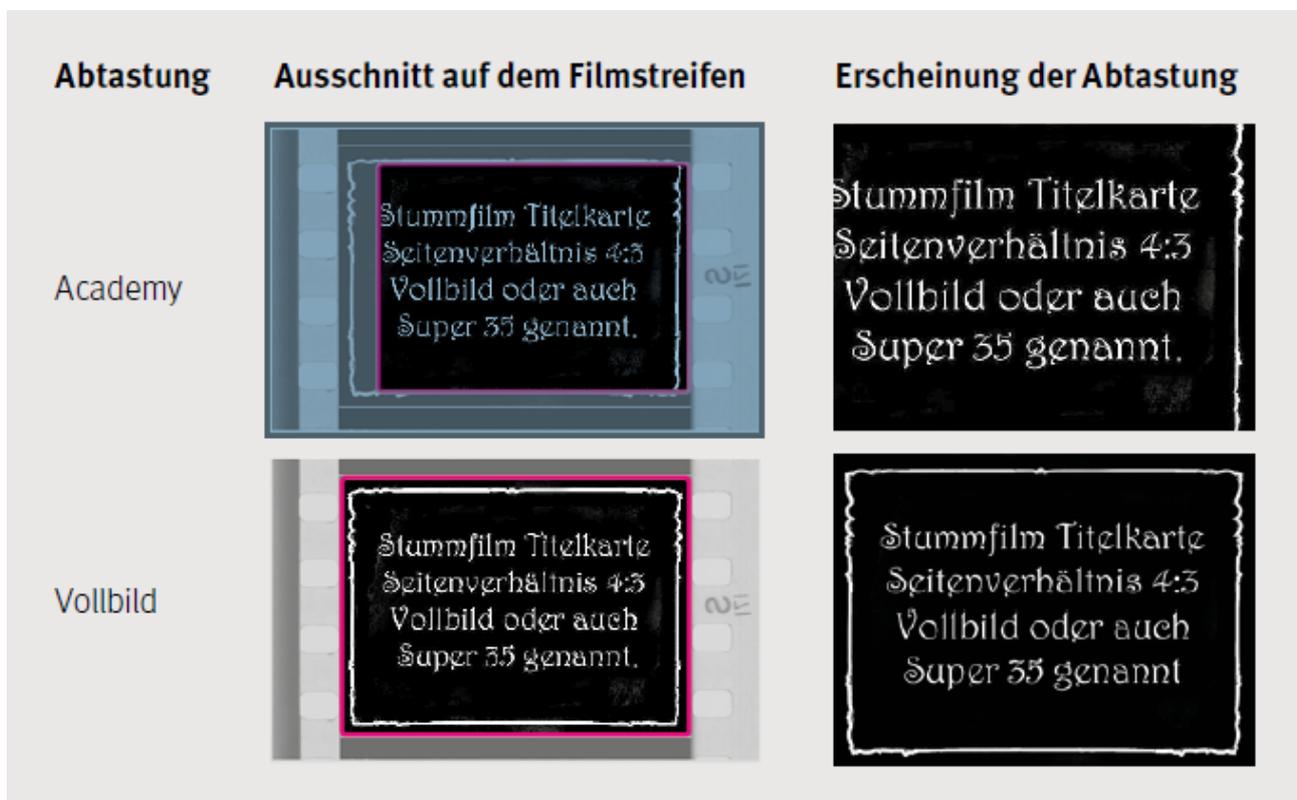


Abb. 4: Beschnittener Bildbereich als Resultat der Abtastung eines Vollbilds mit dem Academy Bildfenster im Vergleich zum Transfer mit korrektem Bildfenster. Das Problem besteht gleichermassen für die analoge Umkopierung. Bild: D. Pfluger

Es muss ausserdem beachtet werden, dass der Bildbereich grösser sein kann, als das von den Urhebern angestrebte Filmformat vorsieht. Die Aufnahme von Filmbildern in der Kamera geschieht ähnlich der Projektion: Der unbelichtete Film bewegt sich durch den Filmkanal und wird abhängig von Grösse und Position des Bildfensters in der Kamera belichtet. Je nach Kameratyp ist dieses Bildfenster unterschiedlich geformt und kann eine grössere Fläche des Films belichten als durch die Formatstandards definiert ist (siehe Abb. 5). Es gibt auch Bildfenster, die neben dem Bildbereich bestimmte Formen aufbelichten, was die verwendete Kamera anhand des belichteten Films identifizierbar macht.

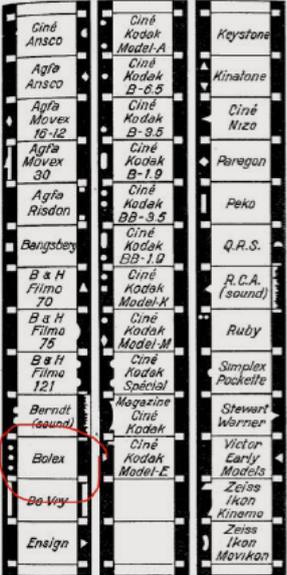


Abb. 5: Edge to Edge gescannter 16-mm-Film, der aufgrund des Bildfensters in der Kamera in fast der gesamten Breite belichtet ist. In Rot der Ausschnitt, der etwa in der Projektion sichtbar sein wird.

Des weiteren werden bei der Herstellung des Filmmaterials im Randbereich Informationen aufbelichtet, die ebenfalls bei der Entwicklung sichtbar werden. Das können Informationen zu Hersteller und Emulsionstyp sein oder sogenannte Edge Codes, welche Informationen wie Herstellungsort und -jahr des Filmmaterials preisgeben. Abb. 6 zeigt anhand eines Beispiels, welche Informationen aus dem Randbereich von Film gewonnen werden können. Zu sehen ist ein Ausschnitt eines mit Randbereich gescannten Films, der Informationen zu Emulsionstyp, Produktionsland und -datum der Emulsion sowie

verwendeter Kamera enthält. Die sichtbaren Perforationen geben ausserdem Auskunft darüber, um was für einen Filmtyp es sich handelt (in diesem Fall um einen 16-mm-Film ohne Tonspur).

Kameramarkierungen des Bildfensters durch Belichtung





Kodak Edge Codes für 16-mm-Film verraten das Herstellungsjahr des Filmmaterials

	US	UK	CANADA	FRANCE	GERMANY
1925	■●	—	●L		
1926	▲●	—	●L		
1927	■▲	—	●L		
1928	●●●	L—	●L		
1929	+	+	—●		
1930	▲+	+	—●		
1931	●+	+	—●		
1932	■+	+	—●		
1933	▲+	+	—●		
1934	+	L+	—●		
1935	+	—+	—●	▼▼▼	■●●
1936	●	—	—●	▼▼▼	■●●
1937	●	—	—●	▼▼▼	■●●
1938	▲	—	—●	▼▼▼	■●●
1939	●●	L—	—●	▼▼▼	■●●
1940	●●	L—	—●		
1941	▲▲	—	—●		
1942	●▲	—	—●		
1943	▲▲	—	—●		
1944	▲▲	—	—●		
1945	▲▲	—	—●		
1946	▲▲	—	—●		
1947	▲▲	—	—●		
1948	●●●	+	—●		
1949	+	+	—●		
1950	▲+	+	—●		

Abb. 6: Edge-Codes. Bild: D. Pfluger

Diese Informationen müssen als Metadaten mit der Bild- und der Toninformation überliefert werden, um sowohl das Ausgangsmaterial als auch Informationen zum Prozess der Digitalisierung für spätere Forschung bereitzuhalten. Als Alternative bietet es sich an, in der Abtastung nicht nur die Bildfläche zu digitalisieren, sondern die ganze Breite des Filmstreifens («edge-to-edge» Digitalisierung). Damit wird jegliche im Durchlicht sichtbare Metainformation des Filmes gesichert. Dies ist nicht mit allen auf dem Markt erhältlichen Scannern möglich; es ist sogar vielmehr so, dass die meisten Scanner den Film nicht in voller Breite abtasten können. Je nach Modell beschränkt sich der maximal abtastbare Bereich ausschliesslich auf den Bildbereich oder auf einen etwas grösseren Bereich, weshalb man in diesem Fall von Overscan spricht.

Die Abtastung der vollen Filmbreite bringt jedoch auch Nachteile mit sich: Ein beträchtlicher Teil der Auflösung des Sensors wird für den Randbereich aufgewendet und auf den Bildbereich entfällt nur der restliche Teil der Auflösung. Bei einer Abtastung in 2K wird beispielsweise die Auflösung des Filmbildes lediglich etwa 1.5K betragen.

Link zu Abb. 7 fasst die Vor- und Nachteile der verschiedenen Abtastmethoden zusammen.

Abtastung	Ausschnitt auf dem Filmstreifen	Erscheinung der Abtastung	Vorteil	Nachteil
Nur Bild			Die Auflösung des Sensors steht vollumfänglich der Bildinformation zur Verfügung. Für die Verwendung zur Projektion ist oft kein weiterer Beschnitt und weiteres Skalieren nötig.	Metainformationen gehen verloren, wenn sie nicht anderweitig registriert werden. Je nach Form des Sensors und des Bildbereichs geht Bildinformation verloren.
Overscan			Metainformationen bleiben teilweise erhalten. Das Bildseitenverhältnis des Bildbereichs und die Form des Randes des Bildes bleiben erhalten. Nachträgliche Stabilisierung des Bildes wird stark vereinfacht.	Metainformationen gehen teilweise verloren, wenn sie nicht anderweitig registriert werden. Das Bild profitiert nicht von der vollen Auflösung des Sensors. Für die Verwendung zur Projektion ist Skalieren und Beschneiden nötig.
«edge-to-edge»			Metainformationen bleiben komplett erhalten. Das Bildseitenverhältnis des Bildbereichs und die Form des Randes des Bildes bleiben erhalten. Nachträgliche Stabilisierung des Bildes wird stark vereinfacht.	Das Bild profitiert nicht von der vollen Auflösung des Sensors, ein beträchtlicher Teil der Pixel wird für nicht-Bildinformation verwendet. Für die Verwendung zur Projektion ist Skalieren und Beschneiden nötig.

Abb. 7: Film: Präsenz-Film / SRF, Aufnahme: DIASTOR.

Je nach Form und Auflösung des Sensors sowie der Treibersoftware bieten Scanner unterschiedliche Optionen betreffend Seitenverhältnis, Auflösung sowie Ausschnitt des Filmstreifens an. Die klassischen Auflösungen von Filmabtastungen von 2048 × 1536 Pixel für 2K und 4096 × 3072 Pixel für 4K im Seitenverhältnis 4:3, verlieren für Rohscans immer mehr an Bedeutung. Die meisten Scanner bieten das Ausspielen der Bilder in diesen Auflösungen an, was aber schon eine Skalierung bedeutet, wenn der Sensor nicht der ausgespielten Auflösung entspricht.

Mit Ausnahme von 16-mm-Negativ- und Umkehrfilmen kann für Schmalfilme die Digitalisierung in HD-Auflösung empfohlen werden, die heute relativ kostengünstig ausgeführt werden kann; idealerweise stellt man uncompressed-Dateien in HD 1080p mit Farbraum Y'CBCR 4:2:2 und Farbtiefe 10 bit her. Dies entspricht den heutigen Ansprüchen für die professionelle Produktion und darf für die Archivierung als zukunftssicher gelten.

Der Bildbereich im 4:3 Seitenverhältnis des 16-mm-Films sollte im 16:9 Seitenverhältnis des HD-Bildes eine Auflösung von 1440 × 1080 Pixeln erhalten. Wird «edge-to-edge» gescannt, so bedeckt die Information des Randbereichs entsprechend Pixel auf beiden Seiten des HD-Bildes, welche im Falle einer Abtastung, die sich auf den Bildbereich des Films beschränkt, als schwarze Flächen in Erscheinung treten.

Es ist zu beachten, dass eine unkomprimierte Abtastung in HD grosse Datenmengen erzeugt, die beträchtliche wiederkehrende Kosten für die Datenpflege mit sich bringen.

Für 16-mm-Negativ- und Umkehrmaterial ist die HD-Qualität nicht empfehlenswert. Die Digitalisierung sollte so ausgeführt werden, dass für den Bildbereich mind. eine Auflösung von 2K im Seitenverhältnis 4:3 zur Verfügung steht, mit Farbraum RGB 4:4:4 und einer Farbtiefe von 10 oder 12 bit logarithmisch oder 16 bit linear. Dieser Prozess ist heute jedoch wesentlich teurer als die Digitalisierung in HD und auch die Datenpflege ist aufgrund der noch grösseren Menge aufwändiger.

Für hochqualitative Abtastungen sind heute DPX- oder TIFF-Einzelbilddateien (in Folder, MXF oder TAR) weit verbreitet und entsprechen einem Industriestandard; als Alternative dazu wären die Videodateien FFV1 in MKV oder JPEG 2000 in MXF zu empfehlen. [Siehe Kapitel Digitalisierung von Video]

35-mm-Positivkopien erfordern eine Abtastung, die zumindest 2K-Auflösung für den Bildbereich zur Verfügung stellt und für 35-mm-Negative wird 4K oder mehr empfohlen. Höhere Auflösungen und grössere Farbtiefe sind je nach dem zwar wünschenswert, kommen heute aber wegen der hohen Kosten nur in Ausnahmefällen in Betracht (z. B. bei besonders wertvollen Elementen oder Kameranegativen).

Letzte Anpassung: November 2019

10 Digitale Archivierung von audiovisuellen Dokumenten

Für den korrekten Umgang mit analogen wie mit digitalen audiovisuellen Medien braucht es umfangreiches spezialisiertes Wissen und eine spezifische Infrastruktur. Dies natürlich um so mehr, wenn die Digitalisierung und/oder die digitale Langzeiterhaltung in der Institution selbst durchgeführt werden sollen. Daher stellt sich grundsätzlich die Frage, inwieweit die eigenen Kompetenzen und Infrastrukturen erweitert werden können, was als externe Dienstleistung eingekauft werden muss und wo die personellen und finanziellen Grenzen liegen.

Viele Archive verfügen inzwischen über eine Lösung für die digitale Archivierung von Verwaltungsunterlagen und sind beispielsweise an kantonale Archivserver angeschlossen. Dies sind gute Voraussetzungen, aber es darf nicht vergessen werden, dass man es bei Dateien mit audiovisuellen Inhalten mit Datenmengen zu tun hat, die solche für typische Verwaltungsunterlagen oder Textdokumente um ein Vielfaches übersteigen, speziell wenn die Dokumente in empfohlenen Archivformaten vorliegen. Es ist also oft nicht ohne Weiteres möglich, digitales audiovisuelles Material in ein bestehendes digitales Archivsystem zu integrieren. Um die Erfüllung der Anforderungen abzuklären sind folgende Punkte wichtig:

1. Quantitative und qualitative Inventarisierung (Gesamtvolumen, Medien, Zustand)
2. Identifikation der Objekte
3. Archivische Bewertung und konservatorische Priorisierung
4. Erhaltungskonzept:
5. Erschliessungskonzept: übernommene und Prozessmetadaten, technische und deskriptive Metadaten, Standards usw.
6. Zugangs- und Benutzungskonzept: Findmittel und Infrastruktur für den Zugang und die Benutzung
7. Erstellen eines Notfallplans mit Risikomanagement. Eignung der baulichen und klimatischen Gegebenheiten überprüfen
8. Finanzplan (für die Digitalisierung UND die folgende langfristige Erhaltung und Wartung der Daten)

Folgendes ist ebenfalls zu beachten:

- Dem zuständigen Personal muss die Möglichkeit gegeben werden, sich eine Grundkompetenz anzueignen und sich fortlaufend weiterzubilden. Für die detaillierte Ausführung müssen aber Expertinnen und Experten zugezogen werden (IT-Fachleute, Restaurator-/innen usw.).
- Die sich aus der Langzeiterhaltung ergebenden Anforderungen sollen massgebend sein für die Entscheidungsfindung. Genauso wie im finanziellen und personellen Bereich sollte dies für die IT-Technik gelten, die schnellem und intensivem Wandel unterworfen ist.
- Der Aufbau der Infrastruktur für die Langzeiterhaltung sollte so geplant werden, dass auch bei kurzfristigen finanziellen und personellen Engpässen das Archiv seinen Status quo erhalten kann. In der Industrie können z. B. Fusionen bzw. Aufkäufe von Betrieben zur Vernachlässigung von Archivalien führen.
- Für extreme Einschnitte wie Katastrophen und starke finanzielle Kürzungen sollte ein Notfallplan bestehen.
- Das bestehende Konzept der Langzeiterhaltung muss regelmässig hinterfragt und verbessert werden, da die technischen Rahmenbedingungen einem steten Wandel unterworfen sind.
- Es muss abgeklärt werden, wie sich die Bestände und Sammlungen in der Gedächtnisinstitution entwickeln werden. Raum, Infrastruktur und Notfallpläne müssen auch auf die Prognose des Zuwachses ausgerichtet werden.
- Für die Sicherung der Qualität sind regelmässige Kontrollmechanismen unerlässlich: Dazu gehören die Eingangskontrolle bei der Aufnahme ins Archiv, die Kontrolle während der Verarbeitung der Archivalien sowie die regelmässige Wartung und Kontrolle der Archivdateien.
- Benutzungskopien müssen nicht nach den gleichen Anforderungen aufbewahrt werden wie die digitalen Archivkopien für die Langzeiterhaltung. Sie sollten vor allem an einem anderen Ort gelagert werden bzw. mit einer anderen Infrastruktur zugänglich sein, da sie häufiger und von einem anderen Publikum genutzt werden.

Können die genannten Anforderungen und Empfehlungen nicht intern erfüllt werden, so gibt es die Möglichkeit, Medien, für die nicht adäquat gesorgt werden kann, spezialisierten Gedächtnisinstitutionen als Depositum oder Schenkung anzuvertrauen. Der Zugang über digitale Benutzungskopien sollte dabei im Ursprungsarchiv gewährleistet werden. Es muss eine aktive Kommunikation zwischen Ursprungs- und Empfängerar-

chiv sowie über Massnahmen und Änderungen betreffend die übertragenen Archivalien stattfinden. Die Benutzungskopien müssen entsprechend aktuell gehalten werden. Formate, die von der eigenen Institution nicht bearbeitet werden können, müssen zur Bearbeitung an externe Dienstleister übergeben werden. Memoriav kann für solche Transaktionen beratend unterstützen.

Datenhaltungsmodelle

Träger können Daten nicht vollständig fehlerfrei speichern, was bei analoger Speicherung meistens keine gravierenden Folgen hat, aber bei digitaler Speicherung verheerende Auswirkungen haben kann, abhängig davon, wie häufig und wo Fehler auftreten. Deshalb kontrolliert die Firmware dieser Datenträger ständig, ob die Daten auch korrekt sind, und korrigiert sie wo nötig selbstständig, ohne dass Benutzende dies bemerken. Die Algorithmen der Firmware können aber nur eine begrenzte Anzahl Fehler beheben; wird die Grenze überschritten, fällt der Datenträger aus und muss ersetzt werden. In dieser Hinsicht sind heute Festplatten mit einer Kapazität bis zu 2 TB etwas sicherer als Festplatten mit einer höheren Kapazität.

Bei redundanter Speicherung (z. B. mittels RAID-Architektur) können die Daten eines ersetzten Datenträgers wiederhergestellt werden, ansonsten muss man auf eine Sicherheitskopie zurückgreifen. Sollte eine solche fehlen, wären die Daten verloren.

Die Beständigkeit einer Datei ist, neben der Eignung ihres Formats, also auch wesentlich abhängig von der Redundanz ihrer Speicherung. Je mehr Kopien vorliegen und je grösser die Redundanz der Information innerhalb einer Kopie ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit ihrer langfristigen Erhaltung. Die «3-2-1-Regel» fasst diesen Umstand in eine sehr einfache Form: Von wichtigen Dateien sollen drei Kopien auf zwei unterschiedlichen Typen von Datenträgern und eine Kopie «offsite», also in örtlicher Distanz zum eigentlichen Archiv, gespeichert werden (Krogh 2015). Die Wahl der Speichermedien und ihre räumliche Trennung bestimmen den Grad der Sicherheit mit.

Redundanz, Duplizierung und Kontrolle sind also Grundpfeiler der digitalen Archivierung. Sowohl für die Errichtung einer IT-Struktur im eigenen Archiv als auch für das externe Aufbewahren von zu archivierenden Daten lohnt es sich, verschiedene Angebote zu vergleichen und Drittmeinungen einzuholen. Memoriav kann in solchen Fällen vermitteln.

IT-Infrastruktur

Gerätetreiber und Betriebssysteme unterliegen ähnlich kurzen Entwicklungszyklen wie der restliche IT-Bereich. Fehlende Softwareunterstützung kann perfekt funktionstüch-

tige Hardware von einem Update zum nächsten obsolet machen. Auf Hardwareebene verhindert nicht selten das simple Fehlen spezifischer Verbindungskabel und Schnittstellen die Verbindung von Geräten. Die Schnittstellen zwischen Abspielgeräten und Steuercomputer ändern sich fortlaufend und so lässt sich ein altes Lesegerät oft nicht so einfach mit einem modernen Computer verbinden. Es ist daher notwendig, die Entwicklungen der verwendeten Soft- und Hardware zu beobachten und entsprechend auf Neuerungen zu reagieren. Methoden wie Emulation und Steuerung via Befehlen in der Kommandozeile bieten zwar Möglichkeiten, diesen Problemen zu begegnen, sind aber sehr zeitaufwändig und erfordern hoch spezialisiertes Know-how. Eine institutionalisierte enge Zusammenarbeit zwischen IT-Verantwortlichen und den Archivverantwortlichen bei der Planung und Betreuung eines digitalen Archivsystems ist daher Voraussetzung für nachhaltige Lösungen. Und auch bei der Wahl der IT-Umgebung (Geräte, Schnittstellen, Betriebssystem, Treiber) sollte daher ebenso wie bei der Wahl der Dateiformate auf deren Verbreitung und Langlebigkeit bzw. langfristige Unterstützung durch die Industrie geachtet werden.

Für die Archivierung von Dateien ist eine kombinierte Ablage sowohl auf Servern bzw. HDDs als auch auf bandbasierten IT-Speichermedien wie LTO (Linear Tape-Open) sowie die geografische Trennung der Speicherung verschiedener Kopien zu empfehlen. LTO wird von einem Konsortium breit abgestützt. Für Weiterentwicklungen hat das Konsortium eine Roadmap festgelegt, nach der die Weiterentwicklungen mehrere Jahre im Voraus definiert und kommuniziert werden.

LTO-Bänder sind zwei Generationen zurück lesbar, eine Generation zurück beschreibbar.

Es bleibt das Problem, dass die Formatierung dieser Bänder nicht standardisiert ist. Die sogenannte TAR-Formatierung (Tape Archiver) ist Open Source. TAR macht aber den Zugriff auf einzelne Dateien umständlich, da das Inhaltsverzeichnis und der Inhalt erst entpackt werden müssen, bevor ein Zugriff erfolgen kann. Ein beschädigtes Inhaltsverzeichnis kann den Zugriff auf die Dateien verunmöglichen. Allgemein können die langsame Zugriffszeit und der sequenzielle Zugriff ein Nachteil der IT-Bänder sein. Mit der Generation 5 von LTO wurde das Linear Tape File System (LTFS) eingeführt, ebenfalls eine Open-Source-Formatierung der Bänder, welche die Kompatibilität von LTO erheblich erhöht und für die Archivierung grundsätzlich empfohlen werden kann. Der Inhalt eines LTO-Bandes kann auf ähnliche Weise wie derjenige einer Festplatte bearbeitet werden.

Keines der erwähnten Speichermedien ist für die langfristige Erhaltung im Gestell bestimmt, HDDs oder Datenbänder sind austauschbare Elemente in der Infrastruktur eines Archivsystems. Idealerweise werden sie in einer «Library» aufbewahrt, wo automatisierte Verfahren zur Überprüfung der Lesbarkeit/Betriebstüchtigkeit («bitstream pre-

servation») angewendet und fehlerhafte Speichermedien einfach erkannt und ersetzt werden können. Werden eher wenige Bänder zu reinen Sicherungszwecken eingesetzt und selten verwendet, ist keine Library erforderlich.

Obwohl in der Praxis die kritische Schwelle der Datenmenge für die wirtschaftlich gerechtfertigte Anschaffung einer Library nicht immer erreicht wird und deshalb die Frage nach geeignetem Umgang und (mittelfristigen) Aufbewahrungsbedingungen aufkommt, spielt die Frage der Obsoleszenz (nebst der erwähnten Lesbarkeit) eine wesentlich wichtigere Rolle. Oder anders formuliert: Falls Bänder nicht extremen oder völlig untauglichen Bedingungen ausgesetzt sind, werden sie vor dem Auftreten von Erhaltungsschäden aufgrund der Obsoleszenz der Lesegeräte migriert werden müssen. Diese unvermeidlichen Migrationen («preservation planning») sind also bei der digitalen Archivierung entscheidender als die physischen Aufbewahrungsbedingungen.

Dateigrößen und Dateisysteme

In der Regel bestehen audiovisuelle Digitalisate entweder aus einer riesig grossen Datei (in Containerdateien) oder aus umfangreichen Serien von kleineren Dateien (als Einzelbilder). In beiden Fällen gerät man bei deren Handhabung oft an die Grenzen der gängigen Betriebssysteme, weil die Dateigrößen sowie die Anzahl Dateien pro Ordner je nach Dateisystem eingeschränkt sind. Letzteres hängt vom verwendeten Betriebssystem ab. Bis zu 2,2 TB Gesamtspeichermenge (mit Dateien bis max. 4 GB) sind noch keine überdurchschnittlichen Probleme zu erwarten. Wenn grössere Datenmengen/Dateien zu verwalten sind und daher mit mehr als 32 bit adressiert werden müssen, haben sich unterschiedliche, untereinander inkompatible Lösungen entwickelt.

Auf Festplatten von Computern mit Microsoft-Betriebssystem findet man im Allgemeinen die Dateisysteme FAT32 (32 bit) oder NTFS (32 oder 64 bit). Macintosh verwendet ein eigenes Dateisystem Mac OS (Extended), auch als HFS+ (64 bit) bekannt. Die jeweiligen Dateisysteme sind für das Erkennen und Anzeigen externer Festplatten durch den Computer zuständig. Auch die Lese- und Schreibrechte werden von der Kombination von Betriebssystem und Dateisystem mit beeinflusst.

Das Kopieren von Dateien mit «drag & drop» oder mit «copy & paste» ist eine Quelle für Schreibfehler; im Alltagsgebrauch spielen diese Fehler keine entscheidende Rolle, im Umgang mit sehr grossen Datenmengen (seien es sehr grosse oder sehr viele Dateien) können sie wichtig werden. Kopiervorgänge auf einer tieferen Ebene des Betriebssystems (Kommandozeilen-Ebene in Eingabekonsolle) sind weniger fehleranfällig als in Programmen mit grafischer Benutzeroberfläche. Zum Beispiel: Die Befehlszeile «cp» kopiert zwar die Daten, die sich in einer Datei befinden einwandfrei, nicht aber die Datei selbst; die Funktionen «gcp» oder «ditto» kopieren beides. Grundsätzlich sollten auf je-

den Fall für die Sicherheit bzw. Kontrolle der Integrität von Dateien Prüfsummen (z. B. MD5, SHA-1) eingesetzt werden.

Microsoft-Betriebssystem

Maximale Dateigrösse:

FAT32: Maximale Dateigrösse ist 4 GB

NTFS: Keine Limite für Dateigrössen

Maximale Anzahl Dateien in einem Ordner:

FAT16: 512

FAT32: 65 534 Dateien oder Ordner pro Ordner

NTFS: 4 294 967 295

Macintosh-Betriebssystem

Maximale Dateigrösse (betriebssystemabhängig):

Mac OS X v10.3–10.5.2: 16 TB

Ab Mac OS X v10.5.3: fast 8 EB

1 EB = 1 Exabyte = 1 000 000 TB = 10¹⁸ Bytes

Maximale Anzahl Dateien in einem Ordner:

HFS/HFS+: 4 294 967 295 Dateien oder Ordner pro Ordner

Dateiablage und langfristige Speicherung

Namenskonventionen

Die Dateibezeichnung setzt sich zusammen aus dem Dateinamen und der Dateinamenserweiterung, die mit einem Punkt voneinander getrennt sind. Namenskonventionen ermöglichen nicht nur die systematische Ablage von Daten, sondern erleichtern auch einen effektiven und sicheren Austausch im Team und mit externen Partnerinnen und Partnern. Die Dateinamenserweiterung (Beispiele: .pdf, .docx, .avi etc.) indiziert den Da-

teitypen. Das Einblenden der Dateinamenserweiterung im Dateiverwaltungsprogramm ist bei einigen Betriebssystemen optional.

Wichtigste Kriterien sind, dass die Dateinamen keine Umlaute, Satzzeichen, Leerschläge oder sonstige Sonderzeichen enthalten, weil diese als Steuerzeichen in gewissen Codes eingesetzt werden und daher die Gefahr besteht, dass die Dateien vom System falsch interpretiert werden (Bindestriche und Underscores sind davon ausgenommen und können problemlos verwendet werden).

Um eine Kompatibilität zwischen verschiedenen Benutzern zudem mit diversen Anwendungen (z. B. E-Mail-Programmen oder optischen Datenträgern formatiert gemäss ISO 9660) zu gewährleisten, sollte der Dateiname inkl. Dateikürzel insgesamt 31 Zeichen nicht überschreiten. Dateipfade (Zeichenkette, die Speicherort und Dateinamen umfasst) sollten eine Gesamtlänge von 255 Zeichen nicht überschreiten (dies gilt insbesondere für NTFS-formatierte Festplatten).

Speicherung: zum Beispiel LTO

Grundsätzlich können Daten von jeder Generation zu jeder anderen Generation migriert werden, sofern die zwei entsprechenden Geräte verfügbar sind. Die Migration hat viele Nachteile, vor allem was den Aufwand betrifft, aber sie kann für ein Archiv auch Vorteile bieten. So können während einer Migration beispielsweise die Daten und die Dateien gepflegt und bei Bedarf auch transcodiert und/oder in neue Container verpackt werden.

Um unnötige Migrationen zu vermeiden, kann empfohlen werden, entweder die geraden oder die ungeraden LTO-Generationen zu berücksichtigen, aber nicht beide, was doppelt so hohe Kosten ohne zusätzlichen Nutzen mit sich bringen würde.

Ungerade Generationen:

- Neue Sicherungen auf LTO-7 realisieren.
- Noch vorhandene Bänder der Generation 1 bis 4 sollten dringend migriert werden, und zwar unmittelbar auf die Generation 7 (siehe oben). Die Preise der Gerätschaften und der Bänder sind auf ein für Gedächtnisinstitutionen vertretbares Niveau gesunken, da die Generation 8 auf dem Markt ist.
- Mit der Migration von der Generation 5 auf die Generation 7 sollte ebenfalls begonnen werden.

Gerade Generationen:

- Neue Sicherungen jetzt auf LTO-8 realisieren.

- Mit der Migration von der Generation 6 auf die Generation 8 kann ebenfalls begonnen werden. Die Preise der Gerätschaften und der Bänder werden sinken, sobald die Generation 9 auf dem Markt ist.
- Noch vorhandene Bänder der Generation 2 sollten dringend migriert werden, und zwar unmittelbar auf die Generation 8.

Die verschiedenen möglichen Dateisysteme auf LTO haben jeweils ihre eigenen Vor- und Nachteile. Beim Einsatz von LTFS sollte auf die standardmässig eingeschaltete Kompression verzichtet werden (d. h. diese sollte ausgeschaltet werden), da die Kompressionsalgorithmen die Kompatibilität beeinträchtigen können und zudem bereits komprimierte Dateien sich bei einer weiteren Kompression oft vergrössern.

Mit der Einführung von LTO-8 wurde ausserdem das Versprechen des LTO-Konsortiums, dass jede Generation von Geräten zwei frühere Generationen lesen kann, gebrochen. Die LTO-8-Geräte können zwar LTO-7-Kassetten lesen, nicht aber LTO-6-Kassetten. Zudem wurde das Format «M8» eingeführt, mit den Kassetten der Generation LTO-7 auf Geräten der Generation LTO-8 als LTO-8 formatiert und benützt werden können.

Kontrolle der Datenintegrität

Digitale Dateien können leicht (und unbemerkt) manipuliert oder korrumpiert/verändert werden. Dies kann manuell und mit oder ohne Absicht passieren, aber auch durch eine mangelhafte Übertragung können Dateien «korrupt» werden. Die Integrität einer Datei (engl. «file fixity») lässt sich mit Hilfe von Prüfsummen (engl. checksum) überprüfen. Prüfsummen werden mit Hilfe von sogenannten Hashfunktionen berechnet: Verschiedene Hashfunktionen (to hash, engl. für zerhacken) sind unterschiedlich in ihrer Berechnungsweise und Komplexität sowie auch in ihrer Verbreitung und Anwendung. Für das Generieren und den Einsatz von Prüfsummen gibt es verschiedene Programme. Ihnen allen gemein ist, dass sie immer das gleiche Ergebnis liefern, sofern die geprüfte Datei unverändert ist. Dabei spielt es keine Rolle, auf welchem Betriebssystem die Datei erstellt und ihre Prüfsumme berechnet wurden oder auf welchem Betriebssystem die Datei geprüft wird. Die Prüfsumme ist also eine Art «Fingerabdruck» der geprüften Datei. Anwendungen wie z. B. FFmpeg erlauben auch die Berechnung von Prüfsummen der Einzelbilder einer Videodatei. Im Bereich Video ist momentan der Message-Digest Algorithm 5 (MD5) vorherrschend, daneben gibt es auch andere wie der Secure Hash Algorithm 1 SHA-1 oder auch SHA-256. Die Prüfsumme sollte möglichst unmittelbar nach der Erstellung der Videodatei generiert werden, um sicherzustellen, dass es sich beim Material um noch unkorrupte Dateien handelt (ohne Bit-Rot, ohne Lese- und Schreibfehler). Je nach Anwendung kann es von Vorteil sein, wenn die Videodatei und ihre Prüfsumme immer im gleichen Ordner abgelegt werden, da so eine automatisierte

Überprüfung einfacher möglich ist. Im Umgang mit grossen Mengen von Einzelbildern empfiehlt es sich, alle individuellen Prüfsummen in einer Textdatei zusammenzufassen. Der Einsatz von Prüfsummen sollte automatisiert werden, um Fehler bei der Handhabung auszuschliessen.

Werkzeuge zum Schnüren von Datenpackages

Diese Werkzeuge fassen die Metadatenätze und die Mediadateien vom Sicherungspaket zusammen: CURATOR Archive Suite (Fraunhofer Inst.), MXF4Mac, BagIt (LoC, stellt AIPs her)

Bibliographie und Links

- Krogh, Peter: Backup Overview, last modified 2015, The 3-2-1 Rule. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Letzte Anpassung: November 2019

10.1 Digitale Archivierung von bewegten Bildern

Beurteilung der häufigsten Datei-/Videoformate und Datenträger

Für eine möglichst hohe Langlebigkeit von Dokumenten sind das Dateiformat und der Datenträger von grosser Bedeutung. Die im Folgenden aufgeführte Bewertung von Dateiformaten, Videoformaten und Trägerformaten wurde von der bereichsübergreifenden Arbeitsgruppe von Memoriav erarbeitet und vom Memoriav Kompetenznetzwerk Video begutachtet. Sie wurden hinsichtlich der Archivfähigkeit bzw. Eignung zur langfristigen Aufbewahrung vorgenommen und beziehen sich daher nur auf Archivkopien, nicht auf Kopien für die Benutzung oder andere Funktionen; letztere haben andere Anforderungen zu erfüllen als Archivkopien.

Die Bewertung basiert auf den Kriterien des NESTOR-Kompetenznetzwerks Langzeitarchivierung und Langzeitverfügbarkeit digitaler Ressourcen in seinem Handbuch: Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung (Neuroth et al., S. 147f). Die dort angegebenen Anforderungen gelten nicht nur für die Digitalisate, sondern auch für digital vorliegende oder digitalisierte Dokumentationen und die Metadaten.

Bei den in dieser Tabelle erwähnten Codecs handelt es sich um solche, die in Gedächtnisinstitutionen bereits Anwendung finden. Auf andere Codecs, die ebenfalls verlustfrei komprimieren, aber in der Schweiz wenig bis gar nicht verbreitet sind, wird hier nicht weiter eingegangen (z. B. HuffYUV, Lagarith, usw.). Die Bewertung wird in drei Stufen ausgedrückt:

Empfohlen: Basierend auf den Kriterien von NESTOR ohne Einschränkung zukünftiger Nutzung langfristig erhaltbar.

Bedingt empfohlen: Unterbindet gewisse Möglichkeiten der zukünftigen Nutzung, ist jedoch aus den jeweils angegebenen Gründen bedingt empfehlenswert.

Nicht empfohlen: Unterbindet wichtige Möglichkeiten der zukünftigen Nutzung und Migration, konkret: verlustbehaftet komprimiert, proprietär, nicht standardisiert, mögliche Obsoleszenz, Träger ungeeignet.

Kategorie: Einzelbilder (nur Film)			
Formate	Arbeitsbereich	Archivtauglichkeit	Kommentar
TIFF unkomprimiert (16 bit lin)	Aufnahme, Postproduktion, Archiv	Empfohlen (Ohne Layer)	Weit verbreitet, normiert, unkomprimiert; TIFF in 8 bit lin bietet keine genügende Auflösung der Farbtiefe und ist heute angesichts der Verarbeitungs- und Speicherkapazitäten kein empfehlenswerter Kompromiss mehr
TIFF LZW-Kompression	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Komprimiert, Kompatibilitätsprobleme zwischen verschiedenen Software-Versionen möglich
DPX (10bit, 12bit, 16bit)	Aufnahme, Postproduktion	Empfohlen	Weit verbreitet, unkomprimiert. Es existieren zahlreiche Varianten/Unter-kategorien.

JPEG 2000	Postproduktion, Distribution, Archiv	Bedingt empfohlen	Rechenintensiv, nicht vollständig lizenzfrei
JPEG (skalierbare intraframe Kompression)	Aufnahme, Postproduktion	Nicht empfohlen	Verlustbehaftete Komprimierung

Kategorie: Videocodecs			
Formate / Bitrate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
DV (nur SD) / 25 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Bedingte Empfehlung aufgrund der grossen Verbreitung als Produktionsformat im Amateur- und im semiprofessionellen Bereich
MPEG IMX, (MPEG-2, nur SD) / 50 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Bedingte Empfehlung aufgrund der grossen Verbreitung im Bereich TV
DVCPro50 (nur SD) / 50 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Geringe Verbreitung, proprietäres Format (nur von Panasonic unterstützt)
DVCPro100 (nur HD) / 100 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Geringe Verbreitung, proprietäres Format (nur von Panasonic unterstützt)

10 bit-4:2:2- uncompressed (z. B. v210) / SD: 207 Mbit/sHD: 1,04 Gbit/s	Postproduktion, selten Distribution, Archiv	Empfohlen	Trotz erheblicher Datenreduktion durch Farbunterab- tastung geringe Auswirkung auf visuelle Qualität [Link zu Kap. 3.2.3.2], Verbreitung vor allem im musealen Kontext. v210 ist ein Apple-Codec, der je nach Container nicht absolut verlustfrei ist (QuickTime verwendet z. B. das erste Bit für die Synchronisierung)
10 bit-4:4:4- uncompressed (z. B. v410, nur HD) / 1,56 Gbit/s	Postproduktion, selten Distribution, Archiv	Empfohlen	Analog zu HDCam SR
8 bit-4:2:2- uncompressed (z. B. YUY2 oder 2yuy) / SD: 165 Mbit/s HD: 830 Mbit/s	Postproduktion, selten Distribution, Archiv	Empfohlen	Trotz erheblicher Datenreduktion durch Farbunterab- tastung geringe Auswirkung auf visuelle Qualität [Link zu Kap. 3.2.3.2], Verbreitung v. a. im musealen Kontext
H.264 / AVC (AdvancedVideo Coding) / variabel	Produktion, Distribution	Nicht empfohlen	Kein einheitlicher Standard;siehe ergänzende Hinweise unten!

H.265 / HEVC (High Efficiency Video Coding) / variabel	Distribution	Nicht empfohlen	Standard existiert, viel effizientere Kompression als H.264
Apple ProRes / SD: 30–62 Mbit/sHD: 100–250 Mbit/s	Postproduktion	Bedingt empfohlen	Varianten in qualitativ absteigender Reihenfolge: 4444 XQ, 422 HQ, 422 Standard, 422 LT und 422 Proxy), proprietäres Format der Firma Apple, Bitstream und Angaben zur Dekodierung von SMPTE offengelegt; bedingte Empfehlung nur für native ProRes-Dateien
Apple ProRes RAW / variabel	Aufnahme	Bedingt empfohlen	In Kameras sowie in Filmscannern eingesetzt. Bedingte Empfehlung nur für native ProRes-Dateien
CineForm RAW / variabel	Aufnahme	Bedingt empfohlen	In Kameras sowie in Filmscannern eingesetzt. Bedingte Empfehlung nur für native Cine-Form RAW-Dateien

XDCam HD (MPEG-2) / 50 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Bedingt empfohlen	Bedingt empfohlen, weil als Aufnahmeformat bei TV-Stationen ein Standard und daher stark verbreitet
FFV1 (ab Version 3) / variabel	Archiv	Empfohlen	Explizit für Archivzwecke entwickelter, verlustfrei komprimierender Codec
Avid-Codecs (DNxHD) / SD: 146–186 Mbit/s	Postproduktion	Nicht empfohlen	Kein einheitlicher Standard, unterschiedliche Avid-Codecs vorhanden, proprietäres Format der Firma Avid
REDCODE RAW Familie, eng an JPEG 2000 angelehnt (nur HD) / HD: 224–336 Mbit/s	Aufnahme	Nicht empfohlen	Langzeitkompatibi- lität ungewiss

Kategorie: Container (Video)			
Formate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
Motion JPEG 2000	Archiv	Nicht empfohlen	Explizit für Archivzwecke entwickelt, wird jedoch kaum verwendet, und es existieren nur wenige und teure Implementierungen, gewisse Teile sind proprietär, eine sehr hohe Rechenleistung für das Erstellen und Lesen des dafür vorgesehenen Codecs JPEG 2000 ist erforderlich
MP4	Distribution	Bedingt empfohlen	Sehr verbreiteter Container, für H.264 konzipiert, kann aber auch andere Video und Audio-Codecs (AAC, MP3, MP2, MP1) aufnehmen; ISO-normiert

IMF (Interoperable-Master Format)	Postproduktion / Distribution	Bedingt empfohlen	Sehr flexibler und vielversprechender Container, aber weder im Archiv- noch in anderen Bereichen der Filmproduktion und Auswertung stark verbreitet; er hat aber Potential, falls die Industrie es portiert und eine Archivsubvariante definiert und standardisiert wird
MKV (Matroska)	Archiv	Empfohlen	Ist Open Source und wurde explizit für Archivzwecke entwickelt; wird heute in Kombination mit FFV1 sehr aktiv von einer internationalen Fachgemeinschaft genutzt und weiterentwickelt, u. a. wird dessen Standardisierung vorbereitet

MOV (QuickTime FileFormat)	Postproduktion / Distribution	Bedingt empfohlen	Sehr verbreiteter, proprietärer Container von Apple, der verschiedene Codecs aufnehmen kann; Vorbehalte, weil Apple das Format im Lauf der Zeit wesentlich verändert hat (jüngere Versionen lehnen sich z. B. an MP4 an) und den spezifischen Quicktime-Player für Windows-Betriebssysteme nicht weiter unterstützt
AVI (Audio VideoInterleave)	Postproduktion / Distribution	Bedingt empfohlen	Sehr verbreiteter, proprietärer (Microsoft) Container, der verschiedene Codecs aufnehmen kann; Vorbehalte, weil beim Rewrapping von anderen Containern in AVI Metadaten wie z. B. das ursprüngliche Erstellungsdatum, Timecode verloren gehen können

MXF (MaterialExchangeFormat)	Postproduktion / Distribution / Archiv	Empfohlen	<p>Ein flexibler Standard im Broadcastbereich, kann z. B. auch Text- oder XML-Dateien mit Metadaten mit verpacken, ist aber gleichzeitig komplex und etwas schwieriger handhabbar als andere Container; die Spezifikation AS-7 wurde von staatlichen amerikanischen Archivinstitutionen entwickelt, ist etwas schwerfällig und erfordert relativ teure Software, kann aber als einzige konkrete Archiv-Spezifikation in Kombination mit JPEG 2000 nützlich sein</p>
------------------------------	--	-----------	---

DCP (Digital Cinema Package)	Postproduktion / Distribution	Bedingt empfohlen	Kein eigentlicher Container, sondern eine definierte Folderstruktur, die die Medien in einem MXF-Container enthält; die Spezifikationen geben eine starke, verlustbehaftete Kompression vor und oft wird eine Verschlüsselung verwendet, welche die Handhabung bei der Archivierung wesentlich erschwert; bedingte Empfehlung nur für bereits vorliegende DCPs
------------------------------	-------------------------------	-------------------	--

Kategorie Streamingformate				
Formate	Bitrate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
				Sind reine Distributionsformate, die mit proprietären, verlustbehafteten Kompressionen arbeiten (z. B. Flash, WebM, MP4); als Archivkopien ungeeignet

Kategorie Videokassetten			
<p>Kommentar für alle: Physische Videobänder können heute als obsolet betrachtet und als Archivformat grundsätzlich nicht mehr empfohlen werden. In Ausnahmefällen (bestehende Workflows und Infrastruktur etc.) können die unten aufgeführten Bandformate noch verwendet werden, auf das Umkopieren auf Bänder abgestützte Erhaltungskonzepte müssen aber so rasch als möglich abgelöst werden</p>			
Formate / Bitrate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
DVCam / 25 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Siehe oben	Bedingte Empfehlung aufgrund der grossen Verbreitung als Produktionsformat im Amateur- und im semiprofessionellen Bereich

<p>Digital Betacam (nur SD) / 126 Mbit/s</p>	<p>Aufnahme, Postproduktion, Archiv</p>	<p>Siehe oben</p>	<p>Empfehlung als Übergangslösung in Alternative zu 10 bit-4:2:2- uncompressed Dateien in SD, wenn Gedächtnisin- stitutionen Infrastruktur und Know-how für die Langzeiterhaltung von Dateien fehlen. Immer noch grosse Verbreitung, aber Dauer der Unterstützung gemäss Ankündigung des Herstellers Sony nur noch bis 2023</p>
--	---	-------------------	---

HDCam SR (nur HD) / 440/880 Mbit/s	Aufnahme, Postproduktion	Siehe oben	Empfehlung im Aufzeichnungsmodus mit 4:4:4-Abtastung als Übergangslösung in Alternative zu 10bit-4:4:4-uncompressed HD Dateien, wenn Gedächtnisinstitutionen Infrastruktur und Know-How für die Langzeiterhaltung von Dateien fehlen. Dauer der Unterstützung durch Hersteller Sony nur noch bis 2023
---------------------------------------	-----------------------------	------------	---

Optische Datenträger für Video			
Formate / Bitrate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
DVD / 4–9 Mbit/s	Distribution	Nicht empfohlen	Datenträger eignen sich nicht für die Archivierung
BluRay / ca. 36 Mbit/s	Distribution	Nicht empfohlen	Datenträger eignen sich nicht für die Archivierung
XDCam	Aufnahme	Nicht empfohlen	Datenträger eignen sich nicht für die Archivierung

Unspezifische Speichermedien			
Formate	Arbeitsbereiche	Archivtauglichkeit	Kommentar
M-DISC	Archiv	Nicht empfohlen	Medien aufgrund der Datendichte und Speicherkapazität nicht für AV geeignet; Zukunft der Produktion von Lesegeräten uns
ODA	Archiv	Nicht empfohlen	Proprietäres Format von Sony, keine Erfahrungen aus dem Archivbereich bekannt
HDD		Bedingt empfohlen	Voraussetzungen: Mehrfachkopien an unterschiedlichen Standorten, Auswahl geeigneter Schnittstellen; erwartete Lebensdauer von 3 Jahren
RAID		Empfohlen	Empfohlen unter der Voraussetzung, dass es weitere Sicherungskopien auf anderen Systemen gibt

SSD		Nichtempfohlen	SSD-Speicher hängt von extrem kleinen Materialstrukturen ab, welche sowohl im Normalbetrieb wie auch durch äussere Einflüsse verhältnismässig rasch an die Grenze der Belastbarkeit gebracht wird und entsprechend schlecht altern; daher für langfristige Speicherung ungeeignet
LTO (7 und 8)		Empfohlen	Format von Konsortium unterstützt, ab LTO-5 LTFS als Standard für das Beschreiben möglich. LTO-5 bis LTO-6 sollte zeitnah migriert werden, LTO-1 bis LTO-4 sollten unverzüglich migriert werden
DLT		Nicht empfohlen	Veraltet

Ergänzende Hinweise zu MPEG-4

Der Container MP4 und der Codec H.264 werden oft mit stark (verlustbehaftet) komprimierten Dateien in Verbindung gebracht, die für das Internet optimiert sind. MPEG-4/H.264 kann aber nicht nur sogenannte «visually lossless»-komprimierte und die am

häufigsten eingesetzten, sogenannt «lossy»-komprimierten Daten enthalten, sondern auch nicht komprimiertes Y'CBCR 4:2:2. Letzteres wird allerdings nur in seltenen Fällen gemacht, wäre aber in dieser Konfiguration durchaus als Archivformat tauglich.

Ergänzende Hinweise zu JPEG 2000, Motion JPEG 2000 und FFV1

Der im Kern Open Source Codec JPEG 2000 (J2K) wurde im Jahr 2000 eingeführt und ist auf Einzelbilder ausgelegt. Es handelt sich um ein komprimiertes Dateiformat mit Intraframe-Kompression, basierend auf der Wavelet-Kompressionstechnik. Die Wavelet-Kompression liefert bei gleicher Verringerung der Datenmenge visuell bessere Resultate als die herkömmliche räumliche JPEG-Kompression und kann wahlweise unkomprimiert, verlustfrei komprimiert oder verlustbehaftet komprimiert angewendet werden. Die verlustfreie Kompression verringert die Dateigrößen um durchschnittlich die Hälfte. Dies ist eine vergleichsweise mässige Verringerung. Gleichzeitig ist die nötige Rechenleistung zur Durchführung der Kompression und zum Abspielen der komprimierten Dateien sehr hoch. Diese Tatsache und das Fehlen von anwenderorientierten Applikationen haben die Verbreitung des Codecs bis anhin behindert. Auch die standardisierte Implementierung (und damit die Kompatibilität zwischen verschiedenen Applikationen) ist mindestens in Frage gestellt. Es ist daher bis dato nicht klar, ob sich dieses Dateiformat in Gedächtnisinstitutionen wirklich durchsetzen wird (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Visuelle Konsequenzen der JPEG- und der JPEG-2000-Kompression.

Der J2K-Codec wird dagegen bei der Erstellung von Projektionselementen für das Kino nach dem internationalen Standard ISO/IEC 15444-1 mit verlustbehafteter Kompression verwendet. Projektionselemente werden als sogenannte Digital Cinema Packages (DCPs) ausgeliefert. Da diese Elemente heutzutage Archiven oft als einziges Archivelement angeboten werden, zwingt sich eine Auseinandersetzung mit dem Codec in dieser Form auf. Es ist wichtig festzuhalten, dass DCPs eigentlich nicht archivtauglich sind. Die angewendete J2K-Komprimierung ist wie erwähnt verlustbehaftet, es fehlen wichtige Metadaten und DCPs sind im Allgemeinen mit einem digitalen Sicherheitsschlüssel versehen, um Urheber- und Nutzungsrechte zu kontrollieren (DRM, Digital Rights Management). Verfügt man nicht über den Schlüssel oder läuft dieser nach einer gewissen Zeit ab, so sind die Daten selbst in tadellosem Zustand nur unter erschwerten Bedingungen nutzbar. J2K mit verlustfreier Kompression wird heute in Kombination mit einem MXF-Container von wichtigen Archivinstitutionen zur digitalen Archivierung von Einzelbildern (z. B. aus der Filmdigitalisierung) verwendet (z.B. Library of Congress, FADGI).

Motion JPEG 2000 wurde durch den später eingeführten Part 3 der ISO-Spezifikationen definiert. Es handelt sich um ein Containerformat, das Serien von J2K-Dateien sowie die zugehörige Tondatei aufnimmt und als Bewegtbild zur Verfügung stellt. Das Erstellen und auch das Abspielen von Motion JPEG 2000 Dateien ist ein äusserst rechenaufwendiger Prozess, was sich als wichtiges Hindernis in der Implementierung und Verbreitung des Formats herausgestellt hat. Bis heute steht nach wie vor kaum Software zur Erzeugung und Wiedergabe des Dateiformats zur Verfügung. Entsprechend ist es in Gedächtnisinstitutionen kaum anzutreffen.

Die wichtigste Alternative zu JPEG 2000 für die Archivierung von Bewegtbildern mit verlustfreier Kompression ist der für die Archivierung entwickelte und zunehmend in Gedächtnisinstitutionen eingesetzte Codec FFV1. Dieser Open-Source-Codec eignet sich bestens zur Archivierung von Videodateien, Ingests ab digitalen Kassettenformaten und Digital Born Dateien. Videos werden meist als einzelne grosse Dateien abgespeichert, die den Bilderstream enthalten. Filme, die oft als Serien von Einzelbildern digitalisiert werden [Link zu Kap. 5.4.2 Speicherung als Serien von Einzelbildern], können auch ohne Informationsverlust in einen FFV1-Stream umcodiert und mit Ton, Untertitel usw. in einem Matroska-Container verpackt werden. Man erhält so eine MKV-Datei mit einem Videostream und standardmässig eingebaute Prüfsummen, welche die automatisierte Kontrolle der Integrität jedes einzelnen Bildes (bzw. von Bildteilen oder sog. «slices») erlaubt. Diese Art der Speicherung vereinfacht die Bespielung von LTO-Bändern wie auch jeden anderen Kopiervorgang und Übertragungen im Vergleich zur Speicherung von Einzelbildern.

Die Verwendung von FFV1/MKV kann für Archive besonders auch deshalb interessant

sein, weil damit Film und Video in der gleichen Form digital archiviert werden können. Ausserdem erleichtert diese Vorgehensweise auch die Herstellung von Benutzungskopien von Filmdokumenten, weil bereits ein Stream besteht, der schneller als Einzelbilder in geeignete Benutzungsformate transcodiert werden kann. Mit der Verwendung von FFV1/MKV für die Archivierung von Film reduziert man ausserdem die Datenmenge um einen bis zwei Drittel und muss im Gegensatz zur Erhaltung als Einzelbilder nur einen Bruchteil der Anzahl Dateien pflegen. Dadurch gewinnt man sehr viel Zeit beim Lesen (Öffnen) und Schreiben (Speichern) derselben.

Bei der Weiterverarbeitung kann sich FFV1/MKV als sperrig erweisen, da der native Import von FFV1/MKV in kommerzielle, professionelle Postproduktions-Software bisher nicht unterstützt wird. Für die Bearbeitung in kommerzieller Software müssen die Dateien transcodiert werden, um den Videostream zu bearbeiten. Es gibt dagegen Open Source Tools, welche die direkte Weiterverarbeitung als FFV1/MKV erlauben.

Gewisse Mängel von FFV1, die für die digitale Archivierung relevant sind, sind der Entwicklergemeinschaft bekannt und es wird an Versionen von FFV1 ohne diese Mängel gearbeitet. Da es sich um Open-Source-Entwicklung handelt, können spezifische Ansprüche auch in Form von Aufträgen an die Community angegangen werden.

Oft verhindert das Fehlen anwenderfreundlicher Implementierungen die weitere Verbreitung der Verwendung dieser Art von Codecs, was wiederum eine Empfehlung für die Anwendung in der Archivierung einschränkt. Entweder sind dafür vertiefte IT-Kenntnisse erforderlich, oder die Industrie nimmt diese Codecs und Formate in ihre Produktpalette auf. Ob sich auf die Archivierung ausgerichtete Formate auf diese Weise durchsetzen, hängt auch davon ab, ob sich wichtige und genügend Gedächtnisinstitutionen für deren Verwendung entscheiden.

J2K in MXF wird in folgenden bedeutenden Gedächtnisinstitutionen eingesetzt: Library of Congress, Washington; Cinematheque Royal, Brüssel; Institut national de l'audiovisuel (INA), Bry-sur-Marne.

Folgende (Gedächtnis-)Institutionen haben sich für FFV1 entschieden: Cinémathèque Française, Paris; Österreichische Mediathek, Wien; Stadtarchiv Lausanne; Archiv für Zeitgeschichte, Zürich; Swiss Archive for the Performing Arts (SAPA), Zürich; Museum für Kommunikation, Bern; weitere Institutionen weltweit sind in Wikipedia aufgelistet (Wikipedia, FFV1).

Mit unkomprimierten Dateiformaten arbeitet z. B. die Tate, London.

Diese Liste ist nur beispielhaft und bei weitem nicht vollständig.

Speicherung als Serien von Einzelbildern

35-mm-Langfilme sind durch die beschränkte Länge von Filmrollen in Akte unterteilt. Die maximale Länge einer Rolle für die Projektion betrug in der Frühzeit des Kinos bis zu 305 m, was bei einer Abspielgeschwindigkeit von 24 Bildern pro Sekunde einer Laufzeit von ca. 10 Minuten und ca. 16 000 Bildern entspricht. Ab den frühen 1930er-Jahren wurden grössere Rollen von bis zu 610 m eingeführt, was ca. 32 000 Bildern entspricht. Nach der Digitalisierung behält man grundsätzlich die gegebene Unterteilung in Akte als Serien von Einzelbildern in Dateiordnern bei und erhält pro Film je nach Gesamtlänge eine Serie von Dateiordnern, die diesen Akten bzw. den Filmrollen entspricht. Prüfsummen können entweder pro Ordner oder pro Einzelbild erstellt werden. In beiden Fällen empfiehlt sich eine automatisierte Erstellung. Die Speicherung von Bewegtbildern als Serien von Einzelbildern bietet gewisse Vorteile, aber auch Nachteile gegenüber der Speicherung als einzelne Datei [Link zu Kap. 4.3.8 und 5.2.2]. Sie wird im Allgemeinen für hochauflösende und Sonderformate angewendet. Bei einem Zugriff auf die einzelnen Bilder ist kein sofortiges Abspielen möglich. Dies ist jedoch je nach Dateigrösse bzw. Kompression auch bei Mediadateien nicht möglich. Statt mit wenigen sehr grossen Einzeldateien hat man es mit sehr vielen kleineren Dateien zu tun. Wird eine einzelne Datei fatal beschädigt, so ist der Datenverlust viel kleiner, besser eingrenzbar und einfacher zu reparieren bzw. wiederherzustellen als bei einem Defekt einer sehr grossen Videodatei. Dagegen ist die Handhabung weniger grosser Dateien (insbesondere das Auslesen sowie die Datenübertragung z. B. für die Speicherung auf LTO) wesentlich einfacher bzw. mit weniger Zeit-, Rechenaufwand und Risiko von Übertragungsfehlern verbunden.

Bei der Speicherung von Serien von Einzelbildern ist Folgendes zu empfehlen:

- Es muss gesichert sein, dass die Information der Abspielgeschwindigkeit nicht verloren geht.
- Der Ton muss separat und unkomprimiert oder verlustfrei komprimiert gespeichert werden (ausgelegt auf die Abspielgeschwindigkeit). Visuelle und Audiomarker für die Synchronisierung müssen vorhanden sein.
- Ein Chaos aufgrund der hohen Zahl der Einzelbilder muss vermieden werden. Namenskonventionen sind besonders wichtig, und je nach Anzahl müssen die Bilder in Ordneraufgeteilt werden.

Bibliographie und Links

- FFV1, Wikipedia-Artikel (englisch). [Online](#), Stand: 22.2.2022

- Neuroth, H.; Oßwald, A.; Scheffel, R.; Strathmann; K. Huth, K. (Hg.): nestor Handbuch: Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung. [Online](#), Stand: 22.2.2022
- Library of Congress FADGI MXF AS-07. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Letzte Anpassung: November 2019

11 Metadaten für die Erschliessung, Katalogisierung, Inventarisierung von audiovisuellen Dokumenten

Metadaten entstehen während des gesamten Lebenszyklus eines Objekts: angefangen bei der Produktion bis hin zur Erstellung von archivtauglichen Dateien. Daher sollten Metadaten gut strukturiert werden, um die für eine bestimmte Anwendung relevanten Bestandteile einfach und zuverlässig nutzen zu können. Die relevanten für eine inhaltliche Recherche erforderlichen Metadaten unterscheiden sich z. B. von denen für eine geplante Ausstrahlung oder Edition. Erschliessungsinformationen, Dokumentation bzw. eben Metadaten sind insbesondere für die (langfristige) Erhaltung essentiell. Ohne solide Metadaten lassen sich Archivgut allgemein und digitale Dateien besonders schlecht (oder gar nicht) nutzen und verwalten.

Grundsätzlich kann nach ihrer jeweiligen Funktion zwischen technischen, beschreibenden, strukturellen und administrativen Metadaten unterschieden werden, wobei die Grenzen teilweise fließend sind (Gregorio; Stepanovic 2008, S. 13f).

Die technischen und bei komplexeren Dateien auch strukturellen Metadaten beinhalten Informationen, die zum Abspielen des Dateiinhalts erforderlich sind, sowie Informationen zur Erstellung und Bearbeitung der Datei. Der Umfang technischer Metadaten variiert je nach verwendeter Infrastruktur sowie je nach Dateiformat und ist nicht explizit definiert. Die technischen Metadaten sind oft im sog. Header einer Datei untergebracht, können aber v. a. bei Containern auch an anderen Stellen innerhalb der jeweiligen Dateistruktur gespeichert sein. Der Header ist ein Bereich im Dateicode, in dem Informationen in Textform untergebracht werden können. In diesem Zusammenhang sind z. B. EXIF (Exchangeable Image File Format)-Daten zu erwähnen; diese werden direkt in den Header von Dateien, beispielsweise der Bildformate JFIF (JPEG) oder TIFF, geschrieben. Viele technische Metadaten, wie das Erstellungs- und das Änderungsdatum eines digitalen Dokuments, werden automatisch erstellt und können von Bildbearbeitungsprogrammen angezeigt werden. Einige lassen sich nicht mehr ändern, andere können einzeln oder als Batch (Stapelprozess) für mehrere Dateien erstellt oder geändert werden. Dies wird vom jeweiligen Dateiformat bestimmt und für das Editieren sind spezielle Softwareapplikationen notwendig. Sollen darüber hinausgehende (z. B. deskriptive) Metadaten eingebunden werden, braucht es ein dafür geeignetes Containerformat, in dem die AV-Datei mit den zugehörigen Metadaten zusammen verpackt wird.

Deskriptive Metadaten können jegliche Information zum Kontext (z. B. Autor, Erstellungsdatum) und Inhalt (z. B. Bildbeschreibungen, Schlagworte) enthalten und dienen hauptsächlich dem Auffinden, dem Identifizieren und dem Verständnis des Inhalts von Dateien. Sie werden in der Regel in einer Erschliessungsdatenbank (Katalog, Inventar,

o. Ä.) erfasst und ausserhalb der AV-Datei gespeichert und verwaltet. Die deskriptiven Metadaten können aber wie erwähnt auch in eine Containerdatei integriert werden, um die Verbindung zwischen Metadaten und Dokumenten für die langfristige Erhaltung zu stärken. Idealerweise erfolgt die Erfassung von deskriptiven Metadaten nach systematischen Regeln und standardisiert, d. h. unter Verwendung von Metadatenstandards wie Dublin Core, EBUCore, PBCore o. Ä.

Administrative Metadaten dienen dem Verwalten von Dokumenten und können Informationen enthalten zu Bearbeitungen, zum Status des Dokuments und damit verbundener Elemente, zu Rechten, Bewertungs- und Selektionsentscheidungen. Im Zusammenhang mit der Erhaltung besonders zu erwähnen ist der Standard PREMIS, mit dem in strukturierter Weise Informationen bezüglich der Erhaltung (Zustand, Restaurierungen, Digitalisierungen usw.) dokumentiert werden können. PREMIS ist in den in der Schweiz entwickelten Standard Matterhorn-METS integriert, der in verschiedenen Schweizer Gedächtnisinstitutionen im Einsatz ist.

Dokumentation und Metadaten

Die Metadaten für die Langzeiterhaltung müssen alle Informationen enthalten, die zum Auffinden, Verwalten, Abspielen, zur Identifikation der Datei und für deren Erhaltung erforderlich sind. Zur Kategorisierung und zu den verschiedenen Funktionen von Metadaten.

Es gibt eine Reihe von Normen und Metadatenstandards, welche die Dokumentation und die Erfassung von Metadaten in systematischer Weise für die verschiedenen Funktionen unterstützen. Es ist empfehlenswert, sich an einen oder eine Kombination mehrerer Standards anzulehnen bzw. solche auf die eigenen Bedürfnisse angepasst umzusetzen.

Für die Strukturierung und Ablage der Metadaten existieren verschiedene Lösungsstrategien: Die Metadaten können im Container beinhaltet sein oder aber extern in der Datenbank, mit der die Dokumente verwaltet werden. Beide Möglichkeiten bieten Vor- und Nachteile. Sind die Metadaten Teil des Archivpakets, so bieten sie eine geschlossene Einheit, die bei Migrationen eher verbunden bleibt. Werden sie extern abgelegt, ist eine Aktualisierung der Metadaten (wie z. B. Vorführungen) einfacher möglich, da das Archivpaket nicht jedes Mal ergänzt und neu geschnürt werden muss.

Eine wichtige Voraussetzung für die Langzeiterhaltung ist, dass auch das Findmittel bzw. die Informationen in der Datenbank und die extern abgelegten Metadaten zuverlässig gesichert werden.

Dies gilt speziell für die deskriptiven Metadaten, die in Umfang und Inhalt sehr unter-

schiedlich sein können. Es ist Teil der Archivstrategie, diese Struktur auszuarbeiten.

Beispiele für Metadatenstandards

Im Folgenden ein paar Beispiele (nicht abschliessend) von in der Archivierung gebräuchlichen Normen und Standards für die Erschliessung mit einer ganz kurzen Erläuterung. Für Referenzen siehe Bibliographie am Ende des Kapitels.

ISAD (G): «Der internationale Erschliessungsstandard ISAD(G) bildet – wie es im Vorwort zur zweiten Auflage 2000 heisst – eine generelle Leitlinie für die Vorbereitung der archivischen Beschreibung. Sie muss in Verbindung mit bereits existierenden nationalen Standards oder als Basis für deren Entwicklung benutzt werden. Die nun vorliegende Schweizerische Richtlinie für die Umsetzung von ISAD(G) ist demgemäss eine nationale Richtlinie auf der Grundlage internationaler Normierung im Bereich der Erschliessung von Unterlagen. Sie berücksichtigt die nationalen Besonderheiten der schweizerischen Archivlandschaft und ihren Regelungsstand im Erschliessungsbereich.»

PREMIS: «The PREMIS (PREservation Metadata: Implementation Strategies) Data Dictionary for Preservation Metadata is the international standard for metadata to support the preservation of digital objects and ensure their long-term usability. Developed by an international team of experts, PREMIS is implemented in digital preservation projects around the world, and support for PREMIS is incorporated into a number of commercial and open-source digital preservation tools and systems. The PREMIS Editorial Committee coordinates revisions and implementation of the standard, which consists of the Data Dictionary, an XML schema, and supporting documentation.»

METS: «The METS schema is a standard for encoding descriptive, administrative, and structural metadata regarding objects within a digital library, expressed using the XML schema language of the World Wide Web Consortium. The standard is maintained in the Network Development and MARC Standards Office of the Library of Congress, and is being developed as an initiative of the Digital Library Federation. » «The Matterhorn METS Profile, developed in cooperation with Docuteam and the Archives de l'Etat du Valais in Switzerland, is now registered. It describes the core of the digital object model used by the Docuteam software tools to support digital archiving. This may be the first profile that describes the use of EAD within METS in any detail.»

Dublin Core (DC): «The Dublin Core Metadata Element Set is a vocabulary of fifteen properties for use in resource description. The name <Dublin> is due to its origin at a 1995 invitational workshop in Dublin, Ohio; <core> because its elements are broad and generic, usable for describing a wide range of resources. The fifteen element <Dublin Core> described in this standard is part of a larger set of metadata vocabularies and technical

specifications maintained by the Dublin Core Metadata Initiative (DCMI). The full set of vocabularies, DCMI Metadata Terms [DCMI-TERMS], also includes sets of resource classes (including the DCMI Type Vocabulary [DCMI-TYPE]), vocabulary encoding schemes, and syntax encoding schemes.» DC wurde von verschiedenen Standardisierungsorganisationen als Standard definiert (ISO Standard 15836:2009; ANSI/NISO Standard Z39.85-2012; IETF RFC 5013). Auf dessen Grundlage wurde verschiedene Weiterentwicklungen spezifisch für den audiovisuellen Bereich vorgenommen (siehe PBCore und EBUCore).

PBCore: «PBCore is a metadata standard designed to describe media, both digital and analog. The PBCore XML Schema Definition (XSD) defines the structure and content of PBCore.»

EBUCore: «EBU Tech 3293 (EBUCore) is the flagship of EBU's metadata specifications. In 2000, the original goal was to refine the semantics of the Dublin Core elements for audio archives. Today, the domain of use of the EBUCore specification is much broader and is no longer limited to audio or archives.»

MPEG-7 Multimedia Content Description Interface: Ein internationaler Standard für die Beschreibung von Multimediadaten, Bildern, Videos, Tönen usw. Braucht XML zur Darstellung des Inhalts, unterstützt Beschreibung auf Niveau Sequenz bzw. Shot, kann auch mit nicht auf Text basierten Metadaten umgehen (z. B. Indexierung von Kamerabewegungen, Bildtexturen).

Werkzeuge

Datenbank (Verwaltung und Findmittel)

Bisher existieren kaum auf AV-Archivalien ausgerichtete Datenbanksysteme. Dies hat zur Konsequenz, dass es schwierig werden kann, die spezifischen Eigenschaften von AV-Dateien sinnvoll in einer bestehenden Datenbank unterzubringen; entsprechend gibt es heute eine Vielzahl von Lösungen, die individuell entwickelt wurden.

Werkzeuge zum Auslesen der Metadaten

In Editierprogrammen sowie in gewissen Abspielprogrammen können sogenannte EXIF-Daten mit vorwiegend technischen Informationen zu einer Datei abgerufen werden. Weitere Applikationen gestatten den Zugriff auf die Metadaten, die im Header der Mediadatei untergebracht sind. Leider lesen nicht alle Programme die Headerinformationen vollständig aus. Beispiele: Mediainfo, Videospec (wird allerdings nicht weiterentwickelt!), ffprobe, avprobe, libav, QCTools, DROID, BitCurator

Werkzeuge zum Schreiben von Metadatenätzen

Mit Hilfe dieser Werkzeuge können zusätzliche Metadaten im Header einer Mediadatei ergänzt werden: BWF MetaEdit

Bibliographie und Links (Referenzen zu Metadatenstandards)

- Gregorio, Sergio; Stepanovic, Anja-Elenea: Metadaten bei stehenden digitalen Bildern / Directives de la PBC concernant les métadonnées des images fixes numériques. BABS, KGS 2008: Guidelines Nr. 3/2008. [Online](#), Stand: 23.2.2022
- Dublin Core: Dublin Core Specifications, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- EBU Core Specifications, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- ISAD(G): VSA-AAS, Schweizerische Richtlinie für die Umsetzung von ISAD(G) – International Standard Archival Description (General). [Online](#), Stand: 23.2.2022
- METS-Website (Library of Congress), [Online](#), Stand: 23.2.2022
- METS Matterhorn Profile, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- MPEG-7 Homepage, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- PB Core Homepage, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- PREMIS: Caplan, Priscilla, PREMIS verstehen, 2009, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- PREMIS Data Dictionary, [Online](#), Stand: 23.2.2022
- PREMIS-Website, [Online](#), Stand: 23.2.2022

Letzte Anpassungen: November 2019

11.1 Katalogisierung und Dokumentation von Filmen

Die Kommission für Katalogisierung und Dokumentation der FIAF (Fédération Internationale des Archives du Film) stellt auf ihrer Website umfangreiche Auskünfte zur Katalogisierung von Filmen zur Verfügung (Link, siehe Bibliografie unten).

Für die Begleitung und Dokumentation von Restaurierungsarbeiten hat die Cinématique suisse eine Anleitung verfasst. Diese Metadaten dienen nicht nur der Planung

der Arbeiten, sondern auch der Feststellung von Authentizität und Integrität des Dokuments. Sie sind damit wichtige Elemente der Überlieferungsbildung, die dauerhaft aufbewahrt und zugänglich sein sollten.

Anleitung der Cinémathèque suisse (CS) für Restaurierungen und die Erstellung von Kopien

(Liste mit den folgenden Datenfeldern)

- Endgültiger Titel
- Autor
- Entstehungsjahr
- Ursprünglicher Titel
- Weitere Titel

- Konsultierte Dokumente oder Archive

Angaben zu früheren Kopien

Für den Fall vorangehender Erhaltungsmassnahmen oder Restaurierungen. Ein Feld je Element.

- Art des Materials / Signatur
- Herkunft (Bestand und technischer Ursprung – Generation des Trägers)
- Version
- Bild: Veränderungen/Farbstich/Technische Besonderheit
- Ton: Veränderungen/Tonverlust
- Format: Veränderung oder Wechsel des ursprünglichen Formats
- Farbe: Koloriert/Schablonenkolorierung, Einfärbung, Tönung, Farbsysteme
- Kontinuität (Ist der Film vollständig? Fehlen bestimmte Fotogramme oder Einstellungen?)
- Verwendung bei der Restaurierung

- Bemerkungen: Veränderungen / Verlust von Markierungen usw. Daten der Lichtbestimmung nicht erhalten ...
- Dauer / Länge / Kurz-/Spielfilm

Zu restaurierende Grundmaterialien

- Art des Materials / Signatur
- Herkunft (Bestand und technischer Ursprung – Generation des Trägers)
- Version
- Projektionsformat
- Ton
- Format (16 mm, 35 mm usw.)
- Farbe
- Kontinuität (Film vollständig?)/Schrumpfung
- Verwendung bei der Restaurierung
- Bemerkungen
- Dauer / Länge / Kurz-/Spielfilm

Fassungen (Bitte nur ausfüllen, wenn mehrere Fassungen vorhanden sind)

- Unterschiedliche Schnittfassungen
- Alternative Fassungen mit unterschiedlichem Ende
- Unterschiedliche Länder
- Unterschiedliche Jahre oder Epochen
- Unterschiedliche Sprachen
- Zensurinformationen

Zwischentitel

- Liste der Zwischentitel

Daten, die nicht in das neue Erhaltungselement übertragen werden

- Markierungen am Filmrand (gescannt oder transkribiert)
- Montage- oder Kopiervermerke
- Form des Bildfensters (gescannte Fotogramme)
- Arten von Klebestellen
- Fussnoten (Nummern)
- Projektionsgeschwindigkeit (Richtwert)
- Verschiedenes

Schlussfolgerung

- Farbdaten nicht erhalten usw.
- Schlussfolgerungen nach Materialvergleich
- Bemerkungen für die Restaurierung

Vorschläge für neue Reproduktionen

- Reproduktion der Farbe
- Reproduktion der Zwischentitel
- Bildeinstellungen
- Tonreproduktion

Labor/-e

- Unternehmen
- Durchzuführende Arbeiten:
- Bild-Internegativ

- Bild-Interpositiv
- Speicherung des Tons
- (DAT, Audio-CDs, Daten-CDs usw.)
- Neues Ton-Negativ
- Synchronisierung der Zwischenstufen (Internegativ/Interpositiv)
- Neue Kopien

Neue analoge Kopien

- Restaurierung der Titelfarte
- Verbesserung der Qualität
- Formatänderungen und Begründungen
- Thermoverschweisste Schnittstellen
- Effektiv durchgeführte Laborarbeiten
- Verwendete Produkte
- Besonderheiten der Restaurierung
- Im Rahmen der digitalen Restaurierung verwendete Programme und getroffene Entscheidungen
- Digitalisierung
- Untertitel

Neue digitale Kopien

(Angaben folgen)

Noch zu erledigen

z.B.: Reproduktion einer Titelfarte, eines provisorischen Titels oder eines im Ursprungsmaterial nicht erhaltenen Originals

Speicherung der Musikpartitur, die einst die Vorführung dieser Kopie begleitete ...

Autor und Datum

Bibliografie und Links

- FIAF Resources of the Cataloguing and Documentation Commission (CDC), [Online](#), Stand: 23.2.2022

Letzte Anpassung: April 2016

12 Audiovisuelles Kulturgut: Zugang und Vermittlung

Ein einführender Text zum Zugang zu audiovisuellen Kulturgütern und zu deren Vermittlungsmöglichkeiten folgt später.

13 Rechte allgemein

Dieses Kapitel ist in Überarbeitung. Wegen des neuen Schweizer Urheberrechtsgesetzes sind frühere Texte zu den Rechten teilweise nicht mehr gültig.

14 Notfallplanung

In Notfällen ist schnelles und professionelles Eingreifen von entscheidender Bedeutung. In vielen Fällen ist der Beizug einer spezialisierten Person für die Triage der Dokumente und schnelles Handeln zu empfehlen.

Am häufigsten entstehen Notsituationen durch Wasser und Feuer. Erdbeben sind eine ernst zu nehmende Bedrohung, aber glücklicherweise selten. Der Einsatz des Instituts-personals, der Feuerwehr, des Zivilschutzes, der Restauratoren etc. bei Brandfällen und Überschwemmungen muss geplant und eingeübt werden.

Der Einsatzplan

Der Einsatzplan orientiert alle Beteiligten über die geografische Lage, die Lokalisierung der Sammlungen und Bestände sowie die Prioritäten bei der Rettung. Das Dokument muss den Plan der Örtlichkeiten, Stockwerk für Stockwerk, sowie die Lage der Aufzüge, der Treppen und Gänge, der Zugänge, des Sicherheitssystems und dessen Code enthalten.

Feuer

Feuerschutz muss in erster Linie präventiv vorgenommen werden. Die Räume und Installationen müssen mit feuerfesten Materialien gebaut und mit Rauchmeldern ausgestattet sein. Ein Feuerlöschsystem mit Gas oder Wasser ist vorzusehen.

Überschwemmung

Im Falle einer Überschwemmung – dem am häufigsten auftretenden Schadensfall – ist schnelles Eingreifen besonders wichtig. Die Überschwemmung kann lokal durch einen Leitungsbruch hervorgerufen werden oder im Falle einer Naturkatastrophe ganze Gebäudeteile betreffen. Zuerst müssen die Dokumente aus den überschwemmten Räumen entfernt werden; bei lokalen Überschwemmungen müssen Arbeitszonen geschaffen werden. Danach sind die Dokumente nach Kategorien zu ordnen.

Wenn die Situation unter Kontrolle ist und die empfindlichsten Dokumente stabilisiert und gesichert sind, muss die Situation bewertet und die Versicherung benachrichtigt werden. In der Folge können die tiefgefrorenen oder luftgetrockneten Dokumente nach gesicherten Methoden behandelt, restauriert, stabilisiert und verpackt werden.

Damit die Archivlokale wieder benutzbar werden, müssen sie getrocknet, gelüftet und desinfiziert werden.

Auf der [Memoriav-Website](#) finden Sie Informationen zur Notfallhilfe inkl. Adressen und Telefonnummern.

Bibliografie und Links

- AIC Wiki (American Institute for Conservation of Art and Historic Works), PMG Emergency Response, Salvage, and Recovery Techniques / Photography, 2009 [Online](#), Stand: 22.2.2022
 - Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS). Schutzmassnahmen für Kulturgüter, [Online](#), Stand: 22.2.2022
- Herrlich, Bernhard; Suter, Reto: Leitfaden für die Erstellung eines Notfallplans, Universitätsbibliothek Basel, Babs, Fachbereich kulturgüterschutz (KGS), 2012. [Online](#), Stand: 22.2.2022
- Risques et catastrophes: une approche en trois phases par Didier Grange, archiviste de la Ville de Genève, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Letzte Anpassung: Oktober 2017

Bibliografie

Medienübergreifende Literatur und Links

AIC Wiki (American Institute for Conservation of Art and Historic Works), PMG Emergency Response, Salvage, and Recovery Techniques / Photography, 2009 [Online](#), Stand: 22.2.2022

AMIA, Code of Ethics. [Online](#), Stand: 21.2.2022

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS). Schutzmassnahmen für Kulturgüter, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Dublin Core: Dublin Core Specifications, [Online](#), Stand: 23.2.2022

E.C.C.O. Professional Guidelines. [Online](#), Stand: 21.2.2022

EBU Core Specifications, [Online](#), Stand: 23.2.2022

Edmondson, Ray: Audiovisual Archiving. Philosophy and Principles, UNESCO, 2016 (dritte Edition)

Gregorio, Sergio; Stepanovic, Anja-Elenea: Metadaten bei stehenden digitalen Bildern / Directives de la PBC concernant les métadonnées des images fixes numériques. BABS, KGS 2008: Guidelines Nr. 3/2008. [Online](#), Stand: 23.2.2022

Herrlich, Bernhard; Suter, Reto: Leitfaden für die Erstellung eines Notfallplans, Universitätsbibliothek Basel, Babs, Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS), 2012. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Huber, Max: Archivische Bewertung: Aspekte, Probleme, Konjunkturen, in: Arbido, 2009, 8–12

ICOM, Ethische Richtlinien für Museen von ICOM. [Online](#), Stand: 21.2.2022

International Association of Sound and Audiovisual Archives (Hrsg.) Ethical Principles for Sound and Audiovisual Archives. IASA Special Publication No. 6, 2011. [Online](#), Stand: 21.2.2022.

ISAD(G): VSA-AAS, Schweizerische Richtlinie für die Umsetzung von ISAD(G) – International Standard Archival Description (General). [Online](#), Stand: 23.2.2022

Kretzschmar, Robert: Positionen des Arbeitskreises Archivische Bewertung Im VdA – Verband Deutscher Archivarinnen Und Archivare Zur Archivischen Überlieferungsbildung, in: Der Archivar, 58 (2005), S. 91.

Krogh, Peter: Backup Overview, last modified 2015, The 3-2-1 Rule. [Online](#), Stand: 22.2.2022

LeFurgy, Bill: Digitization is Different than Digital Preservation: Help Prevent Digital Orphans!, in: The Signal. Digital Preservation (Blog). 2011/07/digitization-is-different-than-digital-preservation-help-prevent-digital-orphans/, [Online](#), Stand: 21.2.2022

Memoriav Positionspapier: Physische Datenträger audiovisueller Dokumente nach der Digitalisierung: behalten oder vernichten? 2016. [Online](#), Stand: 21.2.2022

Menne-Haritz, Angelika: Schlüsselbegriffe der Archivterminologie, in: Veröffentlichungen der Archivschule Marburg, 20 (Marburg, Marburg), [Online](#), Stand: 19.2.2022

METS Matterhorn Profile, [Online](#), Stand: 23.2.2022

METS-Website (Library of Congress), [Online](#), Stand: 23.2.2022

MPEG-7 Homepage, [Online](#), Stand: 23.2.2022

PB Core Homepage, [Online](#), Stand: 23.2.2022

PREMIS Data Dictionary, [Online](#), Stand: 23.2.2022

PREMIS: Caplan, Priscilla, PREMIS verstehen, 2009, [Online](#), Stand: 23.2.2022

PREMIS-Website, [Online](#), Stand: 23.2.2022

Risques et catastrophes: une approche en trois phases par Didier Grange, archiviste de la Ville de Genève, [Online](#), Stand: 22.2.2022

VSA-Kodex ethischer Grundsätze für Archivarinnen und Archivare. [Online](#), Stand: 21.2.2022. Der VSA-Kodex entspricht der deutschen Fassung des Kodex des Internationalen Archivrates ICA.

Film- und videospezifische Literatur und Links

Abrams, Stephen: Instalment on File Formats , in: Digital Curation Manual, o. O., 2007. [Online](#), Stand: 22.2.2022

AMIA Videotape Preservation Fact Sheets, 2002. [Online](#), Stand 22.2.2022

AMIA-L-Threads zu «Sony acquires digitisation and digital archive preservation company» im Juli 2015 sowie zu «End of carrier life...» vom August 2015 und siehe auch den Begriff «degradescence» von Casey, Mike, Why Media Preservation Can't Wait: The Gathering Storm, IASA Journal, 2015, 14–22, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Casey, Mike: Indiana University Media Digitization and Preservation Initiative (MDPI) White Paper: Encoding and Wrapper Decisions and Implementation for Video Preservation Master Files, o. O., 2017. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Cocciolo, Anthony: Moving Image and Sound Collections for Archivists. Society of American Archivists, 2017.

Dappert, Angela; Squire Guenther, Rebecca; Peyrard, Sébastien [Hrsg.]: Digital Preservation Metadata for Practitioners: Implementing PREMIS. Cham, 2016.

Pfluger, David: Eigenschaften von 16-mm Umkehrmaterial in der Digitalisierung in High Definition, Bern, 2011. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Edmondson, Ray : Audiovisual Archiving : Philosophy and Principles, Paris, 2004. [Online](#), Stand : 22.2.2022

FFV1, Wikipedia (englisch). [Online](#), Stand: 22.2.2022

FIAF Resources of the Cataloguing and Documentation Commission (CDC), [Online](#), Stand : 23.2.2022

Fleischhauer, Carl. „IASA-TC 06 video guideline: video ‚payload‘“. Carl Fleischhauer’s blog (blog), 15. Juni 2018. [Online](#), Stand: 19.2.2022

Gfeller, Johannes, Jarczyk, Agathe, Phillips, Joanna, Kompendium der Bildstörungen beim analogen Video, Zürich, 2013.

IASA, International Association of Sound and Audiovisual Archives (Hrsg.): Ethical Principles for Sound and Audiovisual Archives. IASA Special Publication No. 6, 2011, [Online](#), Stand: 22.2.2022

IASA TC 03, International Association of Sound and Audiovisual Archives: The safeguarding of the audiovisual heritage: ethics, principles and preservation strategy, o. O., 2017. Deutsche Ausgabe: Die Bewahrung audiovisueller Dokumente: Ethische Aspekte, Prinzipien und Strategien, o. O., 2017, [Online](#), Stand: 22.2.2022

IASA TC 04, International Association of Sound and Audiovisual Archives: Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects, o. O., 2009, [Online](#), Stand: 22.2.2022

IASA TC 05, International Association of Sound and Audiovisual Archives: Handling and Storage of Audio and Video Carriers, edited by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner. First edition 2014. (= Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 05). [Online](#), Stand: 22.2.2022

IPI Media Storage quick reference. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: nestor Handbuch. Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung, Boizenburg, 2010. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Kretzschmar, Robert: Positionen des Arbeitskreises Archivische Bewertung Im VdA – Verband Deutscher Archivarinnen Und Archivare Zur Archivischen Überlieferungsbildung, in: Der Archivar, 58 (2005), S. 88-94, [Online](#), Stand: 19.2.2022

Leippe, Anna: 8 mm Ewigkeiten. Vom analogen 8 mm Schmalformat zur digitalen Kopie, Staatliche Akademie der Bildenden Künste (Masterthesis KNMDI), Stuttgart 2010.

Library of Congress FADGI MXF AS-07, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Library of Congress: NDSA Levels of Preservation, o. O. [Online](#), Stand: 22.2.2022

LOCKSS (Lots of Copies Keep Stuff Safe), About. [Online](#), Stand: 22.2.2022

National Film Preservation Foundation (Hg.): The Film Preservation Guide. The Basics for Archives, Libraries, and Museums, o. O. 2004. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Neuroth, H.; Oßwald, A.; Scheffel, R.; Strathmann; K. Huth, K. (Hg.): nestor Handbuch: Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Newman, Michael Z.: Video Revolutions: On the History of a Medium, Columbia University Press, 2014.

Obsoleszenz, Wikipedia-Artikel, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Poynton, Charles: Chroma subsampling notation, o. O., 2002. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Pritchard, Brian R.: Identifying 16 mm Films, o. O., 2013. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Pritchard, Brian R.: Identifying 35 mm Films, o. O., 2011. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Romeyke, Andreas: Fact Sheet Matroska/FFV1 for Decision-Makers, 2017. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Santi, Mirco: «Petit, simple, bon marché». Storia tecnologica e pratiche d'archivio del Pathe Baby, Università degli Studi di Udine, 2011

Sony, Sony Professional Announces Sales Discontinuation of ½-Inch VTRs and Camcorders; Service and Support Provided until March 2023, o D. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Stauderman, Sarah; Messier, Paul: Video Format Identification Guide, o. O., 2007. [Online](#), Stand: 22.2.2022

Texas Commission on the Arts, Videotape Identification and Assessment Guide, 2004.
[Online](#), Stand: 22.2.2022

The Little Archives of the World Foundation / ECPA: Video Tape Identification, o. O., 2008.
[Online](#), Stand: 22.2.2022

Normen und Standards

FIPS PUB 180-4, Secure Hash Standard (SHS). National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, March 2012. [Online](#), Stand 22.2.2022

ISO 12639:2004, Graphic technology – Prepress digital data exchange – Tag image file format for image technology (TIFF/IT). International Organization for Standardization, Geneva 2004. [Online](#), Stand: 22.2.2022

ISO 14721:2012, Space data and information transfer systems – Open archival information system (OAIS) – Reference model. [Online](#), Stand: 22.2.2022

ISO 18901:2010 Bildmaterialien – Behandelte Schwarz-Weiss-Filme des Typs Gelatine-Silberbild – Spezifikationen zur Stabilität (EN: Imaging materials — Processed silver-gelatin type black-and-white films — Specifications for stability), [Online](#), Stand: 22.2.2022

ISO 18911:2010 Bildmaterialien – Behandelte Sicherheits-Fotofilme – Techniken zur Archivierung (EN: Imaging materials — Processed safety photographic films — Storage practices), [Online](#), Stand 22.2.2022

ISO 18943:2014, Imaging materials – Magnetic hard drives used for image storage – Care and handling. International Organization for Standardization, Geneva 2014.

ISO/IEC 14496-14:2003, Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 14: MP4 file format. International Organization for Standardization, Geneva 2003.

ISO/IEC 14496-15:2010, Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 15: Advanced Video Coding (AVC) file format. International Organization for Standardization, Geneva 2010.

ISO/IEC 15444-1:2004, Information technology – JPEG 2000 image coding system: Core coding system. International Organization for Standardization, Geneva 2004.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 1:2006, Profiles for digital cinema applications. International Organization for Standardization, Geneva 2006.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 2:2009, Extended profiles for cinema and video production and archival applications. International Organization for Standardization, Geneva 2009.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 3:2010, Profiles for broadcast applications. International Organization for Standardization, Geneva 2010.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 4:2013, Guidelines for digital cinema applications. International Organization for Standardization, Geneva 2013.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 5:2013, Enhancements for digital cinema and archive profiles (additional frame rates). International Organization for Standardization, Geneva 2013.

ISO/IEC 15444-1:2004/Amd 6:2013, Updated ICC profile support, bit depth and resolution clarifications. International Organization for Standardization, Geneva 2013.

ISO/IEC 15444-3:2007, Information technology – JPEG 2000 image coding system: Motion JPEG 2000. International Organization for Standardization, Geneva 2007.

ISO/IEC 23008-2:2013, Information technology – High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments – Part 2: High efficiency video coding. International Organization for Standardization, Geneva 2013.

Linear Tape File System (LTFS) Format Specification. Version 2.0.1, 2011, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Pirazzi, Chris, Cherna, Tim und Hoddie, Peter, Technical Note TN2162, Uncompressed Y'CBCR Video in QuickTime Files, in: Mac Developer Library, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Digital Cinema Initiatives, DCI System Requirements and Specifications for Digital Cinema, DCI Specification, Version 1.2 with Errata as of 30 August 2012 Incorporated, o. O., 2012, [Online](#), Stand: 22.2.2022

PREMIS Editorial Committee, PREMIS Data Dictionary for Preservation Metadata Version 2.2, o. O., 2012, [Online](#), Stand: 22.2.2022

Recommendation ITU-R BT.601-7 (03/11), Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide screen 16:9 aspect ratios. ITU, Geneva 2011.

Recommendation ITU-R BT.709-5, Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange. ITU, Geneva 2002.

RFC 1321, The MD5 Message-Digest Algorithm, Internet Engineering TaskForce (IETF).

SMPTE 268M-2003, SMPTE Standard for File Format for Digital Moving-Picture Exchange (DPX). Version 2.0. Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE).

Letzte Anpassung: Februar 2022