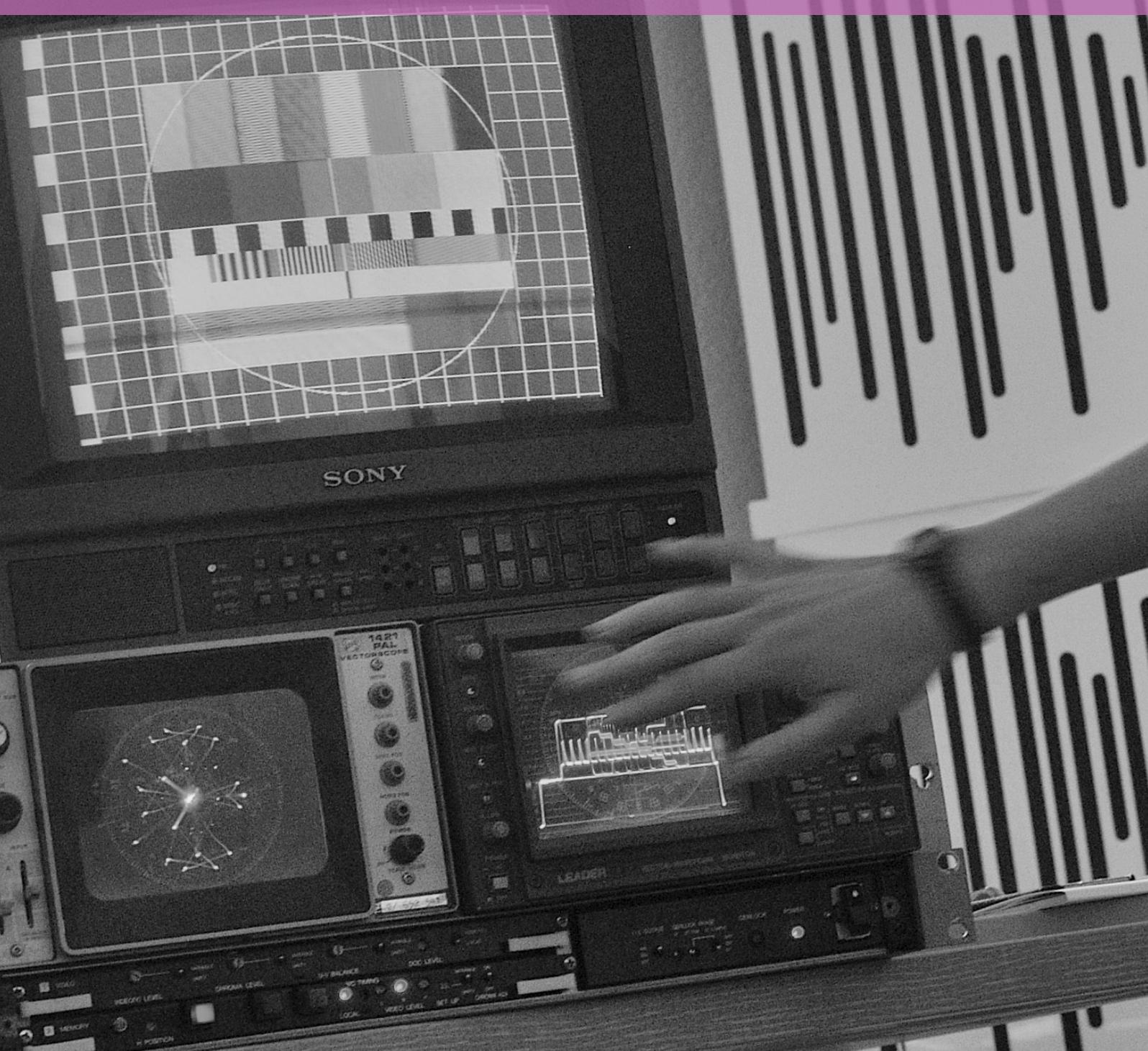


MEM[]RIAV EMPFEHLUNGEN



VIDEO

Die Erhaltung von Videodokumenten



Impressum

Memoriav Empfehlungen Video. Die Erhaltung von Videodokumenten

Version März 2022 (online und pdf) Die meisten Inhalte stammen aus folgenden Publikationen:

- Memoriav Empfehlungen Video. Die Erhaltung von Videodokumenten, Bern 2006
- 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

1.4 Einführung Video

2.4 Videosammlungen

3.4 Videotechnik. Geschichte, Begriffe, Formate

3.4.2 Übersicht über Videoformate

5.4 Übernahme von Videos

6 Bewertung, Auswahl und Priorisierung

6.4 Bewertung von Videos

7.4 Konservierung von Videos

9 Reproduktion / Digitalisierung von audiovisuellen Dokumenten

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

Videospezifische Inhalte:

AMIA Factsheets, Kurt Deggeller, Johannes Gfeller, Claude von Bueren, Jürg Hut, David Pfluger, Agathe Jarczyk, Reto Kromer

Medienübergreifende Inhalte:

Agathe Jarczyk, Reto Kromer, David Pfluger, Yves Niederhäuser

Redaktion Memoriav:

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: Rudolf Müller, Memoriav

Herausgeber

Memoriav

Bümplizstrasse 192



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 Video	5
2	Audiovisuelle Sammlungen	8
2.1	Videosammlungen	8
3	AV-Medien: Technik, Verfahren, Formate	10
3.1	Videotechnik: Geschichte, Begriffe, Formate	10
3.1.1	Video: Definitionen, Begriffe	14
3.1.2	Übersicht über Videoformate	33
4	Planung von audiovisuellen Erhaltungsprojekten	47
5	Übernahme von audiovisuellen Dokumenten	48
5.1	Übernahme und Inspektion von Videobändern	48
6	Bewertung, Auswahl und Priorisierung von audiovisuellen Dokumenten	51
6.1	Bewertung von Videos	57
7	Konservierung von audiovisuellen Dokumenten	59
7.1	Konservierung von Videos	59
8	Restaurierung von audiovisuellen Dokumenten	66
9	Reproduktion / Digitalisierung von audiovisuellen Dokumenten	67
9.1	Digitalisierung von Videos	87
10	Digitale Archivierung von audiovisuellen Dokumenten	100
10.1	Digitale Archivierung von bewegten Bildern	108
11	Metadaten für die Erschliessung, Katalogisierung, Inventarisierung von audiovisuellen Dokumenten	129
12	Audiovisuelles Kulturgut: Zugang und Vermittlung	134
13	Rechte allgemein	135
14	Notfallplanung	136
14.1	Notfallplanung für Magnetbänder	137
	Bibliografie	139

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 Video

Als Video wird ein analoges oder digitales Signal mit audiovisuellem Inhalt bezeichnet, das von einem Abspielgerät bzw. einer Software interpretiert werden muss, um wiedergegeben werden zu können. In seinen Ursprüngen ist Video eng mit der Geschichte der Fernsehtechnik und der Magnetaufzeichnung verbunden. Seine typischen Eigenschaften sind die Aufzeichnung im Zeilensprungverfahren mit Halbbildern sowie die Möglichkeit der unmittelbaren Wiedergabe ohne Entwicklungsprozess.

Vor der Speicherung als trägerunabhängige Dateien wurde Video mittels einer Vielzahl unterschiedlicher Gerätekonstruktionen und -größen aufgezeichnet, die mit Ausnahme der frühen Querspuraufzeichnung auf 2" Magnetbändern alle das sog. Schrägspurverfahren anwenden, wobei sich die Spurlagen bei den Bandbreiten von ¼" bis 1" unterscheiden. Weit über 50 Videoformate mit fast ebenso vielen Konfektionierungen der Bänder als Offenspulen, Cartridges oder Kassetten sind so entstanden, die nur auf das entsprechende Aufnahme- bzw. Abspielgerät passten. Mit der technischen Weiterentwicklung haben sich sowohl das elektronische Format (z. B. Vollbild / Progressive Scan statt Halbbilder), das Seitenverhältnis (16:9 statt 4:3) als auch die Träger gewandelt (z. B. optische Datenträger); der grösste Wandel betrifft die Unabhängigkeit einer Videodatei von einem bestimmten Träger.

Nachdem Video in der ersten Phase seiner Entwicklung gleichbedeutend mit Fernsehen war, in der zweiten das Medium in Abgrenzung zu und Befreiung von demselben sowie gleichzeitig als minderwertiges Medium für (Kino-)Film betrachtet wurde, hat Video in seiner dritten Phase TV und Film eingenommen und repräsentiert das bewegte Bild schlechthin. In der heutigen vierten Phase ist Video omnipräsent, sowohl was die Produktion, den Vertrieb wie auch die Rezeption betrifft. In sämtlichen Phasen hat sich Video Eigenschaften angeeignet, welche für die Archivierung relevant sind und die mit der Digitalisierung des gesamten Lebenszyklus weiter akzentuiert wurden (Newman, 2014).

Die Bedeutung von «Video als TV» lag v. a. in seiner Funktion der Direktübertragung von Ereignissen für ein weit auseinanderliegendes, in verschiedenen Zeitzonen ansässiges Publikum, also der Überwindung von Zeit und Raum. Diente das Broadcast Video (2-Zoll-MAZ) zunächst dazu, die Illusion der Direktübertragung zur gleichen lokalen Hauptsendezeit zu unterstützen, wurde umgekehrt Consumer Video bald schon genutzt, um sich individuell vom TV-Programm zeitlich loszukoppeln, indem Sendungen auf Video(-kassetten) aufgenommen wurden. Diese befreiende Funktion als Aufnahme- statt Übertragungsmedium bereitete den Weg für die breitere Nutzung von Video in Werbung, Schulung, Unterricht, Medizin, Forschung etc. Aus all diesen Genres finden sich heute Videos in den Beständen und Sammlungen von Gedächtnisinstitutionen.

Seit Ende der 1960er Jahre fand ausgehend von ersten portablen Videodispositiven («Portapak») über Camcorder (ab 1980er Jahre) bis hin zum heutigen Smartphone mit Videokamera eine Massenverbreitung statt. Die «Demokratisierung» von Video betraf zunächst die Produktion, seit den 1980er Jahre aber auch die massenmediale Verbreitung, zunächst wieder via TV, seit ca. 10 Jahren via Webplattformen wie Youtube. Letztere haben durch die Verschmelzung von Produktion, massenmedialer Verbreitung und Rezeption wie alle früheren technischen Erneuerungen ganz neue Verwendungsweisen hervorgerufen.

Die Massenverbreitung von Video verstärkte eine für die Archivierung relevante Eigenschaft von Video, welche diesem seit jeher zugeschrieben wird: die authentische, quasi unverfälschte Wiedergabe der Realität. Die typische Bildqualität von Amateurvideoaufnahmen wurde dabei zur ästhetischen Chiffre für Realismus und Evidenz. Die Kombination von Massenverbreitung und Authentizität entwickelte zudem einen erheblichen politischen, medialen und gesellschaftlichen Einfluss: Massenmedial verbreitete Aufnahmen von Augenzeugen können je nach Inhalt (z. B. Polizeigewalt) heftige Reaktionen auslösen, Bürgerrechtsbewegungen setzen Video ebenso wie Behörden zur Dokumentation und Propaganda ein, Terrororganisationen verwenden Video für die Verbreitung von Schrecken oder Tribunale als Beweismittel. Ermöglichend und prägend zugleich war die Einführung von mit Kameras ausgerüsteten Mobiltelefonen sowie andere miniaturisierte Kameras. Mit zunehmender Vereinfachung von Produktion und Verbreitung bei gleichzeitig steigender Komplexität der Produkte wird die Überlieferung des Entstehungs- und Überlieferungskontexts als zentrale archivische Kriterien für Authentizität und Evidenz(wert) immer schwieriger. Neuere technische Mittel wie Virtual bzw. Augmented Reality, Bildbearbeitung sowie weitere Bearbeitungsmöglichkeiten mittels künstlicher Intelligenz lassen für die Zukunft weitere sehr interessante archivische Herausforderungen erwarten.

Gedächtnisinstitutionen sind heute eingebettet in zwei höchst dynamische und globale Trends: die Omnipräsenz von Video (im Web) sowie die Digitalisierung und Aufbereitung von digital(isiert)em Kulturgut für die Online Nutzung. Dies hat fachliche, kulturelle, wirtschaftliche und politische Konsequenzen, die auch grossen Einfluss auf verschiedene Funktionen und Kernkompetenzen von Gedächtnisinstitutionen haben. So stellen sich Erhaltungsfragen neu und akuter, die Workflows aus der Zeit des analogen bzw. physischen Videos müssen von der Akquisition über die Erschliessung, Bewertung und (Speicher-)Infrastrukturen bis zur Benutzung an diese neuen Voraussetzungen angepasst werden. Gedächtnisinstitutionen kommen nicht umhin, angesichts dieser neuen Möglichkeiten und Herausforderungen eine aktuelle Strategie zu entwickeln und herkömmliche Methoden zu ergänzen.

Bibliografie

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

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 Videosammlungen

Spezialfall: Kunstvideosammlungen

Im Bereich der bildenden Kunst haben wir vergleichsweise kleine Bestände, die aber sehr heterogen zusammengesetzt sind. In 60 Schweizer Sammlungen sind insgesamt rund 9000 Titel verzeichnet. Ein pauschaler Transferauftrag oder gar ein Massentransfer, wie er für bestimmte Archivbestände unumgänglich ist, wird ihrem Charakter keinesfalls gerecht. Wir haben es in jedem einzelnen Fall mit einem Werk zu tun, dessen Integrität, aber auch dessen Erscheinungsform zu schützen ist, auch wenn diese nicht explizit festgehalten wurde, weil sich zur Zeit der Entstehung die Frage noch nicht gestellt hat.

Der Transfer einer Kunstvideosammlung ist juristisch und kuratorisch zu begleiten: Wir haben zum einen die alten Kaufverträge, welche manchmal die Klausel «life of the tape» beinhalten und welche jegliche Kopie untersagten, und wir haben zum anderen das teilweise Nebeneinander von Archivkopie und oftmals später angefertigter Ausstellungskopie, deren aktuelle Abspielqualität gegeneinander abzuwägen ist. Wir haben im Weiteren Werke internationaler Geltung und Provenienz, welche in zahlreichen ausländischen Sammlungen auch vorhanden sind, neben schweizerischen Werken, deren Verbreitung oft nicht über die Landesgrenzen reicht.

Kunstvideobänder sind hinsichtlich ihres Status der Vervielfältigung der ebenfalls in mehreren bis vielen Exemplaren gesammelten und ausgestellten Druckgrafik in- oder ausländischer Provenienz entfernt vergleichbar – bei aller technischen Differenz. Nicht selten existieren aber von einem Band nur noch ein oder zwei Kopien, die zudem restaurierungsbedürftig sind.

Aus dieser Sachlage und dem Grundsatz «preservation and access» ist eine Erhaltungs-

pflicht in unserem Land auch für Bänder internationaler Herkunft abzuleiten. Ihre Wiederbeschaffbarkeit auf dem Kunstmarkt ist mit dem bereits erfolgenden Generationenwechsel der Kunstschaffenden und des ihnen verbundenen Kunsthandels keinesfalls auf längere Zeit garantiert. Hat bisher die Klausel «life of the tape» den Handlungsspielraum begrenzt, so wird nun innerhalb des nächsten Jahrzehnts der Faktor «life of the artist» diese Perspektive radikal umzudrehen beginnen. Es gibt keinen verbindlichen Usus, wer für die Erhaltung der Master zuständig ist, ob Künstler, Galerie oder Museum.

Technischrestauratorische, kuratorische und kunstwissenschaftliche Standards, welche die dringend zu beantwortenden Fragen der Formatwahl (verlustbehaftete Kompression!), der allenfalls notwendigen Bearbeitung und der diese Massnahmen begleitenden Dokumentationen verbindlich festlegen, sind auch im internationalen Rahmen kaum gesetzt. Nicht zuletzt aus diesem Grund sind vorerst grundsätzlich alle Bänder weiterhin archivgerecht zu lagern, auch wenn sie vermeintlich erfolgreich übertragen wurden. Weil das restauratorische Knowhow, aber auch die Videoformate (HDTV!) noch in Entwicklung begriffen sind, muss die Rückkehr zu den ältesten Quellen weiterhin möglich bleiben.

Letzte Anpassung: Februar 2022

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 Videotechnik: Geschichte, Begriffe, Formate

Video ist inzwischen etwas über 60 Jahre alt. Nur wenige Jahre vor dessen Entstehung 1956 ist in den meisten europäischen Ländern das Fernsehen (wieder-) eingeführt worden, auf dessen Technologie Video aufbaut. Die regulären oder Versuchsbetriebe der 1930er Jahre waren fast alle kriegsbedingt eingestellt worden. In den ersten 10 Jahren seines Bestehens ist Video nur wenigen Spezialisten, Ingenieuren und Rundfunktechnikern bekannt. Ab der zweiten Hälfte der 1960er Jahre findet es neben den Fernsehanstalten vor allem in der Industrie, bei Polizei und Militär, dem (höheren) Bildungs-, Forschungs- und Gesundheitswesen sowie als Medium der Gegenöffentlichkeit in der Videobewegung seine Anwendung. Als damals jüngste Kunstform hat sich zudem in dieser Zeit die Videokunst zu etablieren begonnen.

30 Jahre nach dem Beginn sind die letzten, bis Mitte der 1970er Jahre stets weiterentwickelten Dinosaurier der ersten Stunde – im Querspurverfahren bespielte 2 Zoll Bänder auf Offenspulen – noch in Betrieb. Gleichzeitig beginnen Betacam-Kassetten bereits das zweite und dritte Quasi-Standardformat in der Fernsehproduktion abzulösen, nämlich die 1 Zoll C Offenspulen (in Deutschland 1 Zoll B) und das Kassettenformat U-matic. Betacam SP, 1986 eingeführt und ab den 1990er Jahren Produktionsstandard im TV, wird dann bereits das letzte analoge Format sein, das den qualitativen Ansprüchen der Fernsehproduktion genügt.

In den ersten 30 Jahren Video wurden mit den Fernsehnormen und dem damit definierten Videosignal technische Grundlagen mit erstaunlicher Kontinuität bis heute entwickelt. Älteste Kameras und Videorecorder können daher mittels passendem Kabel noch an neueste Monitore angeschlossen werden, und das Bild ist unverzerrt sichtbar. Umgekehrt können neueste Kameras oder Abspielgeräte an älteste Monitore und Fernseher angeschlossen werden, um aktuelle Videoaufnahmen abzuspielen. Dieser Kontinuität in

der Zeit steht technikgeografisch die Aufteilung in die zwei vorherrschenden Fernsehnormen EIA und CCIR gegenüber. Diese Normen wurden mit Einführung der Farbe seit den 1950er Jahren in den USA und Japan zu NTSC und im Rest der Welt um 1967 in PAL und SECAM weiterentwickelt. Die genannte Kontinuität wird erst heute durch HD-TV und digitale Kabelverbindungen unterbrochen.

Neben der besagten Kontinuität und dem technischen Meisterstück, mittels dem die Farbinformation dem bestehenden Schwarzweissignal beigemischt wurde, sind die ersten 30 Jahre auch geprägt von unerbittlichen Formatkriegen um Marktanteile zwischen einzelnen Herstellern und auch ganzen Konsortien. Um die 50 analoge Videoformate sind bis 1989 auf den Markt gekommen, dazu kommen mehrere Dutzend Prototypen. Nach den 2 Zoll Formaten und mehreren untereinander inkompatiblen 1 Zoll Formaten für professionellen Gebrauch kamen ab 1965 die ersten für weniger begüterte Institutionen und Private erschwinglichen Geräte für ½ Zoll breite Bänder auf Offenspulen auf den Verbrauchermarkt. Um auf letzterem das Medium Video durchzusetzen sah sich die Industrie gezwungen, sich auf verbindliche Normen zu einigen. Mit dem 1969 eingeführten, herstellerunabhängigen EIAJ-1 Standard war erstmals die Kompatibilität von Bändern gegeben, die mit Geräten unterschiedlicher Hersteller aufgenommen waren. Die Bänder dieser Norm sowie ihrer Vorläufer sind – funktionierende Maschinen und geeignete Aufbewahrungsbedingungen vorausgesetzt – nach entsprechender Behandlung meistens noch abspielbar, teilweise ohne jegliche Verluste.

Anfang der 1970er Jahre wird ein weiteres Hindernis für die Verbreitung von Video aus dem Weg geräumt: Kassetten treten nun neben die offenen Spulen und lösen sie im Lauf des Jahrzehnts ab, was die Handhabung vereinfacht und die Störanfälligkeit vermindert. Wiederum entsteht eine Vielfalt von Kassettenformaten, die alle um Marktanteile buhlen, jedoch oft nach kurzer Zeit wieder verschwinden. Vergleichsweise dauerhaft etablierte sich das 1971 eingeführte Format U-matic. Es war bis Ende des Jahrhunderts in Gebrauch und füllte die ersten grossen Videoarchive auch ausserhalb der Fernsehanstalten. In Deutschland finden die ebenfalls 1971 bzw. 1977 eingeführten ersten zwei Generationen VCR eine relativ grosse Verbreitung, während ihr Nachfolger Video 2000 bereits keine Chance mehr hat gegen die beiden konkurrierenden Giganten VHS (1976) und Betamax (1978), mit denen Video nun massenhaft in die Haushalte einzieht. Betamax verliert den Formatkrieg und wird durch Video8 ersetzt. Dessen Weiterentwicklung Hi8 sowie auf anderer Seite S-VHS sind bereits die letzten analogen Videoformate im Amateurbereich. Von Betamax wird lediglich das Kassettenformat übernommen für das bereits erwähnte professionelle Betacam.

Ab 1986 erscheinen im höchsten Preissegment der Broadcastklasse ungefähr im Zweijahresrhythmus die digitalen Formate D1 bis D6 und 1993 neben dieser Reihe das erfolg-

reichste von allen: Digital Betacam. Dessen Abspielgeräte bleiben auch nach der Weiterentwicklung über Betacam SX bis zu MPEG IMX rückwärtskompatibel bis zum analogen Betacam – eine ähnlich lange Familiengeschichte wie bei U-matic. Bei beiden ist derselbe Hersteller Marktführer.

Für den Verbrauchermarkt wird 1995 das stark komprimierende Digital Video, kurz DV, eingeführt. Die Fachwelt ist von der Qualität so angetan, dass noch im selben Jahr auch robuste Camcorder und Abspielgeräte für die professionelle Produktion u. a. im Lokalfernsehen entwickelt werden. Diese Derivate heissen DVCPRO25 bzw. DVCAM, weisen grössere Kassetten auf und laufen zugunsten einer störungssichereren Aufnahme mit höherer Bandgeschwindigkeit. Der Codec ist in allen Ausführungen und Preisklassen (mit 25 Mbit Datenrate) identisch, weshalb die verschiedenen Bandformate teilweise kompatibel sind.

All diese digitalen Videoformate zeichnen noch auf Band auf, der Videostream lässt sich ohne Umwandlung verlustlos in nonlineare Schnittsysteme einlesen und als File abspeichern. Damit wird zunächst die Postproduktion bandlos, für die Aufzeichnung und die ausgespielten Master bleiben Magnetbänder als Trägermedium in Gebrauch, weil Festplatten für eine Massen- bzw. Langzeitspeicherung noch zu teuer und zu wenig verlässlich sind. Als praktisches und billiges Medium für den Austausch, und im Heimgebrauch als Nachfolger der VHS-Kassette, setzt sich in den ersten Jahren des Millenniums die selber brennbare DVD (DVD-R) durch. Nachdem zahlreiche frühe Anwender nach wenigen Jahren Datenverluste vermeldeten, gilt die DVD-R nicht als verlässliches Archivmedium.

Die Schrägspuraufzeichnung auf Magnetband, seit Anfang der 1960er Jahre die Leittechnologie für das Festhalten von Videosignalen, bleibt über zwei Jahrzehnte nach Einführung des digitalen Video (1986) noch in Verwendung – der Vorgang der Aufzeichnung verändert sich nur wenig. Ab 2005 ist im Broadcastbereich eine wachsende Akzeptanz für bandlose Camcorder zu verzeichnen. Um 2007 gehen die Absatzzahlen für DV-Bänder deutlich zurück – die Camcorder speichern nun auf DVD-R Laufwerke, kleine Festplatten oder die ersten Flash-Speicherkarten mit genügender Speicherkapazität. Der entscheidende Knick für die Magnetbänder erfolgt mit der Tsunami-Katastrophe 2011 in Japan: Für das führende Broadcastformat sind wegen einer beschädigten Fabrik keine Bänder mehr lieferbar und die Produzenten müssen entweder Archivbänder wiederverwenden oder kurzfristig in bandlose Systeme investieren. Für die langfristige Speicherung in Dateiform bietet sich neu mit LTO-Archivbändern eine Alternative. Diese weisen ab 2011 mit LTO-5 nun ein offenes Fileformat auf und werden dadurch benutzerfreundlicher. Während die Produktion von elektronischen Bewegtbildern somit vollends bandlos geworden ist, führt für ihre langfristige Speicherung dagegen wohl noch für längere Zeit kein Weg am Magnetband vorbei (bloss die technisch aufwändige Schrägspur gehört

der Vergangenheit an). Während mindestens die langfristige Speicherung nicht mehr an einen bestimmten, oft noch proprietären Träger gebunden ist, so ist im Bereich der Codecs die Evolution in vollem Gange: Einer schier unübersichtlichen Anzahl vergangener und kaum mehr gebräuchlicher Codecs steht eine nicht minder vielfältige Palette von proprietären bis offenen aktuellen Codecs für Archivierung, Aufführung und Streaming in allen möglichen Qualitäts- und Kompressionsstufen gegenüber.

Nach dem Verlassen der analogen Galaxie finden die wichtigsten technischen Entwicklungen bei der Dimension der Bilder statt: Mit HDV, DVCPRO100, AVCHD bzw. XDCAM HD und weiteren setzt sich seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre High Definition immer mehr durch und mit ihm das Seitenverhältnis 16:9. Beim Verbraucher folgen bald UHD (im Vergleich zu HD doppelte Pixelanzahl in Breite und Höhe, auch 16:9) und im digitalen Kino 4k, verbunden mit einem Seitenverhältnis nahe 2:1. Damit wird der Faden zur Vergangenheit endgültig gekappt: Nach den Speicherformaten sind nun auch die Bildformate mit ihren analogen Vorgängern inkompatibel geworden und können nur noch durch Skalieren und konvertieren mit Geräten der Analogzeit ausgetauscht werden, wogegen die erste Generation digitaler Videoformate in SD und 4:3 in der Regel noch in beiden Richtungen anschliessbar blieb, wenn sie analoge Anschlüsse anbot, was fast immer der Fall war.

Eine Anmerkung bleibt noch zu machen: Wenn auch ein grosses Ziel nun grundsätzlich erreicht ist, nämlich die Abspeicherung der Inhalte in Files von der Aufnahme bis zur Archivierung, so ist bei manchen kommerziellen Lösungen die Wahl des dafür benötigten Trägers bei der Aufnahme keineswegs frei, sondern oft weiterhin proprietär. Und: die bisher formatbedingt physische Bindung an einen Hersteller könnte in Zukunft sehr leicht durch einen digitalen Schlüssel ersetzt werden.

Spezialfall: Analoge Videobildplatten

Nach Vorläuferformaten wie der mechanisch abzutastenden TED (Television Disc) fand die Laserdisc (auch DiscoVision, Video Long-Play Disc oder LaserVision) ab Ende der 1970er Jahren als erstes optisches Speichermedium für Video v. a. in den USA Verbreitung auf dem Consumer-Markt (in Europa dagegen kaum). Etwa ab den 1990er Jahren waren auch Aufnahmegeräte erhältlich.

Aufgrund der berührungsfreien Abtastung wurde die Laserdisc während einer kurzen Zeit auch für Archiv- bzw. Kopien für den Kulturgüterschutz, für hochwertige Ausstellungskopien von Videokunst sowie als interaktives Abspielmedium in Ausstellungen eingesetzt, weshalb das Format in Gedächtnisinstitutionen vorkommen kann. Weil sie in Europa aber ansonsten kaum verbreitet war und inzwischen obsolet wurde, ist es heute sehr schwierig, kompatible Abspielgeräte und kompetente Fachleute zu finden.

Die Laserdisc ist ein analoges Speichermedium für Video und Ton (letzterer kann auch digital gespeichert sein), welches in zwei genormten Durchmessern von 20 bzw. 30 cm vorkommt und je nach Beispielweise ca. 30–60 Min. Videoaufnahmen speichern kann. Ihr Trägermaterial ist transparenter Kunststoff, der auch die Information enthält. Eine aufgedampfte dünne Metallschicht erlaubt das Auslesen. Laserdiscs bestehen aus zwei aufeinandergeklebten Platten, weshalb sie beidseitig abspielbar sind. Die Informationsschichten liegen inwendig und sind so vor äusseren Einflüssen geschützt. Kratzer und Brüche können sich dennoch negativ auf das Abspielen auswirken und sollten durch sorgfältigen Umgang vermieden werden. Typische Schadensphänomene sind Kratzer durch sog. Headcrashes (schlecht justierter oder defekter Lesekopf, der beim Abspielen die Platte berührt) oder austretende Klebstoffbestandteile (aufgrund von Erwärmung und konstanter Rotation beim Dauereinsatz). Laserdiscs sollten in ihren Papierhüllen senkrecht, nach Größen sortiert und nicht zu stark aneinandergedrückt, kühl und trocken gelagert werden.

In Ausnahmefällen haben KünstlerInnen Kleinst-Editionen ihrer Werke auf gläserne Laserdiscs erstellen lassen. Diese sind nur einseitig bespielt und sehr bruch- und korrosionsempfindlich.

Letzte Anpassung: Februar 2022

3.1.1 Video: Definitionen, Begriffe

Gewisse Begriffe wie z. B. «Format» werden in der audiovisuellen Welt häufig unscharf verwendet; die nach wie vor relevante Unterscheidung von Film und Video verwischt sprachlich oft, vielleicht weil man sich umgangssprachlich nur auf den Inhalt und das Genre bezieht, wogegen bei Erhaltungsfragen die (technische) Form essenziell ist. Um die hier behandelten komplexen technischen Gegebenheiten und Herausforderungen der digitalen Erhaltung klar zu beschreiben, muss die dafür verwendete Sprache sehr präzise sein. Im Folgenden werden einige der wichtigsten Begriffe erläutert.

Videokassette

Eine Videokassette ist ein Magnetband in einer Kunststoffkassette mit einer Aufwickel- und einer Abwickelspule, die das Abspielen in einem spezifischen Abspielgerät ermöglicht. Das Band kann entsprechend den Formatspezifikationen unterschiedliche Länge, Breite und Dicke haben sowie unterschiedliche magnetische Eigenschaften (sog. Koerzitivkraft). Das Band ist auf das Videosignal eines bestimmten Videoformats ausgerichtet. Videoplayer/-recorder Ursprünglich Abspiel- bzw. Aufnahmegerät, heute auch Computer-Programm (z. B. ein sog. Software-Player), das ein digitales Videosignal aufzeichnen oder aus einer Datei auf dem Computermonitor bzw. einem Projektor wie-

dergegeben werden kann. Ein analoges Signal muss zuerst mit einem geeigneten A/D-Wandler konvertiert bzw. digitalisiert werden, damit es von einem geeigneten Programm verarbeitet werden kann.

Videoplayer/-recorder

Ursprünglich Abspiel- bzw. Aufnahmegerät, heute auch Computer-Programm (z. B. ein sog. Software-Player), das ein digitales Videosignal aufzeichnen oder aus einer Datei auf dem Computermonitor bzw. einem Projektor wiedergegeben werden kann. Ein analoges Signal muss zuerst mit einem geeigneten A/D-Wandler konvertiert bzw. digitalisiert werden, damit es von einem geeigneten Programm verarbeitet werden kann.

Analoge und digitale Aufzeichnung

Bei der analogen Aufzeichnung von Videobildern wird das Bildsignal in Zeilen aufgeteilt und Zeile um Zeile z. B. auf ein Magnetband geschrieben. Beim Abspielen wird das Bildsignal entsprechend zeilenweise wiedergegeben. Um Bildflimmern zu vermeiden, werden zudem zwei Halbbilder aufgezeichnet, welche nacheinander übertragen bzw. ausgelesen werden und jeweils nur jede zweite Bildzeile enthalten. Die Unterschiede in der Bildinformation werden in diesem Fall als Unterschied in der Intensität der Magnetisierung aufgezeichnet.

Bandbreite/Datenrate des Videobildsignals

Die Bandbreite eines analogen Bildsignals definiert die Informationsdichte eines analogen Videobildes und somit dessen optische Qualität. Sie ist abhängig von Faktoren wie dem Seitenverhältnis, der Bildwiederholrate und der Zeilenzahl des Bildes, alles Qualitätsfaktoren des bewegten Bildes. Die Bandbreite wird in Hertz angegeben. Der europäische Fernsehstandard PAL definiert ein Bild im 4:3-Seitenverhältnis mit 576 sichtbaren Zeilen und einer Wiederholrate von 25 Bildern pro Sekunde. Dafür wird eine Bandbreite von ca. 5 MHz benötigt. Beim digitalen Video werden alle erwähnten Bildeigenschaften in Serien von binären Zahlen umgesetzt («Nullen und Einsen»). Die Entsprechung der Bandbreite eines analogen Bildes beim digitalen Video ist der Durchsatz an Bits pro Sekunde, die Datenrate. Umgangssprachlich ist weiterhin von Bandbreite die Rede, obwohl die Masseinheit komplett unterschiedlich ist.

Analoge Kompression und Farbunterabtastung 4:2:2

Die Erklärung der analogen Kompression erfordert einen kleinen historischen Rückblick. Am Anfang der kommerziellen analogen Wiedergabe von Videobildern in Europa steht der CCIR-Standard. Er definiert ein monochromes Videobild mit dem Seitenverhältnis

von 4:3, das aus 576 sichtbaren Zeilen aufgebaut und mit einer Wiederholrate von 25 Bildern pro Sekunde wiedergegeben wird. Schwarzweissfernsehgeräte wurden in Europa diesem Standard entsprechend produziert. Bei der Einführung des Farbfernsehens stellte sich das Problem, dass für die Darstellung eines Farbbildes drei Kanäle für Rot, Grün und Blau (R, G, B) notwendig wurden. Das Farbbild benötigt die dreifache Bandbreite des Schwarzweissbildes. Der Standard, der auf drei Farbkanälen mit 576 Zeilen und einer Wiederholrate von 25 Bildern pro Sekunde aufbaut, heisst PAL. Entsprechend kann auf alten Schwarzweissgeräten maximal ein Kanal abgebildet werden. Dies würde nicht einem Schwarzweissbild mit einer korrekten Verteilung der Grautöne entsprechen, da nur maximal ein Farbauszug zu sehen wäre. Mittels eines technischen Tricks konnte dieses Problem jedoch gelöst werden. Aus den drei Kanälen R, G und B wurden drei neue Kanäle berechnet: Ein Kanal enthält das Schwarzweissbild, was der Information über die Helligkeit der einzelnen Bildpunkte entspricht (Luma). Die anderen beiden Kanäle enthalten sogenannte Differenzsignale, welche die Farbinformationen darstellen:

R, G, B Y, PB, PR

R = Roter Kanal

G = Grüner Kanal

B = Blauer Kanal

Y = Luma (Helligkeitsinformation) = Schwarzweissbild

PB = Blaues Differenzsignal (B - Y)

PR = Rotes Differenzsignal (R - Y)

Y, PB und PR enthalten genauso wie R, G und B die volle Bildinformation. Aus den Informationen, die Y, PB und PR enthalten, kann man den roten, den grünen und den blauen Kanal zurückgewinnen. Man nennt R, G, B sowie Y, PB, PR Komponentensignale (engl. «component»). Schwarzweissfernsehgeräte stellen nur den Y-Kanal dar, die Farbinformation wird ignoriert. Abb. 1 zeigt, wie die Teilung der Farbinformation in drei monochrome Farbkanäle funktioniert:

RGB und Y'CBCR sind zwei verschiedene Arten der Aufteilung der Farbinformation eines Bildes in drei Kanäle. Der kombinierte Informationsgehalt der drei Kanäle ist in beiden Fällen derselbe (das Ausgangsbild oben). Es gibt verschiedene Y'CBCR Standards. Hier dargestellt ist die SDTV Variante.

Die Darstellung der Farbkanäle in Farbe ist eine Verständnishilfe. Alle Kanäle bestehen tatsächlich aus einem monochromen Signal, das als Schwarzweissbild dargestellt wer-

den könnte und dabei nicht weniger Bildinformation enthalten würde. Die CB und CR Komponenten des Y'CBCR Signals sind Transportsignale mit der Farbinformation des Bildes, sie werden in Realität nie dargestellt. Aus ihnen werden die RGB Komponenten generiert, die dann dargestellt werden. Der Lumakanal Y' entspricht dem Bild, das auf einem Schwarzweissfernseher zu sehen ist, wenn er das Y'CBCR -Farbbild empfängt.

Die RGB Farbbalken auf der rechten Seite des Ausgangsbildes haben im 8 bit RGB Farbraum die Werte 255, 0, 0 für Rot, 0, 255, 0 für Grün und 0, 0, 255 für Blau. In der Darstellung des Lumakanals Y' sind die Helligkeitsgrauwerte der drei Grundfarben nicht identisch, d. h. die Grundfarben Rot, Grün und Blau werden in der Konversion RGB zu Y'CBCR unterschiedlich gewichtet. Diese Gewichtung ist das Resultat von technischen Faktoren aus der Zeit der Entwicklung des Farbfernsehens. Bei der Transformation wurde darauf Rücksicht genommen, wie die menschliche Wahrnehmung in Bezug auf Farbhelligkeit funktioniert.

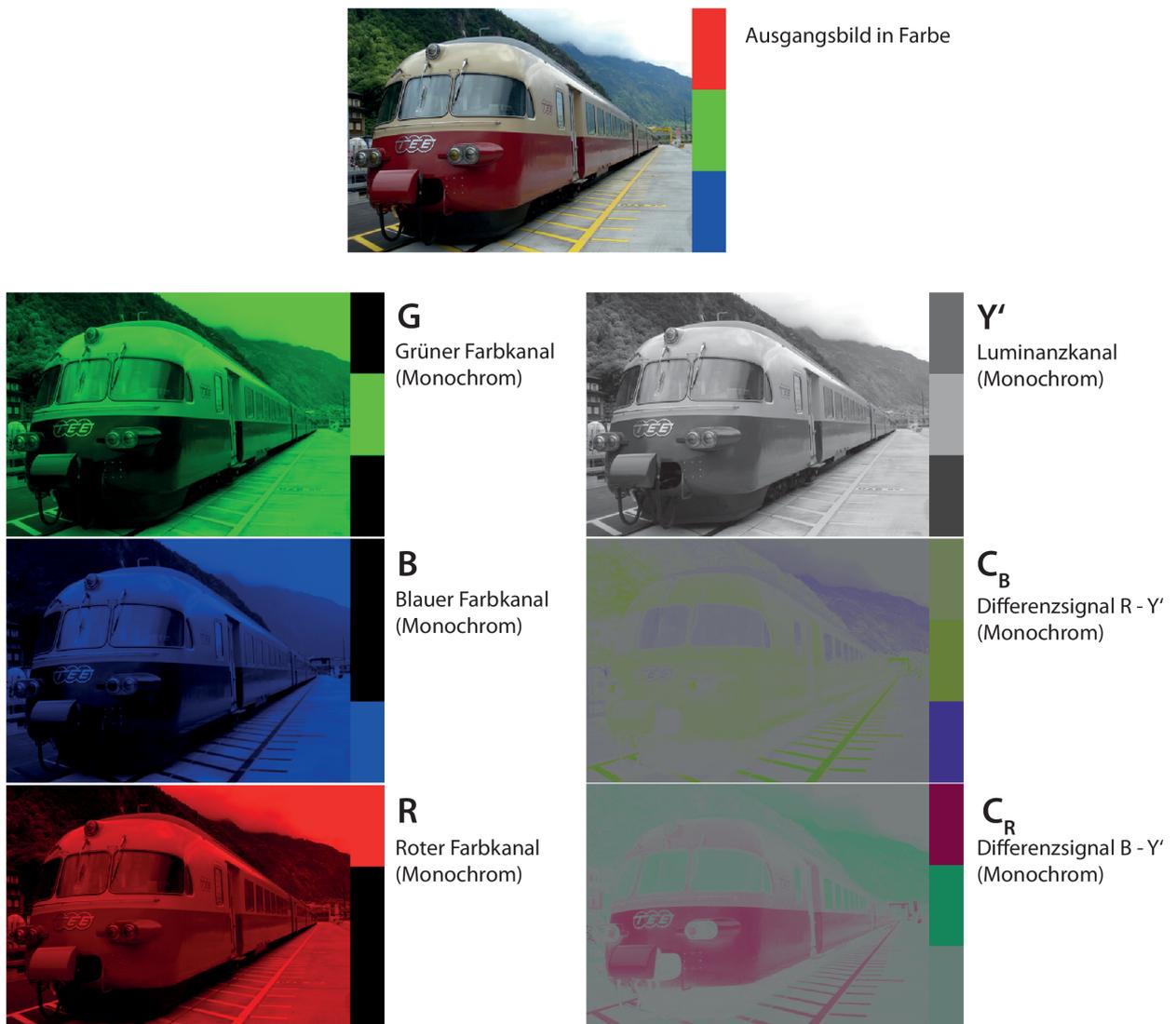
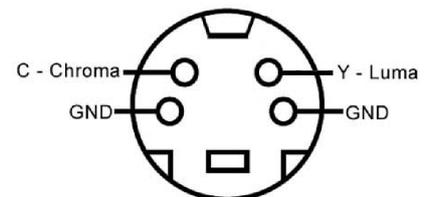


Abb. 1: Farbkanäle. Grafik: D. Pfluger

Dieser technische Trick ermöglichte die gleichzeitige Verwendung von Schwarzweiss- und Farbfernsehgeräten, aber es ergibt sich daraus keine Verkleinerung der benötigten Bandbreite des Komponentensignals im Vergleich zum schwarzweissen Signal. Durch Reduktion der Bandbreite jedes der drei Kanäle kann ein Komponentensignal auf einen einzigen Kanal reduziert werden. Dies entspricht einer analogen Kompression und das resultierende Signal wird «composite» genannt. Die Reduktion der Bandbreite bedeutet immer einen Verlust an Information. Abb. 2 erklärt die Anschlüsse für die analogen Videosignale Component (Y, PB, PR), S-Video (Y/C) und Composite («Video»). Die Abbildung zeigt die typischen Erscheinungsformen von Component-, S-Video- und Composite-Anschlüssen an Geräten. Entsprechend gibt es analoge Videoformate, bei denen das Signal entweder als Component-, S-Video- oder als Composite-Signal auf Magnetband abgelegt ist.



Belegung der Pins bei der S-Video Buchse:



Gerät mit den drei verschiedenen analogen Videoanschlüssen: Component (Y, Pb, Pr), S-Video und Composite ("Video").

Der Komponentenanschluss (rot, grün und blau gefärbt) besteht aus drei Chinchanschlüssen mit je einem Kanal: Y, Pb und Pr und deren Erdungen (Mantel).

Der S-Videoanschluss hat vier Pins, einen für das Luma Signal Y plus dessen Erdung sowie den gemeinsamen „Chroma“-Pin C für das kombinierte Pb, Pr-Signal plus dessen Erdung.

Der Compositeanschluss besteht aus einem einzigen Chinchanschluss (gelb).

Abb. 2 Anschlüsse für die analogen Videosignale Component (Y, PB, PR), S-Video (Y/C) und Composite («Video»). Bild: D. Pfluger

Je nach Anwendung ist eine Reduktion der Bandbreite nötig, bei anderen Anwendungen ist die Erhaltung der vollen Bildinformation wichtiger. Darum wurden unterschiedliche Standards entwickelt, welche die Bandbreite des Signals als Ganzes verschieden stark reduzieren, nämlich von drei (component) auf zwei Kanäle (S-Video) oder auf einen einzigen Kanal (composite). Wiederum wurden technische Tricks angewendet, um auch bei Datenreduktion den Schärfeeindruck des Bildes möglichst gut zu erhalten. Ausgehend

vom «Y, PB, PR»-Signal werden die beiden Farbkomponenten PB und PR auf einen gemeinsamen Kanal reduziert, wobei beiden jeweils die Hälfte ihrer ursprünglichen Bandbreite zur Verfügung steht (Y/C). Dieses Vorgehen legte die Grundlage für die digitale 4:2:2-Kompression: ein Kanal mit voller Informationsdichte und zwei mit halber. Da die Helligkeitsinformation Y in voller Auflösung vorhanden bleibt und nur die rote und die blaue Farbinformation reduziert sind, bleibt der Schärfeeindruck des zusammengesetzten Bildes recht gut erhalten. Man redet dabei von Bandbreitenreduktion bzw. Farbunterabtastung. Abb. 3 illustriert die Datenreduktion durch selektive Halbierung der horizontalen Auflösung der Differenzsignale CB und CR. Anhand der Darstellungen der U und V-Kanäle ist schon ersichtlich, dass ihr Beitrag zur Bildschärfe klein ist und der Verlust von je 50% der Bildinformation pro Kanal einen kleinen Einfluss auf den Schärfeeindruck des rekombinierten Bildes hat.

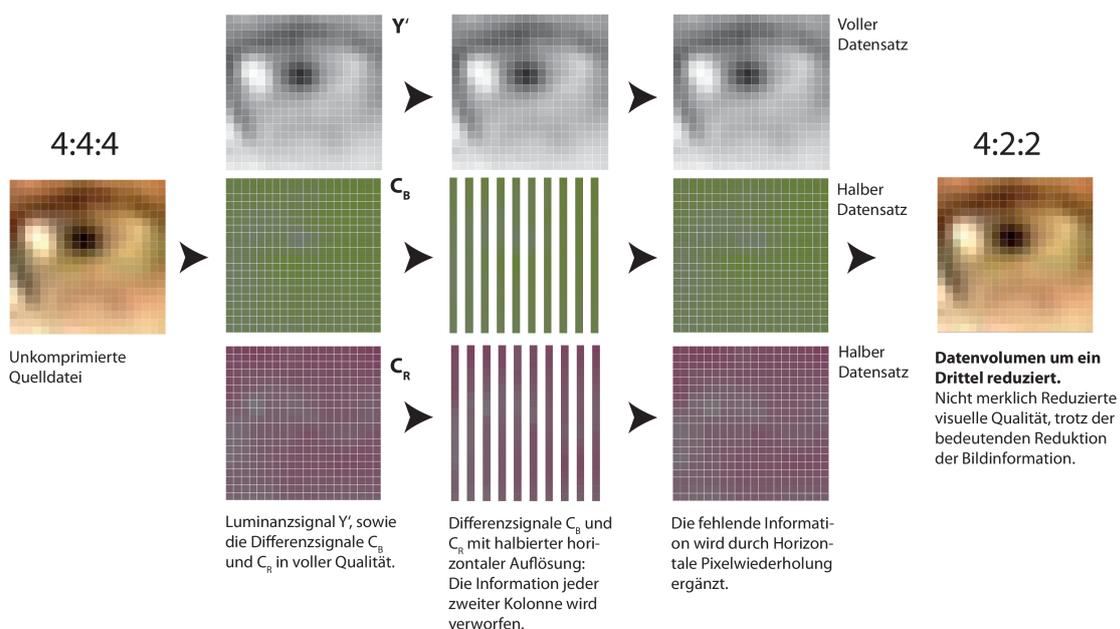


Abb. 3 Kompression am Beispiel der digitalen Farbunterabtastung 4:2:2. Grafik: D. Pfluger

Da das analoge PAL-Bild per Definition 576 aktive Bildzeilen enthält, hat die Halbierung der Bandbreite eine Halbierung der horizontalen Auflösung des roten und des blauen Farbkanals zur Folge. Der grüne Kanal kann aus dem Luma-Signal in voller Auflösung rekonstruiert werden. Die verschiedenen gängigen Optionen der Farbunterabtastung bei digitalen Bildern werden durch ähnliche Terme beschrieben (4:2:0, 4:1:1 usw.). Eine

detaillierte Erklärung der Nomenklatur findet sich bei Poynton (2002).

Wird ein bandbreitenreduziertes Signal unkomprimiert digitalisiert, so ist das Resultat zwar digital «uncompressed», da das Signal aber schon analog reduziert wurde, erhält man natürlich nicht die Qualität einer Digitalisierung ab R, G, B oder Y, PB, PR.

Die auf Bildpunkten basierte Darstellung des digitalen Videobildes steht der zeilenweisen Darstellung im analogen Video gegenüber. Bei der Digitalisierung von analogem Video mittels eines A/D-Wandlers ist die vertikale digitale Auflösung durch die Zeilenzahl eindeutig gegeben. Die horizontale Auflösung jeder Zeile ist jedoch ähnlich zu bestimmen wie bei anderen analogen Bildern wie z. B. Filmmaterial: Aus dem analogen, kontinuierlichen Signal, das zwischen zwei Fixpunkten beliebige Werte annehmen kann, wird eines mit bestimmten, diskreten Stufenwerten. Man muss entsprechend eine Abtastrate und eine Quantisierung bestimmen.

Ist eine Darstellung mit quadratischen Pixeln erwünscht, berechnet sich die horizontale Auflösung über die Zeilenzahl und das Seitenverhältnis: Man erhält für ein PAL-Videosignal einen Wert von 768 horizontalen Bildpunkten. Die Auflösung 768×576 (4:3) wird zwar heutzutage auch verwendet, das gängige digitale PAL-Signal wird aber mit einer Auflösung von 720×576 (5:4) Bildpunkten und Non-Square Pixeln angegeben.

Codec, Container und Kompression

Das Wort Codec beinhaltet die engl. Begriffe Coder und Decoder. Das Encodieren bezeichnet die Übersetzung einer analogen Information in einen digitalen Code durch einen Codierer und evtl. einen Kompressor; für das Decodieren ist ein Decodierer und bei vorliegender Kompression ein Expander erforderlich. Ein Encoder kann auch eine bereits digital vorliegende Datei bearbeiten, wenn beispielsweise ein Videosignal unkomprimiert digitalisiert oder digital produziert wurde und daraus für die Herstellung einer DVD eine MPEG-Datei herzustellen ist; in diesem Fall spricht man von Transcodierung.

Ein Codec ist eine Anweisung zum Codieren oder Decodieren von Daten mit dem Ziel, die Stream- oder Dateigröße zu reduzieren. Dies kann entweder verlustfrei oder verlustbehaftet geschehen. Es gibt Codecs für das Bild, für den Ton und für die Untertitel.

Es gibt sehr unterschiedliche, auf bestimmte Anwendungsbereiche (Aufnahme, Schnitt, Streaming, Archivierung usw.) zugeschnittene Codecs für bewegte Bilder, weil die Bedürfnisse (und die zugehörige Hardware) abhängig vom Lebenszyklus eines Videos sind; hinzu kommen aus denselben Gründen noch zahlreiche qualitativ unterschiedliche Varianten und verschiedene Versionen von Codecs. Aufgrund unterschiedlicher Faktoren wie Speicherplatz, Geschwindigkeit der Datenübertragung und -verarbeitung, vorhandene Infrastruktur den damit verbundenen Kosten ist maximale Qualität in allen Phasen

meist nicht möglich.

Die Vielfalt an Codecs und Dateiformaten liegt zudem auch im Interesse der Industrie an proprietären Dateiformaten, die ihr kommerzielle Kontrolle und Abhängigkeiten verschafft.

Kompression dient in erster Linie zur Reduktion der Datenmenge, um eine verringerte Datenrate bei der Übertragung zu erreichen bzw. weniger grosse Dateien zu generieren. Dadurch lassen sich Arbeitsgänge beschleunigen und Speicherplatz einsparen. Dagegen ist die erforderliche Rechenleistung der eingesetzten Infrastruktur höher, was insbesondere bei gewissen sehr komplexen, verlustfrei komprimierenden Codecs wie Motion JPEG 2000 relevant sein kann. Die Frage nach dem Umfang des Bedarfs an Speicherplatz wiederum ist für die sichere Langzeiterhaltung (finanziell) relevant.

Von einer verlustfreien Kompression (engl. «lossless compression») spricht man, wenn die daraus resultierende Datei im Idealfall kleiner ist als die Ausgangsdatei, die Information nach der Codierung aber identisch bleibt und lediglich anders codiert ist. (Siehe Abb. 4)



Originalbild, TIFF
Dateigrösse 100%

Lossless LZW Kompression
Dateigrösse 55%

JPEG2000 Lossless Kompression
Dateigrösse 41%

Bei der verlustfreien, räumlichen Kompression (LZW), werden nebeneinander liegende, farblich identische Bildanteile, blockweise zusammengefasst. So muss nicht jeder Pixel einzeln mit Farbe und Ort beschrieben werden, was die Datenmenge reduziert.

Im Beispielbild ist ein Ausschnitt schwarzer Farbe durch gestrichelte Linien umrandet. Alle Pixel in diesem Bereich haben denselben RGB-Farbwert 0, 0, 0. Die LZW Kompression nützt solche Eigenschaften in Bildern.

Abb. 4 Verlustfreie Kompression. Bild: D. Pfluger

Ist der Informationsgehalt nach der (Trans-)Codierung kleiner als zuvor, so handelt es sich um eine verlustbehaftete Kompression (engl. «lossy compression»). Oft ist Kompression visuell nicht (einfach) erkennbar, obwohl je nachdem auf der Datenebene massive Informationsverluste durch die Kompression erfolgt sind. Diese sogenannte «visually lossless compression» beruht auf subjektiver Wahrnehmung, es existiert keine Definition. Daher ist diese Art der Kompression nicht geeignet für Archivkopien, sie kommt allenfalls für Benutzungskopien in Frage.

Den meisten Codecs liegt ein Kompressionsalgorithmus zugrunde. Die Algorithmen können sich stark voneinander unterscheiden: So gibt es Verfahren, die Einzelbilder komprimieren (sog. Intraframe-Kompression und solche, die über eine Sequenz hinweg komprimieren (sog. Interframe-Kompression). In Abb. 5 wird die räumliche Kompression erklärt: Im dargestellten Beispiel wird ein Datensatz mit 6×6 Bildpunkten mit je vier verschiedenen Grauwerten in 2×2 Datensätze unterteilt. Die Grauwerte dieser Datensätze werden rechnerisch vereinheitlicht, woraus ein 3×3 Datensatz gebildet wird, der die Hälfte der ursprünglichen horizontalen und vertikalen Auflösung aufweist. Die räumliche Kompression reduziert die Bildinformation nicht gleichmässig über die gesamte Bildfläche, sondern abhängig von der Informationsdichte der Bildanteile mit unterschiedlicher Intensität. Bildbereiche mit hoher Informationsdichte werden weniger stark zusammengefasst als jene mit wenig Bildinformationen (z. B. blauer Himmel).

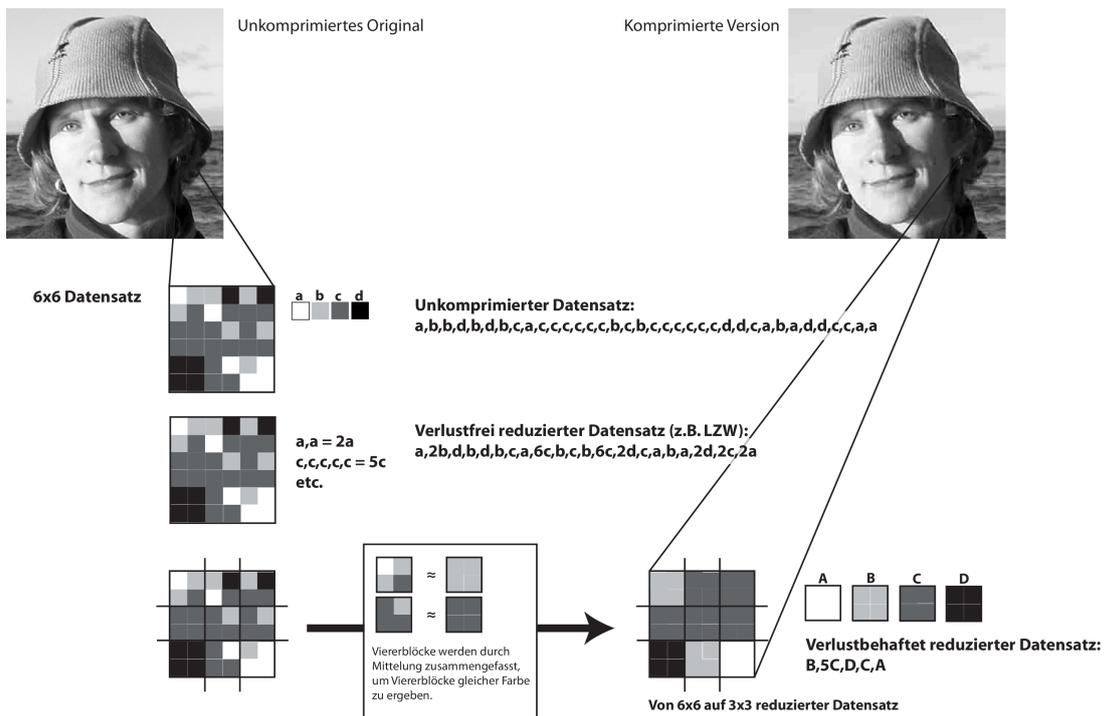


Abb. 5 Räumliche («spatial») Kompression. Bild: D. Pfluger

Je nach Codec ist es möglich, die Kompressionsrate oder die Datenrate einzustellen, weshalb die Angabe des verwendeten Codecs nicht ohne Weiteres auf die Art und die Stärke der verwendeten Kompression schließen lässt, sondern diese explizit angegeben werden muss. Die Palette an Codecs wird laufend erweitert, um deren Effizienz zu erhöhen und sie neuen Anwendungen anzupassen; auf diesen Umstand geht auch die Obsoleszenzgefahr zurück, die für die Langzeiterhaltung gerade bei Dateien relevant ist. Der Container speichert die vom Codec kodierten Daten in eine Datei und verbindet so Bild, Ton und weitere Informationen. Der Container ist u. a. dafür verantwortlich, dass dem Player die Bild- und die Tondaten synchron geliefert werden. Er koordiniert also die Arbeit des Video- und des Audio-Codecs. Container beinhalten unter anderem folgende Elemente:

- Video-Codec und -Daten
- Audio-Codec und -Daten
- Untertitel-Codec und -Daten

Format

Der Begriff Format wird in der Welt der Medien oft unpräzise und für unterschiedliche Dinge verwendet. Um Verwechslungen und Missverständnisse zu vermeiden, folgen hier präzisierende Begriffsdefinitionen.

Medienformat

Heute werden alle technischen Massenkommunikationsmittel zwischen Menschen allgemein als Medien bezeichnet, etwa der Rundfunk, die Printmedien, das Internet usw. Im audiovisuellen Bereich meint man mit Medium die technische Form des Kommunikationsmittels. Bsp.: Video, Film, Datei

Videoformat

Videoformat ist ein Oberbegriff, der einerseits die verschiedenen Datenträger wie Kassetten und offene Spulen mit ihren jeweiligen Eigenschaften bezeichnet, andererseits auch für Dateien verwendet wird. Letztere werden mit den Begriffen Container und Codec näher spezifiziert

Folgende Größen und technische Standards definieren ein Videoformat:

- Speichertyp wie Kassette, offene Spule, Disc usw.
- Speicherung nach verschiedenen Verfahren: optisch, magnetisch, magneto-optisch.
- Art der Aufzeichnung, spezifisches Signal (z. B. U-matic Low Band bzw. High Band, DVCAM bzw. DV)
- Bildfrequenz und Abtastung (Bilder pro Sekunde, engl. Frames per Second, fps, interlaced oder progressiv)
- Bildgröße und Seitenverhältnis (SD bzw. HD, UHD) Bsp.: Betacam SP PAL, HDV 1080i oder HDV 720

Bildformat (= Bildseitenverhältnis)

Das Bildformat beschreibt das Verhältnis von Breite zu Höhe eines Bildes (1) sowie die Art der optisch verzerrten Abbildung des Bildes, also sphärisch oder anamorphotisch (2). Zu (2) siehe weiter unten, Beispiele für (1) sind: 16:9, 4:3 (Video), 1,37:1, 1,66:1 (Film). Im Folgenden wird dafür der Begriff «Bildseitenverhältnis» verwendet.

Verschiedene audiovisuelle Medien haben unterschiedliche Seitenverhältnisse. Der Transfer eines audiovisuellen Mediums in ein anderes (z. B. Film Video) kann einen

Transfer in ein anderes Bildseitenverhältnis bedingen. Das gängigste Beispiel für diese Problematik ist der Transfer eines 4:3-Bildes in ein 16:9-Seitenverhältnis. Dies kann auf unterschiedliche Art geschehen:

- Reinstellen (= Curtains, Pillar Box, mit oder ohne Blurred background sides)
- Vergrössern und Beschneiden (Bildverlust oben und unten, «croppen»)
- Pan & Scan (unterschiedlicher Bildverlust)
- Verzerren (Verlust der korrekten Proportionen).

Jede dieser Lösungen hat bestimmte Vor- und Nachteile. Deren gut informierte Wahl ist anhand der konkreten Anwendung zu fällen. Zufall oder Mangel an Wissen dürfen nicht der Hauptfaktor sein.

Die Wahrung des Seitenverhältnisses und die Überlieferung der gesamten Bildinformation ist für die Erhaltung unerlässlich, darum kommt für Originale mit Seitenverhältnis 4:3 neben dem Beibehalten des Seitenverhältnisses im Erhaltungsmaster nur das Reinstellen in 16:9 in Frage. So bleibt die gesamte Bildinformation im korrekten Seitenverhältnis für eine zukünftige Nutzung erhalten. (Siehe Abb. 6 und 7)

Wird ein Bild ohne Beschnitt oder Verzerrung in ein breiteres Bildformat übertragen, entstehen links und rechts schwarze Balken (Pillar Box oder Curtains), bei der Übertragung in ein weniger breites Bildformat werden oben und unten schwarze Balken hinzugefügt (Letterbox).

Abb. 7 vergleicht die Ausnützung der Filmoberfläche für Filme mit 4:3- und 16:9-Bildseitenverhältnis für die Standards 2K, DCP 2K und Full HD. Die Film- und die Videotechnik hat eine Vielzahl von Film- und Videoformaten hervorgebracht. Die Flexibilität der digitalen Darstellung von Bildern hat die Möglichkeiten und somit die Zahl der Standards noch erweitert. Die Tatsache, dass in den letzten 30 Jahren ein Übergang vom Bildseitenverhältnis 4:3 zu 16:9 im Kino und im Fernsehen stattgefunden hat, schlägt sich in der Komplexität der Standards und Substandards nieder. Abb. 6 gibt einen Überblick über die gängigen Videostandards von Standard Definition (SD) und High Definition (HD) und deren Auflösung in Pixeln. Oft stimmt das Seitenverhältnis in Pixeln nicht mit dem Seitenverhältnis in der Darstellung überein.

In der Filmtechnik wurden mit der aufkommenden Digitalisierung der 2K- und der 4K-Standard für das abgetastete Filmbild definiert. 2K und 4K beziehen sich auf die maximale Fläche eines 35-mm-Filmbildes zwischen den Perforationen und weisen 2056 bzw. ca. 4112 horizontale Pixel auf. Das klassische 35-mm-Bild, das sich über 4 Perforationen erstreckt, hat ein Seitenverhältnis von 4:3 und man erhält entsprechend 2056×1536 Pixel für 2K und 4112×3072 Pixel für 4K. Die modernen digitalen Projektionsstandards

für das Kino werden auch 2K DCP und 4K DCP genannt, beziehen sich aber auf ein Bild, das nahe dem Bildseitenverhältnis 16:9 ist. Sie weisen 2056 × 1080 Pixel für 2K und 4112 × 2160 Pixel für 4K auf. Dies kann zu Verwirrung führen, denn die beiden Optionen 2K und 4K sind nicht für dasselbe Bildseitenverhältnis optimiert.

Format	Interlaced/ Progressiv	Bildseitenverhältnis in Pixeln	Darstellung (Virtuelle Pixel)
SD PAL	i, p	720 × 576* (5:4)	4:3 (768 × 576)
Anamorphotisch		720 × 576	16:9 (1024 × 576)
Letterbox		720 × 434	16:9 (1024 × 576)
SD NTSC	i, p	640 × 480** (4:3)	4:3 (640 × 480)
Modernerer Standard		720 × 480 (3:2)	4:3 (640 × 480)
HD «Full HD»	i, p	1920 × 1080 (16:9)	16:9 (1920 × 1080)
HD	p	1280 × 720 (16:9)	16:9 (1280 × 720)
HDTV «Full HD» Anamorphotisch	i	1440 × 1080 (4:3)	16:9 (1920 × 1080)

* Die totale Anzahl Zeilen von SD PAL ist 625. Für Bildinformation werden aber nur 576 Zeilen verwendet.
 ** Die totale Anzahl Zeilen von SD NTSC ist 525. Für Bildinformation werden nur 480 Zeilen verwendet, bei gewissen Videoformaten auch 486 Zeilen. Bei der horizontalen Abtastrate sind bei SD NTSC zwei 4:3-Standards gängig.

Abb. 6: Vergleich der Informationsdichten von gängigen Videoformaten. Bild: D. Pfluger

	Film mit Bildseitenverhältnis 4:3	Mit Bild belegte Fläche	Film mit Bildseitenverhältnis 16:9	Mit Bild belegte Fläche
2K 2048 × 1556 1:1.31 (4:3)		2048 × 1556 (100 %)		2048 × 1152 (74 %)
2K DCP 2048 × 1080 ca. 17:9		1440 × 1080 (72 %)		1920 × 1080 (94 %)
Full HD 1920 × 1080 16:9		1440 × 1080 (75 %)		1920 × 1080 (100 %)

Abb. 7 Vergleich der Ausnützung der Filmoberfläche für Filme mit 4:3- und 16:9-Bildseitenverhältnis für die Standards 2K, DCP 2K und Full HD. Bild: D. Pfluger

Sphärisch

Eine sphärische Optik bildet Objekte im Gegensatz zu einer anamorphotischen Optik unverzerrt ab. Diese Optiken werden sphärisch genannt, da die Form ihrer beiden Oberflächen dem Oberflächenausschnitt einer Kugel entspricht und somit unter anderem rotationssymmetrisch ist. Griechisch: Sphaira = Ball, Kugel, Himmelskugel.

Bei sphärischen Linsen treten Abbildungsfehler wie die sogenannte sphärische Aberration auf. Solche Effekte werden in modernen Linsen durch leichte Korrekturen der Oberflächenform auskorrigiert. Die so erzeugten Linsen nennt man asphärisch. Sie weichen in ihrer Form im Gegensatz zu den anamorphotischen Linsen aber nur leicht von der Kugeloberflächenform ab.

Kinofilmkopien werden auf Englisch hin und wieder als «spherical 35 mm prints» bezeichnet. Damit sind gängige Kopien gemeint, die ohne anamorphotische Linse korrekt projiziert werden können. Ein «Spherical Print» eines CinemaScope- Films ist entweder horizontal auf ein 4:3 oder Widescreen Seitenverhältnis beschnitten, oder mit verkleinerter Bildfläche «letterboxed» aufbelichtet.

Anamorphotisch

Der Ausdruck anamorphotisch geht auf griechischen Begriff anamorph zurück und bedeutet sinngemäss «umgestaltet». Er bezeichnet in der Optik Objektive, welche die Abbildung eines Objekts verzerren.

In der klassischen Filmtechnik werden hauptsächlich anamorphotische Objektive verwendet, welche das Bild in einer Richtung stauchen oder dehnen. So können Breitbildformate wie CinemaScope in bestmöglicher Qualität auf 35-mm-Film belichtet und im vorgesehenen Seitenverhältnis projiziert werden. (Siehe Abb. 8)

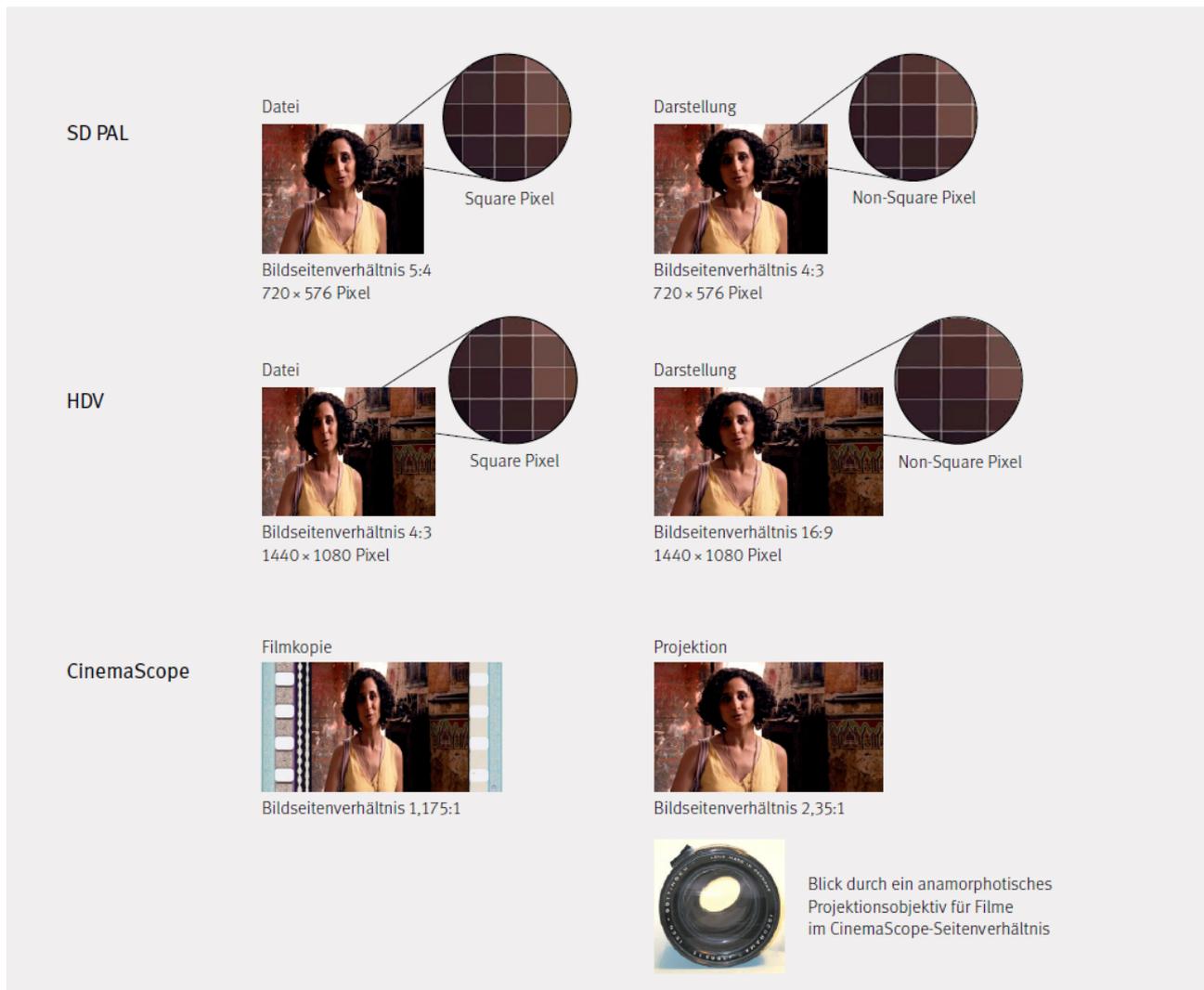


Abb. 8: Beispiele für Square- und Non-Square-Pixel-Darstellungen und deren Pendant aus der klassischen Filmtechnik. Bild: D. Pfluger

Der 35-mm-Film mit optischer Tonspur sieht eine maximale Bildfläche von 21,9 mm Breite und 18,6 mm Höhe für die Belichtung des Bildes vor. Dies entspricht einem Seitenverhältnis von 1,18:1. Das CinemaScope-Bild mit 2,35:1 Seitenverhältnis kann erzeugt werden, indem bei der Aufnahme eine Optik verwendet wird, welche das Bild bei der

Belichtung im Verhältnis 2:1 horizontal staucht und in der Projektion eine solche, welche das Bild im Verhältnis 1:2 horizontal dehnt. Das unverzerrte Aufbelichten eines Bildes mit den Seitenverhältnissen 2,35:1 würde zu einer äusserst schlechten Ausnützung des Bildbereichs führen (Letterbox).

In der digitalen Aufnahme und Wiedergabe von Bewegtbildern wurde die beschriebene Strategie übernommen. Da das Seitenverhältnis der Sensoren in Kameras oft nicht mit den sich ändernden Anforderungen an das Seitenverhältnis des Ausgabeformats übereinstimmt oder damit Kameras unterschiedliche Seitenverhältnisse aufnehmen können, wurden verschiedene Ansätze entwickelt. Dabei kommen einerseits ebenfalls anamorphotische Optiken zur Anwendung, aber auch das Verzerren und Entzerren von Bildern durch digitales Skalieren. Bei digitalen Bildern, die in einem anderen Seitenverhältnis gespeichert als sie dargestellt werden, spricht man auch von Non-Square Pixeln.

Videos die in einem anderen Seitenverhältnis gespeichert sind, als sie dargestellt werden sollen, werden normalerweise von der Playersoftware beim Abspielen durch digitales Skalieren in das korrekte Seitenverhältnis gebracht. Der Player ist hierfür auf Metadaten mit Information zum Seitenverhältnis der Darstellung angewiesen. Diese Information kann im Header der Datei gespeichert sein oder in den Metadaten des Containers. Es kann vorkommen, dass diese Informationen nicht übereinstimmen. Je nach Player wird die eine oder andere Information verwendet resp. prioritär behandelt.

Dateiformat

Der digitale Code, in dem die enthaltene Information gespeichert ist. Die Kenntnis des Dateiformats ist essenziell für die Interpretation der in einer Datei abgelegten Information. Die Inhalte digitaler Dateien lassen sich durch reines Betrachten der Daten nicht identifizieren. Es braucht also immer eine Übersetzungshilfe, um zu erkennen, um welche Inhalte es sich handelt. Ohne diese Identifikation (sei sie nur eine Dateiendung wie z. B.: .dv, .bmp) und eine geeignete Infrastruktur ist die Information nur ein nutzloser Haufen Binärzahlen. Moderne Betriebssysteme ordnen Dateien über Dateiformate Anwendungen zu, welche die Dateien interpretieren können. Es gibt Dateiformate, die mehrere Dateien unterschiedlicher Art mit umfassen können. Diese werden Container oder Wrapper genannt. Im audiovisuellen Bereich können Container unterschiedliche Codecs und Streams fassen.

Es gibt Dateiformate, die mehrere Dateien unterschiedlicher Art umfassen können. Diese werden Container (oder Wrapper) genannt. Im audiovisuellen Bereich können Container unterschiedliche Codecs und Streams fassen, d. h. Bild und Ton in unterschiedlichen Codecs sowie zusätzliche Informationen wie Timecodes, Untertitel und Metadaten, je nach Art und Flexibilität des Containers.

Nur selten liegen reine Dateiformate vor, wie z. B. ein AIFF (.aif) oder ein DV (.dv). Meist handelt es sich um einen Container wie z. B. ein PCM-Ton in einem Wave-Container mit der Dateierdung .wav oder um ein Video im DV-Codec in einem QuickTime-Movie-Container mit der Dateierdung .mov. Containerformate werden mit dem Ziel verwendet, verschiedene Elemente (z. B. verschiedene Codecs, Einzelbilder, Timecodes) in einer einzigen Datei speichern zu können, um multimediale Darstellungen zu ermöglichen. Ein für die Archivierung spezifischer Grund kann auch das Speichern von begleitenden Dateien wie z. B. Textdateien mit Metadaten in einem Container zusammen mit Bild- und Tondateien sein; dies lässt z. B. der MXF-Container zu, aber nicht alle Containerformate bieten dahingehend dieselben Möglichkeiten.

Allgemein ist festzuhalten, dass – genau so wie bei der Wahl des geeigneten Codecs – die verwendeten Container bewusst ausgewählt werden sollten, damit sie gut zu der vorhandenen oder vorgesehenen IT-Infrastruktur (Betriebssystem, Abspiel- und Bearbeitungssoftware, usw.) passen. Der QuickTime-Player wird beispielsweise seit Mitte 2016 auf Windows-Betriebssystemen nicht mehr unterstützt. Für die Wiedergabe von Videos in QuickTime-Movie-Containern (.mov) muss auf andere Software-Player ausgewichen werden, welche je nachdem nicht alle ursprünglichen Funktionalitäten unterstützen. Auch sollten Wechsel von einem Container zu anderen – wie auch Transcodierungen – sehr gut kontrolliert werden, weil dabei immer Gefahr besteht, dass wichtige Metadaten (z. B. Seitenverhältnis oder Farbraum), Elemente (z. B. Timecode) oder gewisse Eigenschaften (z. B. Bildfrequenz) verloren gehen.

Es ist kaum möglich, eine Übersicht über alle relevanten Eigenschaften von Containern und dem Umgang der jeweiligen Player damit zu geben. Es ist allerdings empfehlenswert, verschiedene Container und Player mit deren Möglichkeiten, verschiedene Kombinationen usw. zu testen und evaluieren.

Die verschiedenen Software-Player unterscheiden sich in ihren spezifischen Funktionalitäten wie Vor- und Rücklauf, Ansteuerung von Einzelbildern, Darstellung des Audiopegels, Darstellung des Timecodes und anderen spezifischen Darstellungsoptionen. Neben den Unterschieden in der Funktionalität kann sich auch die Darstellung selbst je nach Kombination von Software-Player, Codec und Container unterscheiden. Abb. 9 visualisiert, dass Software-Player unterschiedliche Priorisierungen der Metadaten beispielsweise des Videocodecs versus der Metadaten des Containers aufweisen können. So kommt es zum Beispiel zu einer unterschiedlichen Darstellungsbreite der identischen Datei.



Abb. 9 Software-Player. Bild: A. Jarczyk

Abb. 10 zeigt ein anderes, wesentliches Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Software-Player: Die spezifischen Codec-Bibliotheken, auf welche diese Player zurückgreifen. Diese sind u. a. für die Unterschiede in der Farbdarstellung einer identischen Datei zurückzuführen.

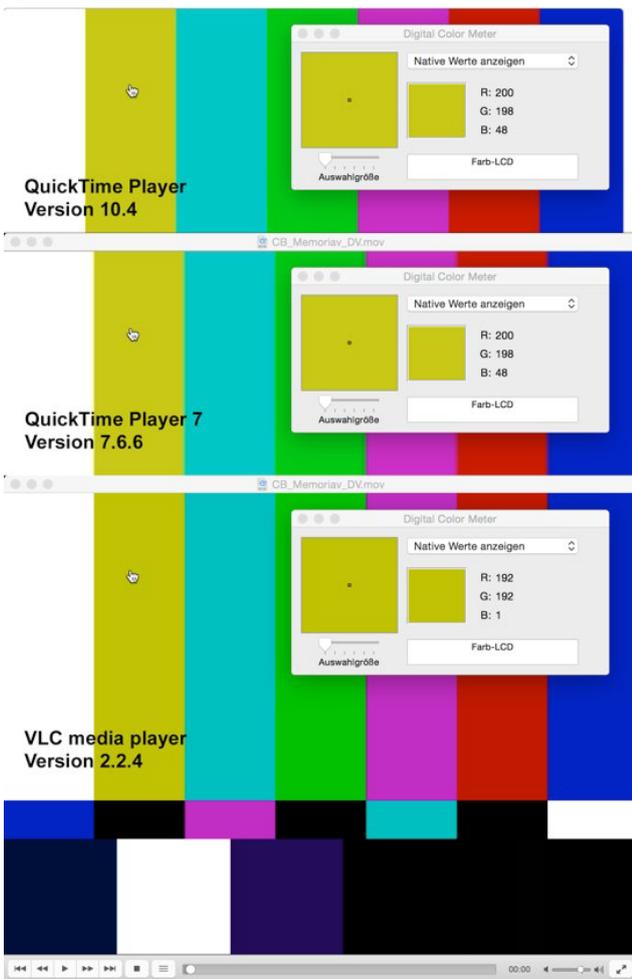


Abb. 10 Farbunterschiede bei Software-Playern. Bild: A. Jarczyk

Archivformat, Benutzungsformat

Der Lebenszyklus eines audiovisuellen Werks kann grob folgenden Arbeitsbereichen zugewiesen werden: Aufnahme, Postproduktion, Distribution/Vorführung und Archivierung. Jeder Bereich verfügt über eine auf ihn zugeschnittene Palette an Dateiformaten. Diese werden den Arbeitsbereichen folgendermassen zugeteilt:

Aufnahmeformat

Das Dateiformat oder das physische Videoformat, in dem beim Dreh bzw. der Videoaufnahme die Bilder aufgezeichnet werden. Das Aufnahmeformat bestimmt den grösstmöglichen Rahmen der Bildqualität und Ästhetik.

Postproduktionsformat

Dateiformate, in denen das Video bearbeitet wird (Schnitt, Lichtbestimmung, Spezialeffekte usw.), deshalb auch Bearbeitungsformat genannt. Die ursprünglich vorhandene Qualität des Materials kann in der Postproduktion von ungeeigneten Programmen und Codecs beeinträchtigt werden. Das schwächste Glied in der Kette bestimmt die Qualität des Endprodukts. Im Idealfall wird in keinem Schritt der Nachbearbeitung die Qualität des Aufnahmeformats unterschritten. Im Zusammenhang mit der Archivierung wird von Mezzanine-Formaten gesprochen, die nicht die gesamte Information beinhalten, aber dennoch so viel, dass man sie weiterbearbeiten kann (z. B. Licht bestimmen oder schneiden), ohne dass dadurch im Bild sichtbare Fehler auftreten. Klassisch etablierte Mezzanine-Formate sind beispielsweise Apple ProRes 422 HQ und ProRes 4444 oder Avid DNxHD und DNxHR 444.

Nutzungsformat

Können verschiedene, in der Regel stark komprimierte Dateiformate sein, die für die Sichtung in einem bestimmten Zusammenhang optimiert wurden; sei es für den Vertrieb und die Vorführung in Kinos, die Ausstrahlung im Fernsehen, Projektionen im öffentlichen Raum oder zu Hause oder die Konsultation via Web. Die Qualität kann entsprechend von IMAX-Kino-Niveau bis zu sehr bescheidener YouTube-Qualität variieren. Das Nutzungsformat erlaubt zum Beispiel die Sichtung in der korrekten Geschwindigkeit, kann aber nicht, oder nur schlecht weiterbearbeitet werden; eine neue Lichtbestimmung (Farbkorrektur) etwa wäre kaum möglich. Es sind je nach Zusammenhang unterschiedliche Begriffe gebräuchlich: In Kinematheken/Kinos und Museen wird meist ein Begriff wie Vorführ-, Projektions-, Distributionsformat oder -kopie («dissemination copy») verwendet, im Archivbereich Nutzungs-, Zugangs-, Konsultations- oder Sichtungskopie, wenn nicht allgemeiner und nach OAIS von DIPs gesprochen wird.

Archivformat

Ein Dateiformat, in dem Video-, Film- und Tondokumente gespeichert und gepflegt werden, um möglichst lange Zeit nutzbar zu bleiben. Im Archivformat wird der Konservierungs- oder Archivmaster, also die im Archiv langfristig zu sichernde Datei, abgelegt. Es sollte idealerweise die gesamte Information enthalten sein, die während der Digitalisierung erzeugt wurde. Da aber Filmscanner proprietäre Zwischenformate erzeugen, sollten diese in ein standardisiertes Format umgewandelt werden. Im Filmbereich wird heute meistens der Farbraum RGB mit der Unterabtastung 4:4:4 verwendet, während im Video- und Fernsbereich Y'CBCR 4:2:2 die Regel ist. Für das Archivformat ist es auch wichtig, genau zu dokumentieren, «wo» sich das Weiss im Farbraum befindet.

Achtung: Archivmaster sind keine Vorführelemente. Jede Vorführung/Benutzung führt zu einer Abnutzung des Masters bzw. birgt das Risiko der Entstehung von Fehlern oder Schäden durch unsachgemässe Handhabung (Datenverluste).

Letzte Anpassung: November 2019

3.1.2 Übersicht über Videoformate

In dieser Übersicht werden sämtliche relevanten Videobänder kurz beschrieben und abgebildet. Die Beschreibungen und die Angabe der hierzulande bekannten Verwendungsweisen und -perioden sowie die Kategorisierung in professionelle, semiprofessionelle und Amateurformate sollen die Identifikation von Bändern erleichtern. Professionelle Formate genügen höchsten Ansprüchen, Einsatz vor allem im TV-Bereich, aber auch für Industrie- und Werbefilme, semiprofessionelle Formaten, wurden von anspruchsvollen Privatanwendern aber auch im Bildungs- und Forschungsbereich verwendet, Amateurformate sind auf den privaten Verbrauchermarkt ausgerichtet.

Die Identifikation ist eine der Voraussetzungen für die Erarbeitung von Inventar (Überblick über Umfang und Struktur der Bestände) und Bestandsanalyse (Provenienz, vorhandene Formate, Zustand, Inhalte usw.), welche wiederum unerlässlich sind für die Entwicklung von Erhaltungsstrategien oder die Planung einzelner Erhaltungsmassnahmen. Nur auf dieser Grundlage kann eine Gedächtnisinstitution informierte Entscheide beispielsweise bezüglich Bewertung, Auswahl oder Prioritäten fällen, Aufwandschätzungen machen oder Offerten für externe Dienstleistungen einholen.

Im Gegensatz zur ersten Ausgabe der Empfehlungen wurden auch solche Formate und Varianten aufgenommen, die vielleicht weniger gängig, aber dafür umso schwieriger zu identifizieren sind. Ausserdem wurde auf die Einschätzung der Obsoleszenz der einzelnen Bandformate verzichtet; das Thema wird in einem eigenen Abschnitt behandelt.

Es werden in verschiedenen Quellen sehr unterschiedliche Einführungsdaten für die je-

weiligen Formate angegeben; aus pragmatischen Gründen wurde jeweils das früheste Datum übernommen. Über den Bildern stehen die offiziellen Namen, aber auch gebräuchliche alternative Bezeichnungen.

Analoge Bandformate

2 Zoll, 2", Quad(ruplex)



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes: 2 Zoll = 50.8 mm / Offenspule

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1956 / bis frühe 1980er Jahre

Entwickler / Hersteller: Ampex Corporation

Verwendung: TV, professionelle Produktionen

1 Zoll, 1", A-Format, Typ A



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes: 1 Zoll = 25.4 mm / Offenspule

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1965/ bis Mitte 1980er Jahre

Entwickler / Hersteller: Ampex Corporation / Philips, Loewe-Opta, Grundig

Verwendung: TV, professionelle Produktionen

Bemerkungen: Andere 1" Offenspul-Formate, die ähnlich aussehen: 1" B (1975 Bosch), 1" C (Ampex, Sony 1976). Nicht kompatibel untereinander.

1/2 Zoll, EIAJ, Japan Standard



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes: 1/2 Zoll = 12.7 mm / Offenspule

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1969 / bis Mitte 1980er Jahre

Entwickler / Hersteller: Sony / National, Sanyo, JVC

Verwendung: Videokunst, Videobewegung, Institutionen, Unternehmen; Portpak (Kamera mit tragbarem Rekorder)

Bemerkungen: Erstes standardisiertes Halbzoll-Format (Japan-Standard). Schwarz-Weiss-Aufnahmen mit Mono-Ton; andere 1/2 Zoll-Offenspul-Formate, die ähnlich aussehen, aber andere Abspielgeräte brauchen: Sony CV (1965), Shibaden (1967), Sony AV (1969)

VCR (Video Cassette Recording)

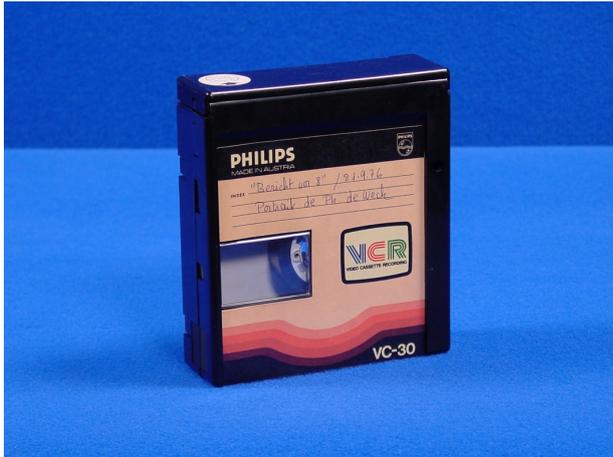


Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / 125 x 145 x 40 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1971 / bis Ende 1980er Jahre

Entwickler / Hersteller: Philips, Grundig / Telefunken, Nordmende, Blaupunkt, Loewe-Opta

Verwendung: Verbrauchermarkt, Recorder (v.a. für TV-Aufzeichnungen)

Bemerkung: 1975 brachten Philips und Grundig VCR Longplay, LP (abwärtskompatibel zu VCR) und Grundig 1978 Super VCR (SVR, nicht kompatibel mit VCR und VCR LP) auf dem Markt.

U-Matic Low Band (LB), U-Matic High Band (HB), U-Matic SP



Foto: C. von Bueren

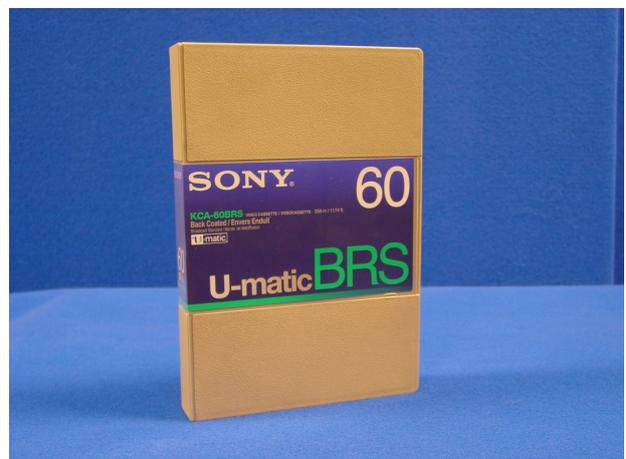


Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 3/4 Zoll = 19.5 mm / 220 x 138 x 30.5 mm; 182 x 122 x 32 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1971 (Low Band), 1977 (High Band), 1986 (SP) / bis Mitte 1990er Jahre (LB und HB), bis 2000er (SP)

Entwickler / Hersteller: Sony / Geräte: JVC, Matsushita, Panasonic, National, Bosch Grundig; Bänder: Sony, Ampex, Scotch, Kodak, BASF

Verwendung: (semi-)professionelle Produktionen, Werbung, Institutionen, Unternehmen; Recorder und Kamera; für Gebrauchskopien interner Produktionen einigten Schweizer Universitäten sich 1976 (bis 1993) hochschulübergreifend auf das Kassettenformat U-Matic; Ausleihkopien Audiovision PTT (jetzt teilw. in Beständen MfK); beim Schweizer Fernsehen löst U-Matic Produktionsformat in den 1980er Jahren die 16-mm-Filme ab.

Betamax



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / 155 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1975 / bis Ende 1990er Jahre

Entwickler / Hersteller: Sony / Geräte: Sanyo, Toshiba, Pioneer; Bänder: BASF

Verwendung: Forschungs- und Bildungsinstitutionen, Verbrauchermarkt; Recorder und Kamera (Betamovie)

VHS



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / 187 x 104 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1976 / bis Mitte 2000er

Entwickler / Hersteller: JVC / viele Firmen

Verwendung: Heimmarkt, Verleih, Institutionen, Unternehmen; Recorder und Kamera

Bemerkung: 1983 brachte Sony eine VHS-Kamera mit kleineren VHS-C Kassetten (92 x 59 x 23 mm) auf den Markt. Das Abspielen mit dem VHS-Player war mit einer Adapterkassette möglich. Für Gebrauchskopien interner Produktionen entschied sich die Universität Zürich 1993 (bis ca. 1997) für das Kassettenformat VHS; im Theaterbereich ca. 1980–2003; Ausleihkopien Audiovision PTT (jetzt in Beständen MfK), ca. 1985–2000

Video 2000, VCC (Video Compact Cassette) - Bild folgt

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / 183 x 110 x 26 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1979 / bis Ende 1990er Jahre

Entwickler / Hersteller: Philips, Grundig / BASF, Sony

Verwendung: Heimmarkt, Verleih, Recorder

Betacam, Beta Oxyd



Foto: C. von Bueren

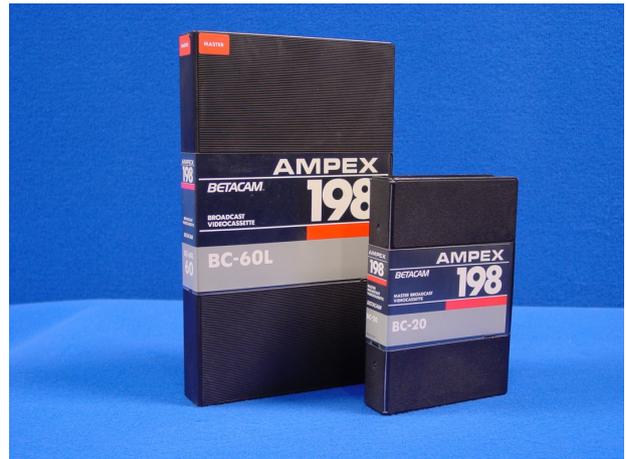


Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein: 156 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1982 / bis Ende 1980er Jahre

Verwendung: TV, professionelle Produktionen; Player, Recorder und Kamera

Bemerkung: Erstes Format der Betacam-Reihe. Weitere analoge und digitale Formate, siehe unten. Die Kassetten der Beta-Formate unterscheiden sich in der Farbe.

Video 8 und Hi 8 (siehe Bild)



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 8 Millimeter / 95 x 62 x 15 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1985 (Video 8), 1989 (Hi8) / bis Mitte 1990er

Jahre (Video 8), 2000er (Hi8)

Entwickler/Hersteller: Verschiedene (u.a. Sony)

Verwendung: Heimmarkt, Kamera, Recorder, z.T. Ausleihkopien

Bemerkung: Für leichte Kameras. Weitere Formate der gleichen Familie: Hi8 (1989, qualitative Verbesserung, Maschinen lesen auch Video8), D8=Digital 8 (1999, digitale Weiterentwicklung, z.T. lesen Maschinen auch Hi8 und Video8)

Betacam SP, Beta SP



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein: 156 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1986 / bis Mitte 2000er Jahre

Entwickler/Hersteller: Sony / Ampex, Fuji et. al.

Verwendung: TV, professionelle Produktionen; Produktionsformat Deutschschweizer Fernsehen 1989 bis 2000; kleine Regionalfernsehanstalten (z. B. TVRL 1993–2005); Produktions- und Archivformat Audiovision PTT (jetzt in Beständen MfK), ca. 1985-2000; Recorder und Kamera.

Bemerkung: Sehr erfolgreiches analoges Format der Betacam-Reihe.

S-VHS



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / 187 x 104 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1987 / bis Mitte 2000er Jahre

Entwickler/Hersteller: JVC

Verwendung: Heimmarkt, kleine Regionalfernsehanstalten (z. B. TVRL 1993–2005); Recorder und Kamera (S-VHS-C)

Bemerkung: Weiterentwicklung von VHS; Recorder sind Rückwärtskompatibel zu VHS; kleinere S-VHS-C Kassetten (92 x 59 x 23 mm) für die Kamera.

Digitale Kassetten-Formate

Digital Betacam, DigiBeta



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / Gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein: 156 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1993 / bis Mitte 2010er Jahre

Entwickler/Hersteller: Sony

Verwendung: TV, professionelle Produktionen, Archivierung; Archivformat Deutschschweizer Fernsehen 1995 bis 2010er; Archivformat MfK, 2005-2012; z.T. Archivkopien Kommunikation Post und Swisscom (jetzt in Beständen MfK), ca. 1995-2005

Betacam SX



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / Gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein: 156 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1995 / bis Mitte 2010er Jahre

Entwickler/Hersteller: Sony

Verwendung: TV, professionelle Produktionen; z.B. im Bundeshausstudio des Schweizer Fernsehens

DV (siehe Bild) / Mini-DV



Foto: C. Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: DV, Mini-DV 1/4 Zoll = 6.4 mm / DV: 125 x 78 x 15 mm; Mini-DV: 66 x 48 x 12 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1995 / bis ca. 2010

Entwickler/Hersteller: JVC et al. / JVC, Sony, Panasonic

Verwendung: Mini-DV in Camcordern für Heimmarkt

Bemerkung: Native Übertragung von Kassette in Datei (ohne Decodierung/Codierung) möglich; auch Codec für Videodateien (.dv), die auf Speicherkarten/Harddiscs aufgezeichnet/kopiert werden können.

DV Cam



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/4 Zoll = 6.4 mm / Gross: 125 x 78 x 15 mm;
klein: 66 x 48 x 12 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1995 / bis Ende 2000er Jahre

Entwickler/Hersteller: Sony

Verwendung: Kleine Regionalfernsehanstalten (z. B. TVRL, TV Bourdo-net) bis ca. 2003
bis ca. 2009

Bemerkung: Native Übertragung von Kassette in Datei (ohne Decodierung/Codierung)
möglich; auch Codec für Videodateien (.dv), die auf Speicherkarten/Harddiscs aufge-
zeichnet/kopiert werden können.

DVCPPro, DVCPPro 25, D7



Foto: C. von Bueren

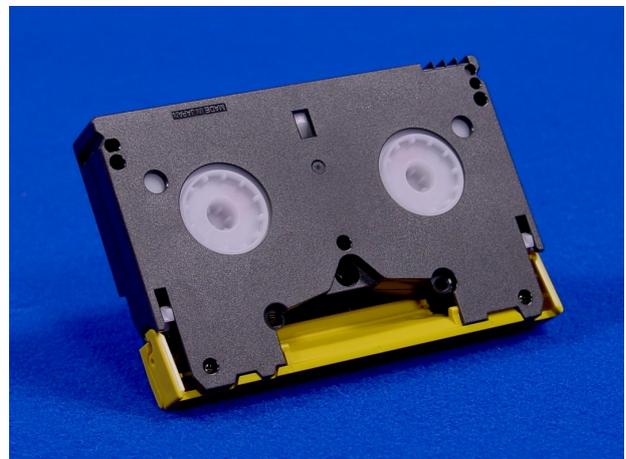


Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/4 Zoll = 6.4 mm / Gross: 172 x 102 x 15 mm;
mittel: 125 x 78 x 15 mm; klein: 97 x 65 x 15 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1995 / bis Ende 2000er Jahre

Entwickler/Hersteller: JVC

Verwendung: TV, professionelle und semi-professionelle Anwendungen

Bemerkung: Andere DVCPPro-Formate mit Kassetten gleicher Grösse mit tieferer Kom-
pressionsrate und deshalb häufigem Einsatz im TV-Bereich: DVCPPro 50 (1995), DVCPPro
100 oder HD (2005). Einige Geräte lesen alle DVCPPro-Formate und z.T. auch noch DV und
DVCam-Formate. Native Übertragung (ohne Decodierung/Codierung) möglich; auch Co-
dec für Videodateien (.dv), die auf Speicherkarten/Harddiscs aufgezeichnet/kopiert wer-
den können.

HDCam, D11 (Bild folgt)

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm; Gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein 155 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 1997 / 2010er Jahre

Entwickler/Hersteller: Verschiedene

Verwendung: TV, professionelle Produktionen

MPEG IMX, Betacam IMX, D10



Foto: C. von Bueren



Foto: C. von Bueren

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/2 Zoll = 12.7 mm / Gross: 253 x 145 x 25 mm;
klein: 156 x 96 x 25 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 2000 / bis ca. 2015

Entwickler/Hersteller: Sony

Verwendung: TV, professionelle Produktionen; Produktionsformat Deutschschweizer Fernsehen 2000 bis ca. 2012; wenige Medienkunstwerke in der Sammlung MfK, 2002-2004

Bemerkung: Letztes Format der Beta-Familie. Native Übertragung (ohne Decodierung/Codierung) möglich; auch Codec für Videodateien (MPEG-2), die auf Speicherkarten/Harddisks/professional Discs aufgezeichnet/kopiert werden können

HDV (Bild folgt)

Breite des Bandes / Grösse der Kassette: 1/4 Zoll = 6.4 mm; Normal: 125 x 78 x 15 mm;
Mini: 66 x 48 x 12 mm

Einführungsjahr / Verwendungsperiode: 2004 / 2010er Jahre

Entwickler/Hersteller: Sony / Panasonic, Canon, JVC

Verwendung: TV, professionelle Produktionen; Mini: auch Privatbereich

Bemerkung: Kann HD 720p oder 1080i aufzeichnen; HDV-Geräte abwärts kompatibel mit DV; Probleme zwischen verschiedenen Geräten möglich.

Identifizierung von Videodateien

Die Identifizierung von Videodateien ist schwieriger als diejenige analoger Träger, weil sie nicht anhand unmittelbar erkennbarer äußerlicher Merkmale vorgenommen werden kann. Um so wichtiger ist es für die Langzeiterhaltung, dass Informationen zum Format und technische Spezifikationen gut dokumentiert werden. Falls diese nicht vorhanden sind oder im Rahmen einer Qualitätskontrolle überprüft werden sollen, kann man zunächst eine Reihe einfacher Werkzeuge verwenden. Die Reichweite und die Zuverlässigkeit der dort erwähnten und ähnlicher Tools sind allerdings unterschiedlich und in gewissen Fällen nicht ausreichend. Professionelle Ausrüstung und Erfahrung können erforderlich sein.

Hilfsmittel für die Identifikation von Videoformaten

- Gfeller, Johannes, Jarczyk, Agathe, Phillips, Joanna, *Kompendium der Bildstörungen beim analogen Video*, Zürich, 2013.
- Stauderman, Sarah, Messier, Paul, *Video Format Identification Guide*, o. O., 2007. [Online](#), Stand: 17.2.2022.
- Texas Commission on the Arts, *Videotape Identification and Assessment Guide*, 2004. [Online](#), Stand: 17.2.2022.

Werkzeuge: Player zum Sichten von AV-Dateien

VLC, MPEG Streamclip, ffplay, avplay, QuickTime Player 7 (ist universeller als die neueste Version) und QuickTime Player 10.

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 und Inspektion von Videobändern

Bevor Institutionen Strategien zur Erhaltung ihrer Videos erarbeiten können, müssen sie deren inhaltlichen Wert kennen und wissen, wie es um die Gefährdung des Trägers steht. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Bestände handelt, die sich bereits im Archiv befinden, oder um Neuerwerbungen. Der Inhalt erschliesst sich im besten Fall über Beschreibungen eines Videos. Häufig fehlen solche aber, sind ungenügend oder unklar, was bedeutet, dass das Video visioniert werden muss. Um aber unwiederbringlichen Schaden zu vermeiden, empfiehlt es sich, zuerst über Format und Zustand des Trägers Bescheid zu wissen.

Inspektion, Probleme und Behandlung von Videobändern

Um Schäden an Bändern und Abspielgeräten zu vermeiden, muss der Zustand von Magnetbändern **vor dem Abspielen** sorgfältig untersucht werden. Die Inspektion sollte schon bei der Übernahme, aber auch als Vorbereitung jeglicher (interner oder externer) Bearbeitung eines Bestandes vorgenommen und in regelmässigen Abständen wiederholt werden. So können Lebensdauer der Videos und der Abspielgeräte verlängert werden, sind letztere doch akut durch das Abspielen von Bändern in schlechtem Zustand bedroht.

Als Minimalprogramm empfehlen wir die folgenden Schritte:

Identifizieren Sie allfällige starke **Beschädigungen** an der Hülle oder Kassetten. Solche weisen auf unsachgemässe Behandlung hin und lassen vermuten, dass auch das Band selbst beschädigt oder verschmutzt wurde, was mit Vorsicht genauer untersucht werden sollte. Lassen Sie ein Band mit äusseren Beschädigungen in der Hülle.

Identifizieren Sie allfällige **Verschmutzungen** der Hüllen oder Kassetten. Solche können beispielsweise durch zersetztes Verpackungsmaterial oder bei offener Lagerung durch Ablagerung von Staub entstehen und müssen fachgerecht gereinigt werden.

Identifizieren Sie unmittelbar nach dem Öffnen der Behälter allfällige starke **Gerüche** der Bänder. Modriger Geruch weist auf möglichen Schimmelbefall hin; in einem solchen Fall ist die Inspektion wegen Gesundheitsrisiken zu beenden (siehe unten). Andere häufig auftretende Gerüche können als «waxig», «nach schmutzigen Socken riechend»,

«sauer» oder «stechend» beschrieben werden. Bei diesen Bändern hat ein Hydrolyseprozess im Bindemittel eingesetzt, die Bänder beginnen zu kleben («Sticky Tape Syndrome» oder «Sticky Shed Syndrome») und sollten auf keinen Fall ohne fachgerechte Vorbehandlung abgespielt werden.

Identifizieren Sie allfällige schwarze, braune oder senffarbene Verschmutzungsflecken sowie flockigen oder fadenförmige Bewuchs an Bandgehäuse und den Rändern der Bänder. Derartige Symptome deuten auf **Schimmelbefall** hin, der bei der Lagerung ab ca. 60% relativer Luftfeuchtigkeit entstehen kann. Von Schimmel befallene Bänder sollten isoliert aufbewahrt und schnellstmöglich von Fachleuten behandelt werden. Schimmel – auch getrocknet – kann die Gesundheit (durch Aufnahme über Atemwege) gefährden.

Identifizieren Sie allfälligen Staub und Flecken an Bandkanten und Spulen/Kassetten/Cartridges, die auf Verschmutzung durch Flüssigkeiten hindeuten. Betroffene Bänder müssen fachgerecht gereinigt werden.

Identifizieren Sie allfälligen weissen, pulverförmigen Abrieb oder kristallförmige Ablagerungen an den Bandrändern sowie schwarze oder braune Oxydflocken im Bandgehäuse. Diese Ablagerungen entstehen aus verschiedenen Gründen, sind jedoch allesamt Anzeichen dafür, dass ein Zerfall des Bandes eingesetzt hat.

Identifizieren Sie bei Offenspulen allfällige Verschmutzungen der Bandoberfläche, Zerknitterung oder Bindemittelprobleme, indem Sie ein Stück Band locker senkrecht hängen lassen (das Band nur mit sauberen Baumwoll-Handschuhen anfassen!). Physische Schäden, die von fehlerhafter Bandspannung verursacht werden, treten meist an den Rändern in Form von Knittern oder Wellungen auf. Bandabschnitte, die eine andere Farbe aufweisen als der Rest des Bandes, deuten auf Zerfall des Bindemittels hin. An diesen Stellen hat sich die Magnetbeschichtung von der Trägerfolie gelöst.

Fazit: Videobänder, welche keine der oben erwähnten Erhaltungsprobleme aufweisen, dürfen in einem gut gewarteten, mit dem entsprechenden Format kompatiblen Videogerät abgespielt werden. Werden Schäden, Zerfallserscheinungen oder Verunreinigungen festgestellt, müssen die entsprechenden Bänder vor dem Abspielen (auch für die Digitalisierung) fachgerecht vorbehandelt werden. Eine der wichtigsten Vorbehandlungen ist die Reinigung. Diese ist auch bei Bändern angezeigt, an denen äusserlich keine Probleme festgestellt werden können, sich beim Abspielen aber solche manifestieren (Verstopfen des Videokopfs, kleben, verklemmen etc.). Für die Reinigung der meisten Bandformate gibt es Reinigungsmaschinen, welche nebst der Reinigung auch wichtige Hinweise auf den Zustand eines Bandes geben.

Wartung von Abspielgeräten

Das Abspielen auf einer nicht fachgerecht gewarteten und eingestellten Maschine ist eine der häufigsten Ursachen von Beschädigungen von Videobändern. Staub oder Ablagerungen auf dem Band können dieses beim Abspielen beschädigen und zu Signalverlust (Verstopfung der Videoköpfe) führen. Grössere Schmutzpartikel oder schwerer, durch Zerfallsprozesse entstandener Abrieb können das Band oder das Gerät dauerhaft beschädigen oder die Einstellungen des Abspielgeräts verändern.

Wie die Bänder (siehe Inspektion, Probleme und Behandlung von Videobändern) müssen auch Abspielgeräte regelmässig und entsprechend den Herstellerangaben gereinigt und gewartet werden. Für Kassettengeräte können zu diesem Zweck Reinigungskassetten entsprechend deren Gebrauchsanleitung verwendet werden. Verkrustete oder zwischen Bandlaufteilen verkeilte Schmutzteile werden durch Reinigungskassetten allerdings nicht entfernt und müssen mit Hilfe eines Watte- oder Hirschlederstäbchens und des in der Bedienungsanleitung des Gerätes angegebenen chemischen Reinigers entfernt werden. Wird ein Videorecorder von Hand gereinigt, so sind ebenfalls die in der Bedienungsanleitung angegebenen Richtlinien zu befolgen.

Bei einer manuellen Reinigung von Videorecordern können Präzisionsbauteile wie beispielsweise die Köpfe beschädigt werden. Daher sollten solche Arbeiten ausschliesslich von ausgebildetem Personal durchgeführt werden, das über Erfahrung mit dem Gerät, den sachgemässen Vorgehensweisen und möglichen Problemen verfügt. Steht solches Personal nicht im Haus zur Verfügung, so sollte mit den regelmässigen Wartungsarbeiten ein entsprechend qualifizierter Betrieb beauftragt werden.

Bibliografie und Links

Die Angaben in diesem Kapitel sind eine übersetzte und ergänzte Fassung folgender Dokumente:

- AMIA, The Association of Moving Image Archivists, ed., 'Fact Sheet 6 – Common Tape Problems', 'Fact Sheet 9 – Tape Inspection', 'Fact Sheet 10 – Tape Cleaning and Equipment Maintenance', 'Fact Sheet 11 – Rejuvenating Unplayable Tapes', alle o. J. Online auf Amianet.org, Stand: 17.2.2022.
- Für die Inspektion im Zusammenhang mit Bedingungen für die langfristige Erhaltung siehe auch die internationalen Standards AES 22-1997 und ISO 18923.

Letzte Anpassung: November 2019

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

6.1 Bewertung von Videos

Beispielsweise sind aus dem archivwürdigen Teil eines Bestandes nur eine Auswahl von Videodokumenten für eine spezifische Vermittlung oder Herstellung einer spezifischen DVD-Edition geeignet.

Sind beispielsweise in einem Videobestand unterschiedliche Bandformate vorhanden, empfiehlt es sich, jene für Erhaltungsmassnahmen zu priorisieren, deren Erhaltungszustand sich rasch verschlechtert oder wo Obsoleszenz Digitalisierungsmassnahmen verteuert, je länger damit gewartet wird.

Die Eigenschaft von Video als reproduzierbares Medium führt zur Herausforderung, dass man es oft mit mehrfachen Kopien derselben Aufnahmen mit unterschiedlichem Status (z. B. Originalmaster und Vertriebs- oder Ausstellungskopien) oder verschiedenen Generationen (Original, Ersatzkopien) zu tun hat. Diese mehrfach vorliegenden Dokumente sind nicht immer einfach als Doubletten oder Versionen (z. B. Zusammenschnitt, Sprachversionen) identifizierbar, weil dafür nicht selten verlässliche und vollständige Metadaten fehlen. Auch für die Identifikation der Kopie mit der besten erhaltenen Qualität kann man sich nicht auf einfache Regeln (z. B. ältestes oder professionelles Format) verlassen, sondern ist oft gezwungen, einzelne Kopien zu prüfen. Auch wenn es sich dabei nicht um Bewertungsfragen handelt, gehört die Kassation von klar identifizierten Doubletten und mehrfach (z. B. in anderen Archiven) überlieferter Videos zu wichtigen Aufgaben bei der Erhaltung von Videodokumenten. «Liegen die Urheber- und Verwertungsrechte anderswo, kann dies Indiz einer möglichen Doppelüberlieferung sein.»

(Kretschmar 2004, S. 94)

Während bei der klassischen archivischen Bewertung die Form der bewerteten Unterlagen eine untergeordnete Rolle spielt, stellen sich im Zusammenhang mit den spezifischen Eigenheiten von Videos wesentliche formale Fragen, welche Bewertungscharakter haben. So sind gemäss dem Referenzmodell OAIS die signifikanten Eigenschaften der archivierten Objekte zu erhalten. Im Fall von Video betrifft das potentiell eine Reihe möglicher Funktionalitäten (z. B. Kapitelauswahl, Einstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten) sowie technischer Elemente (Timecode, Tonspuren, Abtastmethode u. ä.) welche auch als «video payload» (Fleischhauer 2018) bezeichnet werden. Bei der Archivierung werden Entscheide gefällt, welche je nach konkretem Fall einen Einfluss auf diese technischen Elemente haben (z. B. deren Verlust) und damit Bewertungscharakter haben. Ähnlich verhält es sich mit technischen Parametern wie der Auflösung, Farbräumen, Bit-tiefen und insbesondere die Art und Stärke der Kompression, deren Wahl einen Einfluss auf die überlieferten Eigenschaften von Video und allfällige Informationsverluste haben. Der klassische archivische Bewertungsentscheid über die Erhaltungswürdigkeit muss also für eine angemessene Bewertung von Videos ergänzt werden mit dem Entscheid über die geeignete Form der Erhaltung (Cocciolo 2016, S. 15ff).

Bibliografie und Links

- Kretschmar, 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
- Fleischhauer, Carl. „IASA-TC 06 video guideline: video ‚payload““. Carl Fleischhauer’s blog (blog), 15. Juni 2018. [Online](#), Stand: 19.2.2022
- Cocciolo, Anthony: Moving Image and Sound Collections for Archivists. Society of American Archivists, 2017.

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 Videos

Im Fachgebiet der Konservierung und Restaurierung wird zwischen der präventiven Konservierung, der Konservierung und der Restaurierung unterschieden. Die präventive Konservierung umfasst Massnahmen, die der Erhaltung eines Objekts dienen, ohne das Objekt selbst direkt zu bearbeiten. Dazu zählen in erster Linie die Einhaltung von klimatischen Werten, der Ausschluss von Licht, Schadgasen etc., welche im Kapitel Erhaltungsbedingungen beschrieben sind. Arbeitsschritte, die am Objekt selbst durchgeführt werden, um weitere Schäden zu vermeiden (z. B. eine Reinigung), gelten als Konservierung. Zur Restaurierung zählen Massnahmen, die u. a. auch die ästhetische Integrität eines Objekts wiederherstellen. Restaurierung erfordert Infrastruktur, Erfahrung und Kompetenzen von Fachpersonal.

Bei der Erhaltung von Magnetbändern sind präventive Konservierungsmassnahmen wie die Einhaltung stabiler Klimawerte die effizienteste Strategie.

Bei stark degradierten Magnetbändern können konservatorische und restauratorische Massnahmen für die Erhaltung wie auch für das Abspielen/Digitalisieren (z. B. zur Anfertigung von Archiv-/Arbeits- oder Benutzungskopien vom Original) unumgänglich sein. Bei Schadensbildern wie Ausblühungen auf der Bandoberfläche, Kleben und Quietschen von Magnetbändern beim Abspielen sind eine Reinigung (mit Reinigungsmaschinen und/ oder manuell) und das Herabsenken der Materialfeuchte (durch Trocknungsmittel und/ oder Wärme) die wichtigsten Massnahmen, um die Abspielbarkeit wiederherzustellen.

Alle mechanischen Schäden am Magnetband werden als Beeinträchtigungen des Signals sichtbar. Kleinere Verluste der Magnetschicht erzeugen Dropouts im Bild, grössere Verluste oder Beschädigungen wie Knicke, Kratzer oder überdehnte Magnetbänder manifestieren sich als mehr oder weniger drastische Schäden im Bild.

Das aufgezeichnete Signal kann aus technischen Gründen nur während eines Kopierprozesses oder durch nachträgliche Bearbeitung dessen encodierter Form (Videodatei) restauriert werden. Kleinere Schäden wie Dropouts lassen sich während der Digitalisierung durch den Einsatz von TBCs teilweise kompensieren oder können u. U. auch digital retuschiert werden. Nachträgliche Veränderungen dürfen aus restorationsethischen Gründen nur an Kopien vorgenommen werden.

Jede Art von Konservierung und Restaurierung muss dokumentiert werden und für die Nachwelt nachvollziehbar bleiben. Falls mit externen Fachleuten gearbeitet wird, muss diese Dokumentation Teil der Lieferobjekte sein.

Zusammensetzung und mögliche Schäden des Videobands

In der Regel bestehen Videobänder aus drei Schichten: der Trägerfolie, der Magnetbeschichtung sowie der Rückseitenbeschichtung. Die für Videobänder verwendete Trägerfolie besteht aus PET (Polyethylenterephthalat) oder – für viele der dünnen digitalen Videobänder – aus PEN (Polyethylenaphthalat). Die Magnetbeschichtung, in der die Videoaufzeichnung gespeichert wird, besteht aus einer Emulsion von Magnetpartikeln, Bindemitteln, Gleitmitteln, Abrasiva (zur Ton- und Videokopfreinigung), Tensiden und anderen speziellen Chemikalien (wie Fungiziden). Das in der Magnetbeschichtung enthaltene Bindemittel dient dazu, die Magnetpartikel auf der Trägerfolie festzuhalten.

Jeder Hersteller verwendet für die Magnetbeschichtung eine eigene Zusammensetzung, welche als Industriegeheimnis gehütet wird. Manchmal blieben die verwendeten Formeln über mehrere Jahre gleich, oft wurden sie jedoch auch im Lauf der Marktpräsenz eines Produktes mehrfach modifiziert. Die fehlenden Informationen sowie die komplexe Zusammensetzung der Magnetbeschichtungen machen eine genaue Bestimmung der Lebensdauer einer bestimmten Videoband-Marke unmöglich. Allgemein machen die Magnetpartikel selbst etwa 40% der Emulsion aus. Die Magnetkraft (Koerzitivkraft) der Partikel hat sich mit der technischen Entwicklung vervielfacht; je grösser die Magnetkraft, desto dichter kann Information gespeichert werden.

Ab 1987 wurden für Videokassetten Bänder mit der Bezeichnung «Metal particle (MP)» verwendet. Solche wurden davor für gewisse Tonbänder eingesetzt, wobei die Metallpartikel oft oxidierten und zu Abspielproblemen (und dem schlechten Ruf solcher Bänder) führten. Für Videobänder wurden dagegen immer Verfahren angewendet, welche die Oxidierung verhindern (Coating). «Metal evaporated (ME)» Magnetpartikel wurden 1989 von Sony für sein Hi-8 Format eingeführt. Bis 1996 produzierte Bänder machten Erhaltungsschwierigkeiten; die Erhaltungsfähigkeit später produzierter Bänder ist sehr unterschiedlich.

Seit Ende der 1960er Jahre werden die meisten Bänder mit einer dünnen Rückbeschichtung aus synthetischen Kohlenstoffpartikeln versehen. Diese Schicht gibt dem Band mehr Stabilität und verhindert statische Aufladungen, ist allerdings auch vom «sticky shed syndrom» betroffen (s. u.).

Die Lebenserwartung von Videobändern ist durch ihre Format-Obsoleszenz und ihre Materialität eingeschränkt. Obwohl das PET der Trägerfolie ein äusserst stabiles Materi-

al ist und bei Aufbewahrung unter günstigen Bedingungen von einer Lebensdauer von mehreren hundert Jahren ausgegangen wird, so ist doch die Magnetbeschichtung wesentlich kürzer haltbar.

Je nach Zusammensetzung des Bindemittels und der Aufbewahrungsbedingungen entwickeln manche Bindemittel bereits nach einigen Jahren Zerfallserscheinungen. In solchen Fällen kann die Magnetbeschichtung, in der die Aufzeichnung gespeichert ist, schwächer oder stärker beschädigt werden. Typische Schadensphänomene sind der Gleitmittelaustritt aus der Bindemittelschicht, der in Form weisslicher Rückstände im Abspielgerät sichtbar wird. Ebenfalls häufig ist ein hydrolytisch induzierter Abbau der Magnetschicht und der Rückseitenbeschichtung («sticky shed syndrom»). Durch diese Degradation verkleben die Videobänder beim Abspielen, was sich zunächst als Quietschen bemerkbar macht. Werden Bandpfad und Wiedergabeköpfe verschmutzt, so kommt es zum Zusetzen der Köpfe, dem sog. „Head Clog“.

Bei stark degradierten Magnetbändern kommt es in seltenen Fällen vor, dass sich die gesamte Magnetschicht während dem Abspielen von der Trägerfolie löst. Eine klebende Magnetbeschichtung kann in Teilen regeneriert werden, indem ihre Materialfeuchte gesenkt wird (längerfristige kühle Trockenlagerung). Für ausgeprägten Gleitmittelverlust sind „Re-Lubrication-Verfahren“ entwickelt worden, die allerdings v. a. für Audiobänder und kaum für Videobänder eingesetzt wird. (Amia Fact Sheet 4)

Obsoleszenz, Zerfall und Zeithorizont

«Der Begriff Obsoleszenz (von lat. obsolescere, sich abnutzen, alt werden, aus der Mode kommen, an Ansehen, an Wert verlieren) bezeichnet, dass Produkte oder Wissensbestände auf natürliche oder künstlich beeinflusste Art veraltet sind oder altern. Das zugehörige Adjektiv obsolet im Sinne von nicht mehr gebräuchlich bzw. hinfällig bezeichnet generell Veraltetes, meist Normen, Therapien oder Gerätschaften.»(Wikipedia, Obsoleszenz) Es ist wohl kein Zufall, dass der Wikipedia-Artikel mit dieser Definition mit einem Anhänger voller VHS-Videokassetten illustriert ist: Der höchst dynamische technische Wandel von Video führt dazu, dass Obsoleszenz eine der grössten Gefahren für dessen Erhaltung darstellt.

Obsoleszenz ist ein gradueller Zustand, dessen Auftreten kaum genau determiniert werden kann. Mit unbeschränktem Aufwand werden einzelne Bänder wohl immer irgendwie gelesen werden können, sofern es ihr Zustand zulässt. Gleichzeitig wird es mit der Einstellung der Produktion und der zunehmenden Verknappung von Geräten, Ersatzteilen und Fachwissen immer schwieriger, grössere Mengen wirtschaftlich vertretbar und qualitativ angemessen zu sichern.

Informationen von Herstellern, das Beobachten des Angebots an Dienstleistungen und die realistische Annahme stets beschränkter Mittel erlauben vor dem Hintergrund der beschränkten Haltbarkeit von Magnetbändern Schätzungen zur Frist, innerhalb derer grössere Bestände digitalisiert werden müssen, um das auf ihnen gespeicherte Kulturgut nicht zu verlieren. Im aktuellen Fachdiskurs wird heute von einer Frist von je nach Format bis 2023–2028 gesprochen. (Sony, Professional announces) Die Ankündigung von Sony, einem der wichtigsten Hersteller von Videogeräten, im Oktober 2014, angesichts des weltweiten Trends zu dateibasierter Produktion den Verkauf und Vertrieb von professionellen Videobandgeräten per Ende März 2016 aufzugeben, gibt dieser Frist zusätzliches Gewicht (siehe Amia-L). Reparaturdienstleistungen sollen zwar noch bis 2023 angeboten werden und der Verkauf von Bändern sei nicht betroffen, aber für die Planung in Gedächtnisinstitutionen ist diese Ankündigung relevant. Physische Videobänder sind heute nur noch unter dieser Einschränkung eine mögliche Option als Zielformat bei Überspielungen als Erhaltungsmassnahme und die Sicherung von auf Videobändern vorhandener Dokumente muss rasch an die Hand genommen werden.

Aus der drohenden Obsoleszenz – fallweise verstärkt durch Aufbewahrungsschäden bzw. Zerfall – von Videobändern ergibt sich eine hohe Dringlichkeit für Erhaltungsmassnahmen. Diese wiederum werden wesentlich erschwert durch die knappe und weiter schwindende Verfügbarkeit von Geräten, Ersatzteilen sowie insbesondere auch Fachwissen und Dienstleistungsangeboten. Diese Verknappung führt auch dazu, dass die verbleibenden Angebote sich voraussichtlich verteuern werden. Gedächtnisinstitutionen sind daher gut beraten, wenn sie bei der Erhaltung vorhandener Videobänder rasch und überlegt handeln!

Raumklima und Umgebungsgestaltung

Für die Erhaltung von Magnetbändern sind die Bedingungen entscheidend, unter denen sie aufbewahrt und abgespielt werden. Die «richtige Umgebung» für die Erhaltung von Videobändern ist stark von Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig, aber es gibt auch noch weitere wichtige Umgebungsfaktoren. Dazu gehören Lichteinstrahlung, An- bzw. Abwesenheit von Verunreinigungen sowie die Beschaffenheit und die Ausstattung der Räume, in denen Videobänder aufbewahrt und abgespielt werden. Alle diese Faktoren beeinflussen die Lebenserwartung eines Videobandes.

Weil verschiedene Medien verschiedene klimatische Bedingungen bevorzugen, ist dafür zu sorgen, dass Videobänder separat gelagert werden. Gehören zu einem Band, z.B. als Teil eines Kunstwerks, noch andere Objekte und/oder Zusatzinformationen auf anderen Trägern, sind diese vom Band getrennt aufzubewahren. Selbstverständlich muss die Zusammengehörigkeit auf beiden Seiten mit einem Metadateneintrag markiert werden.

Empfehlungen für die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit

Wie alle anderen Speichermedien werden auch Magnetbänder direkt durch die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Die Lebenserwartung von Bändern steigt bei der Aufbewahrung in einer kühlen, trockenen Umgebung mit gleich bleibender Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Insbesondere hohe Luftfeuchtigkeit ist schädlich, da sie beim Bindemittel Hydrolyseprozesse auslösen kann (Sticky Shed Syndrome).

Die folgenden Bedingungen sind für die längerfristige Aufbewahrung von Magnetbändern auf Polyesterbasis (wie z.B. Videobänder) vertretbar: 20°C bei 20-30% relativer Luftfeuchtigkeit, 15°C bei 20-40% relativer Luftfeuchtigkeit oder 10°C bei 20-50% relativer Luftfeuchtigkeit. Die optimalen Bedingungen für langfristige Aufbewahrung sind 8°C (unter keinen Umständen weniger) und eine relative Luftfeuchtigkeit von 25%. Dabei sollten in einem Zeitraum von 24 Stunden Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit nicht mehr als $\pm 5\%$ und Temperaturveränderungen nicht mehr als $\pm 2^\circ\text{C}$ betragen.

Die Bedeutung gleich bleibender Umgebungstemperatur und konstanter relativer Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung von Videobändern kann nicht stark genug betont werden.

Klimatische Veränderungen bewirken bei Materialien, aus denen Magnetmedien bestehen, Ausdehnung bzw. Kontraktion. Dadurch verändern sich die physischen Masse der Medien, was wiederum zur Folge haben kann, dass das Band nicht ordnungsgemäss abgespielt werden kann. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, die klimatischen Bedingungen ständig zu überwachen.

Beim Gebrauch von Magnetbandmedien sollte die Temperatur zwischen 18°C und 25°C und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 15% und 50% liegen.

Auf keinen Fall sollten Bänder einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 65% ausgesetzt werden. Bei höheren Feuchtigkeitswerten steigt die Gefahr von Pilzbefall stark an.

Die Gefahr eines Bandzerfalls sinkt, wenn das Video nur während eines minimalen Zeitraums aus der Archivumgebung entnommen wird.

Akklimatisierung

Bei grossen Temperaturunterschieden zwischen Lager- und Abspielort sollte dem Band eine Akklimatisierungsmöglichkeit gegeben werden, sonst kann es zu Abspielschwierigkeiten wegen Spurfehlern, unsauberem Aufspulen oder zu Kondensation von Feuchtigkeit auf dem Band kommen.

Vorraussetzung für einen Akklimatisierungsvorgang ist eine abgeschlossene Umgebung

mit kontrollierbarem Klima, wie z.B. ein kleiner, verschliessbarer Raum, dessen Klima den Bedingungen am Verwendungsort des Bandes ähnelt.

Auch wenn die Temperaturunterschiede klein sind, empfiehlt es sich, ein Band einige Zeit vor dem Gebrauch im Abspielraum stehen zu lassen.

Der Akklimatisierungsvorgang kann verkürzt oder ausgelassen werden, wenn Arbeitskopien vorhanden sind, die unter ähnlichen Bedingungen gelagert werden, wie sie am Visionierplatz herrschen.

Einrichtung

Auch die konkrete Einrichtung eines Raumes, in dem Videobänder aufbewahrt und abgespielt werden, sollte gründlich durchdacht werden.

– Die Räume, in denen das Material aufbewahrt und bearbeitet wird, sollten gut isoliert und abgedichtet sein, damit die angemessene Temperatur und der richtige Luftfeuchtigkeitsgrad aufrechterhalten werden und keine Schädlinge oder andere Tiere eindringen können.

– Zur Vermeidung von gasförmigen Verschmutzungen sollte die durch die Aussenluftzufuhr einfließende Luft mit Hilfe eines HEPA-Filters mit einem Rückhaltevermögen von 99,5% gefiltert werden.

– Der Archivraum sollte keine Fenster haben, damit die Bänder nicht durch ultraviolette Strahlen beschädigt werden.

– Videobänder sollten nicht auf dem Boden sondern in Regalen aufbewahrt werden. Dabei ist es wichtig, dass die Regale ausreichende Luftzirkulation rund um die Bänder zu lassen.

– Die Regale müssen so eingerichtet sein, dass die Videobänder stehend in fest verschlossenen Behältern gelagert werden können.

– Auch alle Arbeitseinrichtungen sollten in einem Abstand zum Boden angebracht werden.

– Wände, Böden und Decken des Archivraumes sollten aus staubfreiem, leicht zu reinigendem Material bestehen. Wände und andere Abgrenzungen sollten so angelegt sein, dass keine Feuchtigkeit auf den inneren Flächen kondensiert.

– Der Boden muss mit einem Wasserstaubsauger, einem Staubsauger mit Abluftschlauch oder mit einem Staubsauger gereinigt werden, der über einen HEPA-Filter der Klasse 11 (Rückhaltevermögen 95%) oder höher verfügt.

Umspulen

In alten Ratgebern zum Umgang mit Videokassetten findet man öfters den Hinweis, die Kassetten müssten regelmässig umgespult werden. Heute gehen die meisten Experten aber davon aus, dass dies bei einer sachgemässen Lagerung nicht nötig ist, dass damit im Gegenteil sogar mehr Schaden als Nutzen angerichtet werden kann.

Nach langen Transporten hingegen ist es empfehlenswert, die Bänder vor Gebrauch oder vor der langfristigen Einlagerung vor und zurück zu spulen, damit das Band wieder fest und korrekt auf der Spule sitzt.

Wichtig ist, dass die Videos nach jedem Gebrauch zurückgespult werden, da sich sonst Druckstellen bilden, die zur Beschädigung des Bandmaterials führen. (Amia Fact Sheet 8)

Bibliografie und Links

- AMIA, The Association of Moving Image Archivists, Fact Sheet 4 – Structure and Composition of Videotape; Fact Sheet 8 - Environmental Conditions, 2002. Online auf Amianet.org, 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
- Obsoleszenz – Wikipedia-Artikel, [Online](#), Stand: 22.2.2022
- 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

Letzte Anpassung: Februar 2022

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 Archivmaterie 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 Wertegeraster (u) (siehe Abb. 1a-d).

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

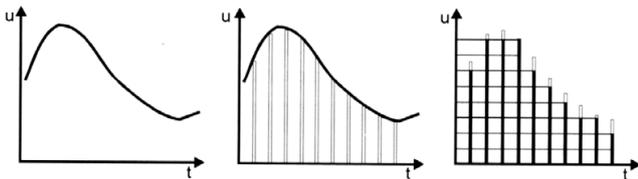


Abb. 1a) Abtastung mit engem zeitlichem Raster. Bild: D. Pfluger

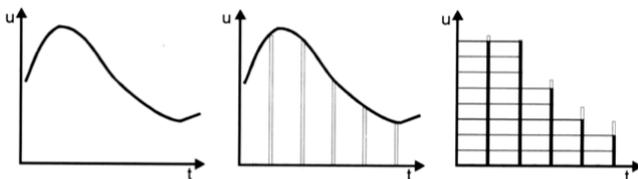


Abb. 1b) Abtastung mit weitem zeitlichem Raster. Bild: D. Pfluger

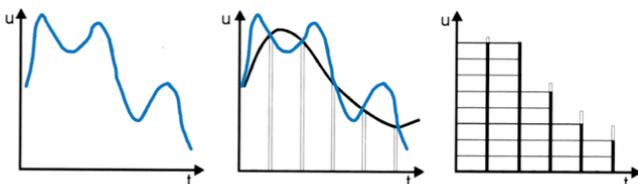


Abb. 1c) Wird das Signal zeitlich in zu grossen Abständen abgetastet, kommt es zu einer schlechten Reproduzierbarkeit. Bild: D. Pfluger

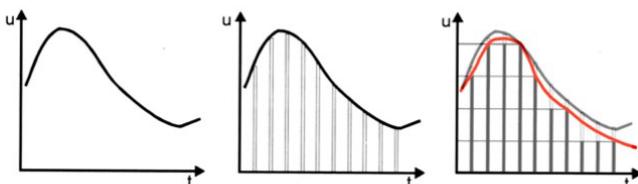


Abb. 1d) Wird die Zahl der Quantisierungsstufen herabgesetzt, so wird vor allem die Amplitude schlechter reproduziert. Bild: D. Pfluger

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)

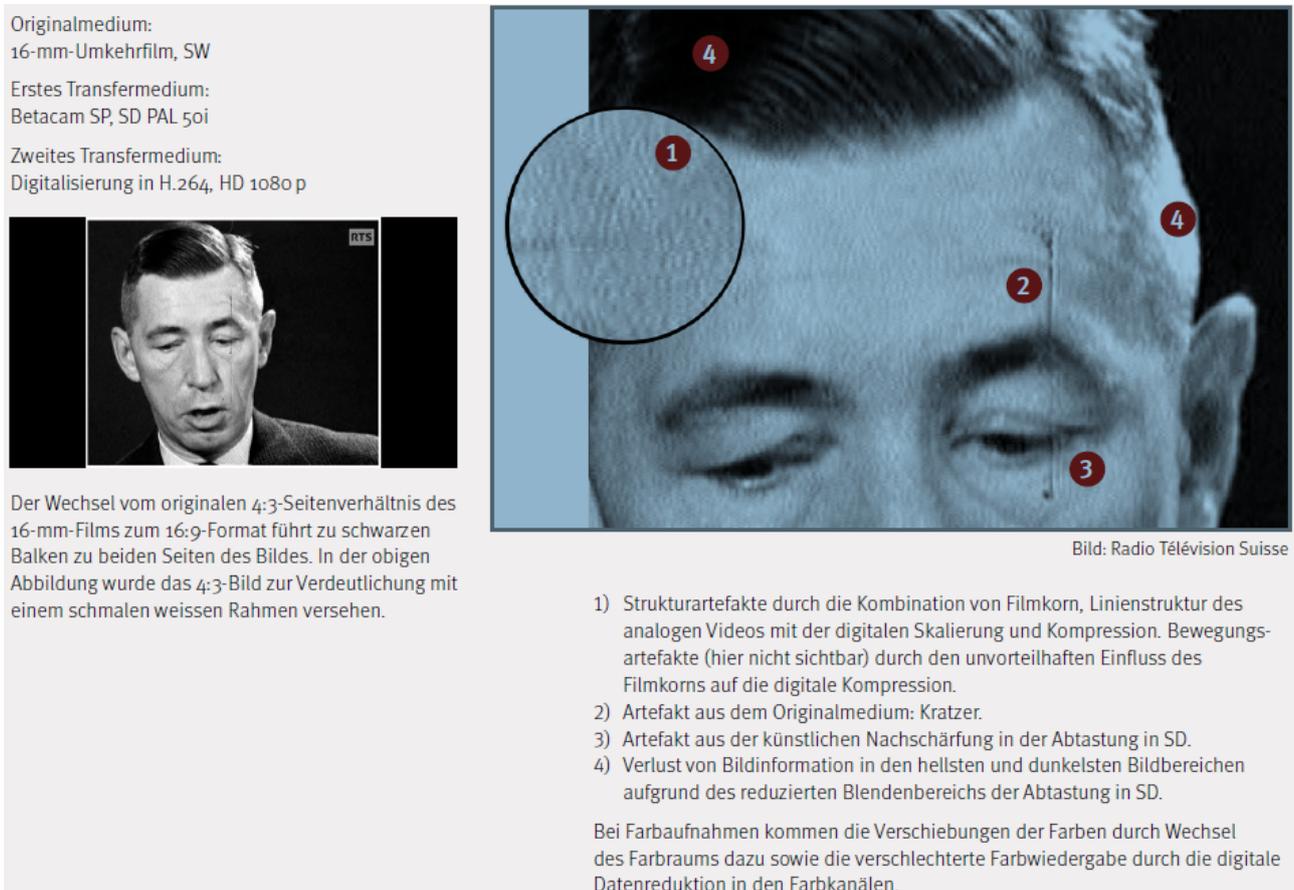


Abb. 3: Beispiel der Konsequenzen mehrfachen Medientransfers

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 archivische 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 Digitalisierung von Videos

Video von der Aufnahme bis zur Archivierung

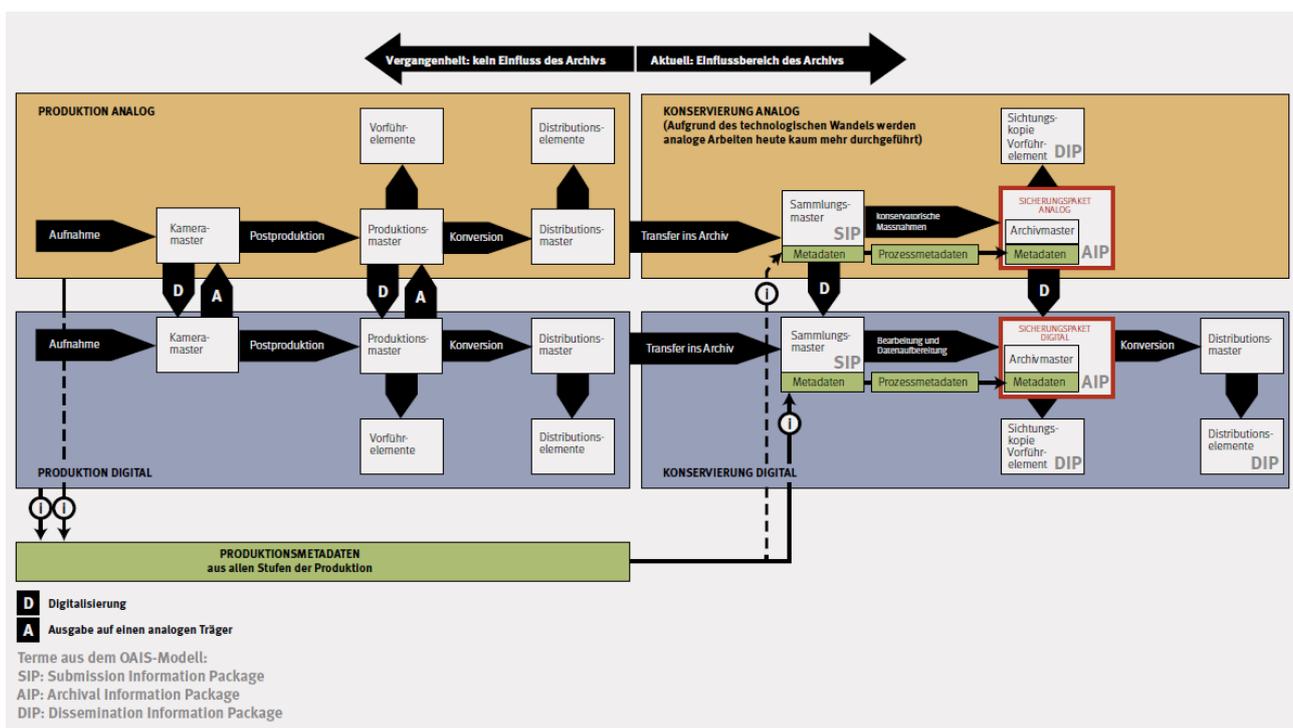


Abb. 1: Workflow Video. Übersicht der Abläufe von der Aufnahme zum Sicherungspaket für die Archivierung von Video.

Spezifika der Videodigitalisierung

Es existieren spezifische Besonderheiten von Video, die man während der Digitalisierung beachten muss, um ein möglichst originalgetreues Digitalisat zu erzeugen. Das setzt unter anderem eine breite Kenntnis der Aufnahme-, Produktions- und Vorführtechnik voraus.

Wird mit einem Dienstleister zusammengearbeitet, so muss dieser grundsätzlich bereit sein, seine Arbeitsgeräte anzugeben und die Signalpfade und Prozeduren zu erläutern und zu diskutieren und diese sollten Gegenstand eines Werkvertrages sein. Ebenso sollten seine Anlagen besichtigt werden können, die Angaben auf seiner Website genügen dazu in der Regel nicht. Es soll im Folgenden auf einige Besonderheiten aufmerksam gemacht werden, die bei der Videodigitalisierung zu beachten und allenfalls mit einem Dienstleister zu besprechen sind.

Es ist immer besser, bereits während der Digitalisierung jegliche Qualitätsverluste zu vermeiden, weil diese nachträglich mit digitalen Mitteln nur oberflächlich korrigiert werden können. Für die Digitalisierung sind daher Bandgeräte zu wählen, welche das Beste aus der noch vorhandenen Substanz der analogen Träger herausholen. Während der Lebensdauer eines Videoformates sind oft beträchtliche technische Fortschritte gemacht worden, die eine merkliche Verminderung des Bildrauschens sowie Verbesserungen der Auflösung und Bildstabilität gebracht haben, dies auch innerhalb der ursprünglich festgelegten Formatspezifikationen. Daher eignen sich in der Regel Geräte der letzten Generation am besten, die zudem möglichst wenig Betriebsstunden (v. a. Videoköpfe) haben und die regelmässig oder kurz vor der Digitalisierung gewartet wurden. Auch lange nicht verwendete Geräte mit wenig Betriebsstunden können «Standsschäden» aufweisen! Grundsätzlich sind professionelle Industrieeräte den Consumergeräten eines Formates vorzuziehen, aber nur innerhalb einer gewissen Zeitspanne der Produktion und nur bei den jüngsten Modellen. Bei den Formaten Video8 / Hi8 sowie der VHS-Familie kommt es vor, dass die besten Consumergeräte der letzten Generation sichtbar bessere Bildqualität liefern als 15 bis 20 Jahre ältere professionelle Geräte derselben Formate, die ein Vielfaches gekostet haben. Ein kritischer visueller Vergleich der Bildqualität vorhandener Geräte kann sich lohnen, wenn das Budget keine Neu- oder Altbeschaffung erlaubt.

Bei sehr alten Bändern ist die Trackingregelung während der gesamten Dauer der Überspielung sehr sorgfältig vorzunehmen, nach Möglichkeit mit Monitoring des FM-Signals ab Videokopf oder wenigstens mittels Messung von dessen Stärke mit entsprechender Anzeige.

Unter der Voraussetzung eines guten Gerätezustands: Quietscht das Band oder ist das Bild massiv instabil in horizontaler und/oder in vertikaler Richtung oder verrauscht das Bild bis hin zum «Schnee», so weist das Band Alterungsschäden auf und bedarf einer Behandlung vor dem Digitalisieren. Diese kann mehr oder weniger aufwändig werden, aber grundsätzlich gilt, dass die Information noch auf dem Band ist, auch in genügender Stärke, um sie zu lesen, dass aber die physikalischen Eigenschaften der Bandoberfläche ein Abspielen erschweren oder verhindern. Solange sich die Schicht nicht vom Träger

löst, ist die Prognose für eine Abspielbarkeit grundsätzlich positiv!

Auch wenn ein Videoband äusserlich keine Alterungserscheinungen erkennen lässt, sollte es vor dem Digitalisieren durch eine Reinigungsmaschine (sog. Tape Evaluator) laufen, die zusätzlich zur Reinigung die Bandoberfläche glättet (dazu dient eine eingebaute Saphirklinge, die allerdings entgegen ihrer Bezeichnung nichts wegschabt, sondern das Band eigentlich mittels einer gerundeten Kante poliert). Entsprechende Geräte gibt es vom Hersteller RTI für die Formatfamilien U-matic, VHS und Betacam. Die Durchlaufzeit pro Band beträgt wenige Minuten; obwohl Reinigungsmaschinen in der Anschaffung fast das Preisniveau eines Kleinwagens erreichen, lohnt sich ein Blick auf offerierte Preise für die Reinigung.

Aus restaurierungsethischen Gründen ist die Signalintegrität zu wahren. Dies schliesst die Anwendung einer digitalen Maskierung oder Skalierung aus, mit der flatternde seitliche Ränder oder am unteren Bildrand sichtbare Kopfwechsel versteckt werden; dies gilt, obwohl diese früher durch die Gehäuseänder vor den Röhrenmonitoren weniger sichtbar waren. Die Signalintegrität verbietet auch ein De-Interlacing zwecks Umwandlung in Progressive Scanning. Hässliche, das Bild verunstaltende Kammstrukturen bei Bewegungen sind hier die Folge. Zu ihrer Dämpfung darf auch nicht die vertikale Auflösung halbiert werden, indem nur jedes zweite Halbbild berücksichtigt wird. Beim Digitalisieren ist die seitliche Bildlage so einzustellen, dass das (analoge) Bild stets genau im digitalen Fenster eingemittet wird. In zahlreichen analogen Produktionen kann die seitliche Lage auch von Szene zu Szene springen. Eine aufwändige Digitalisierung würde dem Rechnung tragen und die seitlichen Sprünge zu korrigieren versuchen, was allerdings mehrere Durchgänge erforderlich macht. Die Sprünge sind eindeutige technische Mängel aus der Produktion und in diesem Sinne zwar auch historisch bedingt, aber nicht unbedingt erhaltenswert!

Auch jegliches Beschneiden, Panning, Stauchen oder Dehnen zum Zwecke der Anpassung des alten 4:3-Seitenverhältnisses an das aktuelle 16:9-Format ist eine unzulässige Veränderung der Bilder. Die dunklen Balken auf den Schmalseiten des neuen Bildes sind zu akzeptieren, sie sind Zeugen des Kultur- und Technologiewandels, der nachvollziehbar bleiben muss. Dies gilt sowohl für die Digitalisierung als auch für jegliche Verwendungszwecke (Projektion, Ausstrahlung, Edition usw.). Der langfristig aufbewahrte Archivmaster soll nicht nur das originale Seitenverhältnis behalten, sondern auch die Anzahl Zeilen pro (Halb-)Bild. Ein direktes Hochrechnen würde die Signalintegrität verletzen. Entsprechendes gilt für die Anzahl Pixel von genuin digitalen Quellen bei deren Einlesen.

Zur Stabilisierung analoger Videobilder ist ein Time Base Corrector (TBC) in der Regel unerlässlich, weil zahlreiche Analog-/Digital-Wandler vorwiegend im professionellen

Bereich instabile Signale schlecht verarbeiten und z. B. Bilder auslassen oder blockieren. Für sehr alte Formate (Offenspulen) oder ohne Farbverriegelung editierte U-matic-Bänder der 1970er-Jahre kann die Verwendung von gleichzeitig zwei TBCs notwendig werden: einem alten, der mit den historischen Unstabilitäten (grösseren Toleranzen im Timing der Signale, Phasensprung im Farbhilfsträger) umgehen kann, sowie einem modernen, der das Farbsignal von Moirée-Störungen befreit und das eventuell immer noch zu instabile Signal des historischen TBC den engen Toleranzen des Wandlers anpasst. Seitliche Verwellungen (Jitter), Schwankungen und weitere Instabilitäten aller Art können nach der Digitalisierung (streng genommen: bereits am Ausgang des TBC) nicht mehr korrigiert werden, weil sie Bildinhalt geworden sind, der mit neuen, stabilen Synchronsignalen unterlegt wurde. Der Wahl der richtigen TBCs kommt also eine eminent wichtige Bedeutung zu, die etwas Erfahrung und Erfahrungsaustausch erfordert. Die Verwendung eines passenden historischen TBC kann – abhängig vom zu stabilisierenden Signal – erforderlich sein, darf aber keinesfalls als Universalrezept missverstanden werden. Auch hier sind gewaltige technische Entwicklungen gemacht worden, die sich auf die Bildstruktur auswirken. Also nur so viel alt wie nötig, sonst so modern wie möglich.

Die Einstellmöglichkeiten des TBC (Helligkeit, Kontrast, Farbsättigung) sind mit Kenntnis und Bedacht zu verwenden. Es darf keinesfalls ein altes graues Bild mit schwachen Farben auf moderne Kontraste getrimmt werden, wie wir sie von digitalen Medien her kennen. Eine gute Kenntnis von Werken und Dokumenten aller Epochen elektronischer Bilder ist unerlässlich, um historisch adäquate Einstellungen vorzunehmen. Gemässigte Anpassungen an den technisch möglichen und üblicherweise auch auszufüllenden Kontrastumfang des Videokanals können allerdings sinnvoll sein. Dazu ist auf jeden Fall ein Waveform-Monitor notwendig, der das Videosignal visualisiert und die Fähigkeit hat, dieses Signal zu interpretieren. Bei Kontrast- und Helligkeitsanpassungen ist peinlich genau darauf zu achten, dass keine Teile des Signals beschnitten werden, insbesondere auch nicht Spitzlichter oder Rauschanteile in der Nähe des Schwarzwertes. Sie wären dann unwiederbringlich verloren, was auf keinen Fall zu tolerieren ist, auch wenn dabei die Bildwirkung vermeintlich besser wird. Für eine Anpassung, die eigentlich immer nur eine Verstärkung des Kontrastes sein kann – eine Verminderung ist nie sinnvoll –, spricht auch der Umstand, dass sehr bald auch alte Videobilder nur noch auf Flachbildschirmen bzw. in Projektion zu sehen sein werden und dass diese keine wirklichen Korrekturmöglichkeiten für Helligkeit und Kontrast mehr bieten wie die bisherigen Röhrenmonitore, die in einem relativ grosszügigen Rahmen noch an das vorzuführende Material angepasst werden konnten.

Diese Bemerkungen beziehen sich auf Videomaterial, das nicht mit professionellem Equipment und entsprechender (Studio-)Beleuchtung hergestellt wurde und dessen Si-

gnal von allem Anfang an nicht den Normwerten entsprach, die an sich über Jahrzehnte gegolten haben und die eine Vorführung auf einem modernen Display ohne weiteres möglich machen.

Wenn Anpassungen in Kontrast und Helligkeit gemacht werden, dann sollen sie behutsam und verantwortungsvoll erfolgen, ohne zwingend das technisch Mögliche auszureizen. Die Spuren fehlender technischer Perfektion bei der Entstehung sollen hier nicht verwischt werden – sie gehören zum historischen Gehalt der Quelle. Anhand von Beispielen sollen sie auch hinreichend dokumentiert werden (Bildschirmaufnahmen des Waveform-Monitors mit und ohne Korrektur, Videofile mit kurzen Ausschnitten mit und ohne Korrektur; Zahlenwerte abzuschreiben von Einstellknöpfen, ist hingegen sinnlos). Werden keine Signalanteile abgeschnitten, so könnten diese Massnahmen aufgrund der Dokumentationen auch wieder rückgängig gemacht werden.

Hat ein Abspielgerät einen eingebauten TBC und ist dieser überbrückbar, so sind beide Varianten miteinander zu vergleichen: eingebauter oder externer TBC. Hat der eingebaute TBC zusätzlich eine Rauschminderungsmöglichkeit, so ist auch diese mit einer externen kritisch zu vergleichen.

Seit es die Möglichkeit der Rauschverminderung im Videobereich gibt, wird sie kontrovers diskutiert. Im Audibereich ist es längst gängige Praxis, bei der Digitalisierung keinerlei Filter anzuwenden, sondern diese nachträglich, je nach Zweck, einzusetzen. Im Videobereich waren bisher der Speicherplatz zu teuer und der Aufwand zu gross, um ein Rohdigitalisat ohne Rauschminderung zu erstellen, mit der Option einer nachträglichen Bearbeitung. Gegen die Rauschverminderung spricht die Maxime der Signalintegrität – denn jegliche Verminderung des Bildrauschens wird auch Bilddetails verändern oder abschwächen, die damit unwiederbringlich verloren sind. Für eine Rauschverminderung spricht die Tatsache, dass ein Teil des Rauschens bei den oft mehrfachen Kopierprozessen in der Geschichte eines Bandes entstanden ist und dass die Prozedur das Ergebnis an die ursprüngliche Erscheinung annähern will. Soll der Inhalt beispielsweise auf einer DVD mit ihrer starken Kompression verbreitet werden, so ist die Rauschverminderung sogar notwendig, damit keine hässlichen Kompressionsartefakte entstehen. Der hohe zeitliche Aufwand der Nachbearbeitung sowie die mindestens doppelten Speicherkosten erforderten bisher in der Regel einen Entscheid vor der Digitalisierung.

Falls eine Rauschverminderung vorgenommen wird, ist die Verwendung eines modernen, hochklassigen TBC zu empfehlen, der gleichzeitig auch die störenden Drop-outs relativ wirksam beseitigt. Mit der Umstellung des Fernsehens und der Industrie auf HD sind SD-Geräte regelmässig zu günstigen Preisen beschaffbar. Sie erlauben eine differenzierte Einstellung der Rauschminderung, die bei aller Verlockung moderat eingesetzt werden sollte.

Ist bei genügend vorhandenen Mitteln ein Rohdigitalisat vorgesehen, so kann das Rauschen nachträglich hardwareoder softwarebasiert vermindert werden. Das TBC-Modell TBS 180/185 von Snell & Wilcox hat digitale Ein- und Ausgänge, und seine Drop-out-Kompensation funktioniert auch mit einem bereits digitalisierten Signal ab Festplatte (selbstverständlich ausgespielt über die SDI-Verbindung), im Gegensatz zu allen älteren Drop-out-Kompensatoren, die nur ab analoger Quelle arbeiteten, und auch das meist nicht befriedigend! Mittels zwei Computern und je eines A/D-Wandlers könnte also eine perfekte Drop-out-Kompensation nachträglich und in Echtzeit erreicht werden ohne Wandlungsverluste (weil SDI), zu Kosten, die bei einem Bruchteil einer digitalen Videorestaurierungs- Software- und -Hardwarelösung liegen. Alternativ zu dieser zugebenermassen unkonventionellen Lösung aufgrund knapper Mittel kann auch ein Plugin zum Entrauschen für gängige Programme wie Premiere oder FinalCut, mit denen in der Regel ja digitalisiert wird, verwendet werden (z. B. Neat Video). Die Rechenzeit kann dann allerdings höher ausfallen und die Produktivität damit sinken. Ebenso scheint der Algorithmus für die Drop-out- Entfernung weniger leistungsfähig zu sein. Hinweis: die Drop-out-Entfernung ist an die Rauschminderung gekoppelt!

Bei dieser letztgenannten Vorgehensweise ist eine unkomprimierte Digitalisierung, zudem in 10 bit oder mehr, unerlässlich. Sie empfiehlt sich heute sowieso, weil vom (Roh-)Digitalisat, ob gefiltert oder nicht, in der Regel mehrere Derivate hergestellt werden: Archivfile, wenig komprimierte Handels- oder Vorführkopie, stärker komprimiertes Streamingformat für die hausinterne Verwendung oder die Distribution im Netz. Es ist ein geeigneter Workflow zu entwerfen, der die entsprechenden Derivate entweder zeitnah oder später erstellen lässt.

Der Entscheid, ob komprimierte oder unkomprimierte Dateien für die Archivierung hergestellt werden, ist abhängig vom Kontext (u. a. Menge und Stellenwert, zur Verfügung stehende Mittel), aber auch von der Ausgangsqualität des Materials. Allerdings genau andersherum als oft angenommen: Verrauschte Bilder machen jedem Kompressor zu schaffen, weil Rauschen eine unvorhersehbare «Information» ist, die Kompression aber auf vorhersehbaren und sich wiederholenden Bildstrukturen beruht. Ein stark rauschendes, verwackeltes VHS-Band erlaubt so paradoxerweise eine geringere Kompression als ein Betacam SP, das professionell beleuchtet und ab Stativ aufgenommen wurde (vorausgesetzt, ihr historischer Stellenwert ist aufgrund des Inhalts vergleichbar).

Beim Entscheid für oder gegen Kompression sollte unabhängig von den bereits genannten Aspekten auch die langfristige Sicherheit berücksichtigt werden, bei der eine unkomprimierte Datei besser abschneidet.

Formatempfehlungen für Videos

Für die Digitalisierung mit dem Ziel der digitalen Archivierung von Video hat sich weltweit kein einheitlicher Standard etabliert. Vielmehr sind sich Fachleute immer mehr einig, dass die Wahl von Codec, Container und technischen Parametern (Datenrate, Bildauflösung usw.) kontextabhängig (Erhaltungskonzept, Nutzungskonzept usw.) bleiben wird. Im Folgenden sollen daher verschiedene mögliche Kontexte mit konkreten Empfehlungen und Bemerkungen für die Formatwahl dargestellt werden. Es handelt sich um stark vereinfachte Szenarien, die in beliebiger Variation und Kombination auftreten können und nicht alle Möglichkeiten abdecken können. Sie sollen als Eckpunkte der Orientierung dienen. Es wird davon ausgegangen, dass ein Format gewählt werden muss, also weder ein bereits vorhandenes archiviert werden kann, noch bereits ein archivinterner Standard definiert ist.

Beispiel 1: Dokumentarischer Charakter

Ein Archiv will den rein dokumentarischen Inhalt einer grösseren Sammlung von VHS-, BetaSP- und MiniDV-Kassetten digitalisieren bzw. in Dateien umwandeln (lassen); die Ansprüche an die Erhaltung technischer und visueller Charakteristiken (z. B. Farbwiedergabe) sind verhältnismässig bescheiden, es geht primär um die Erhaltung des vermittelten Inhalts, nicht des visuellen Eindrucks. Auch ist nicht vorgesehen, die Videodokumente für neue Produktionen oder anspruchsvolle Ausstellungen zu verwenden. Ausserdem ist das Archiv nicht auf AV-Unterlagen spezialisiert und verfügt weder über spezialisiertes Personal noch besondere Infrastrukturen und finanzielle Mittel für die besonderen Ansprüche der digitalen Archivierung von AV-Unterlagen.

In einem solchen oder vergleichbaren Fall könnte die Digitalisierung in DV PAL und digitale Archivierung als DV-Dateien oder MXF-Dateien (DV-Datei plus Metadaten) als Kompromiss gewählt werden. Die Vorteile von DV sind die weite Verbreitung, von SMPTE standardisierte Spezifikationen, einfacher Umgang, der es dem nicht spezialisierten Archiv erlaubt, selber mit den Archivkopien umgehen zu können. Ausserdem erhält man verhältnismässig leichte Dateien, die Datenmenge ist für Video relativ gering (ca. 13 GB/Std.). Ein Entscheid zu diesem Kompromiss muss aber die Nachteile sehr bewusst erwägen und archivethisch rechtfertigen: DV arbeitet mit einer starken Kompression, welche zu Informationsverlusten führt und – je nach Zustand der Originale – schon bei der Digitalisierung Artefakte produziert, die mit überliefert werden, was in künftigen Migrationen möglicherweise noch zusätzliche Artefakte verursachen wird.

Beispiel 2: Kompromisslose Lösung

Als zweiten Fall kann die Archivierung z. B. von Videokunst skizziert werden. Unabhängig vom originalen Trägermedium sollen die Werke ohne jeden Verlust langfristig erhalten werden. Es handelt sich nicht um riesige Mengen an Werken, aber deren absolut werkgetreue Wiedergabe (insbesondere die audiovisuelle Erscheinung) hat oberste Priorität, weshalb Abtastrate, Bildwiederholfrequenz, Farbsampling, Scanning Methode (interlaced oder progressiv) dem Original entsprechen sollen.

In diesem Fall können 8- oder 10bit-4:2:2-uncompressed (v210) oder 10bit-4:4:4-uncompressed (v410, für HD) als Codecs empfohlen werden, je nach vorhandener/geplanter Infrastruktur in Containern wie MXF, MKV oder MOV. Dabei wird die Datenmenge verhältnismässig gross (100–780 GB/h) und die erheblichen Datenhaltungskosten müssen sehr gut geplant werden. Man hat es dagegen mit fertig entwickelten, etablierten Standards zu tun, die technisch verhältnismässig einfach und wenig anspruchsvoll sind.

Beispiel 3: Progressiver Kompromiss

In einem dritten Fall will ein Archiv auf DigiBeta oder HDCam vorliegende Videoaufnahmen migrieren und Dateien für die Archivierung herstellen (lassen). Die Ansprüche an die Videodateien sind etwas höher, Informations- und Bildqualitätsverluste der qualitativ sehr guten Aufnahmen sollen vermieden werden, um künftige Nutzungsmöglichkeiten nicht einzuschränken. Die finanziellen Mittel für die digitale Archivierung sind aber sehr begrenzt und erfordern eine Lösung, bei der die Datenmenge ein sehr kritischer Faktor ist.

In diesem Fall könnten verlustfrei komprimierende Codecs wie FFV1 (Version 3) oder MJ2K (lossless) empfohlen werden, mit denen die Datenmenge auf ein Drittel des ursprünglichen Umfangs reduziert werden kann, ohne Informationen zu verlieren (ca. 30–50 GB/h). Man muss sich bei der Wahl dieses progressiven Kompromisses bewusst sein, dass diese Codecs im Moment noch verhältnismässig viel spezialisiertes Wissen (Open-Source-Software) und für MJ2K viel Rechenleistung erfordern und deren Entwicklung noch in Gang ist; es muss daher für einen solchen Entscheid gewährleistet sein, dass entweder spezialisiertes Personal vorhanden ist oder/und ein sehr gutes Verhältnis zum/r externen Anbieter/in etabliert ist.

Wenn diese Voraussetzung erfüllt ist, kann man FFV1 beispielsweise in einem MKV-Container heute empfehlen. MJ2K in MXF kann empfohlen werden, falls die nötige Infrastruktur (sehr leistungsfähige Soft- und Hardware) vorhanden ist.

Empfehlungen für Benutzungskopien (Film und Video)

In den vorangehenden Kapiteln sind die Empfehlungen für Archivkopien von Filmen und Videos angegeben. Für Benutzungskopien gelten andere Ansprüche als an Archivkopien. Entsprechend der grossen Vielfalt an Benutzungsweisen und technischen Möglichkeiten gibt es sehr viele unterschiedliche Lösungen. Daher werden im folgenden eher Minimalansprüche aufgezeigt als Empfehlungen gemacht.

Für den Vertrieb und die Vorführung in Kinos, die Ausstrahlung im Fernsehen, Projektionen oder die Konsultation (Streaming, Download) via Web sind sehr unterschiedliche Formate in sehr unterschiedlicher Qualität ideal; es sollte eine Lösung (Dateiformat, Codec, Auflösung, Seitenverhältnis, Datenträger) gewählt werden, welche den spezifischen Ansprüchen genügt und die gut zur vorhandenen Infrastruktur passt.

Mindestansprüche an ein Benutzungsformat sind:

- korrekte Abspielgeschwindigkeit
- korrektes Bildverhältnis
- Synchronität von Bild und Ton gemäss Quelldatei
- dem vorgesehenen Kontext genügende Auflösung (je nach Grösse der Sichtung und Relevanz von Details)

Im Moment sind DVDs noch sehr verbreitet als Träger für Benutzungskopien. Es zeichnet sich aber klar ab, dass deren Zeit bald abgelaufen ist (Verkaufszahlen gehen dramatisch zurück, neue Computer verfügen standardmässig über keine Schreib-/Lesegeräte mehr).

Als konkretes Beispiel können die Anforderungen der Memobase für das Streaming Format von Videodokumenten genannt werden. Memobase funktioniert optimal mit:

- Format MPEG-4 («moov»-Atom an Anfang der Datei setzen, um den Schnellstart und das Vorspringen über den bereits geladenen Bereich hinaus im Video zu ermöglichen)
- Video Codec H.264 (avc1)
- Audio Codec AAC
- Datenrate zwischen 500 Kb/s und 2Mb/s
- Auflösung zwischen 360 p (16:9) und 480 p (4:3) (Die Breite des Playerfensters in Memobase beträgt 640 Pixel. Grösser oder kleiner aufgelöste Bilder werden automatisch skaliert. Der anwählbare Vollbildmodus skaliert die Bilder entsprechend

der Auflösung des Monitors/Displays/Projektors.)

Codecs und Transcodierungen

Transcodierungen (Codecumwandlungen) werden im Produktionsablauf eines Videos vorgenommen, um das Dateiformat den Anforderungen des jeweiligen Arbeitsschritts anzupassen. Für die Archivierung gelten Anforderungen, die sich meist nicht mit denjenigen der vorausgegangenen Schritte der Produktion decken. Die Produktion eines audiovisuellen Dokuments liefert also nicht automatisch archivtaugliche Dateien und deren Übernahme kann Transcodierungen erforderlich machen.

Grundsätze der Transcodierung

Codecs haben je nach Kompressionsverfahren bestimmte Eigenschaften, die für bestimmte Anwendungsgebiete optimiert sind. Da unkomprimierte Videodateien sehr grosse Datenmengen ergeben, ist deren Reduktion durch Kompression ein wichtiges Anliegen, das Kompromisse in Bezug auf die Qualität begründet. Die grössten Kompromisse werden jeweils dort gemacht, wo sie je nach Anwendungsgebiet am wenigsten stören. Bei einer Transcodierung von einem Codec in einen andern kann sich die Kombination der verschiedenen Kompressionsverfahren negativ auf die Daten auswirken. Auch bei gleich bleibender Dateigrösse kann durch die Transcodierung Bildinformation verloren gehen, wenn Codecs unterschiedliche Verfahren der Datenreduktion anwenden. Abb. 2 zeigt die abstrahierte Darstellung der Qualitätsprobleme, die durch Transcodierung von Bildern entstehen können. Die Annahme, eine Transcodierung sei problemlos, wenn beide Codecs die Datenmasse ausgehend vom gleichen Original um etwa denselben Wert reduzieren, ist trügerisch. Die Anwendung der zwei Kompressionen in Kaskade führt zu einem drastischen Informationsverlust. Das resultierende Bild hat eine Informationsdichte von 25 % im Vergleich zum Original, da die Kompressionen unterschiedlich arbeiten und voneinander «nichts wissen». Das hat auch zur Konsequenz, dass die resultierende Dateigrösse nach der Transcodierung nicht 25 % des Originals sein wird, sondern 50 %. Das heisst man verliert durch die erneute Transcodierung Information ohne dadurch Speicherplatz einzusparen.

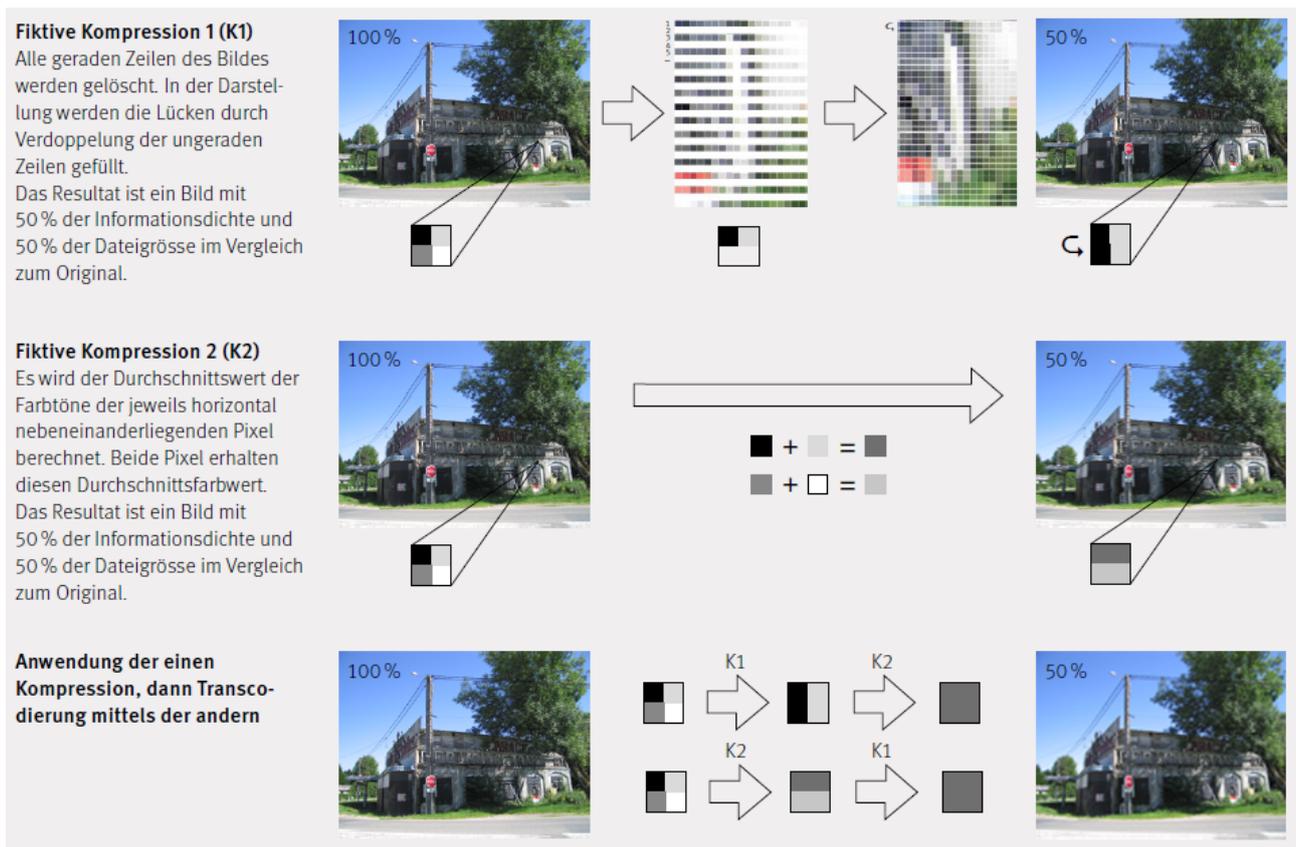


Abb 2. Kompressionsvarianten. Bild: D. Pfluger

Transcodierungen im Archivbereich dienen hauptsächlich dazu, nicht (mehr) archivtaugliche Originaldateien in archivtaugliche umzuwandeln. Je nach Erhaltungskonzept kann auch die Reduktion auf möglichst wenige Dateiformate ein Ziel von Transcodierungen sein. Ein Archiv kann aber auch mehrere Dateiformate für unterschiedlich prioritäre Klassen von Videodateien festlegen; Elemente höchster Priorität würden so z. B. unkomprimiert gespeichert und solche niedrigerer Priorität in einem platzsparenderen Dateiformat, das aber dennoch für die Archivierung tauglich ist. Transcodierungen können auch so lange hinausgeschoben werden, bis sie (z. B. wegen Obsoleszenz) unumgänglich werden, um unnötige Migrationen zu vermeiden; die letzte Option hängt stark von der systematischen und konsequenten Überwachung der technischen Entwicklungen ab.

Ein weiteres klassisches Beispiel der Transcodierung ist die Umwandlung zwischen PAL- und NTSC-Fernsehnormen. Dabei muss sehr viel geändert werden: DV PAL z. B. hat die Unterabtastung 4:2:0 mit einem Bild von 720 × 576 rechteckigen Pixeln im Seitenverhältnis 16:15, während DV NTSC die Unterabtastung 4:1:1 mit einem Bild von 720 × 480 rechteckigen Pixeln im Seitenverhältnis 8:9 hat.

Auch die Bildfrequenz (50 vs. 60 Halbbilder pro Sekunde) muss geändert sowie der Farbraum angepasst werden. Zusammenfassend gelten die im Folgenden angegebenen Empfehlungen.

Es sollten möglichst wenig Transcodierungen vorgenommen werden (lange Migrationszyklen), um möglichst wenig Probleme zu verursachen. Jedes Transcodieren kann Artefakte hervorrufen, die Problematik ist den Generationenproblemen aus dem analogen Videobereich ähnlich.

Transcodierungen sollten gut dokumentiert und in den Metadaten festgehalten werden, da diese Informationen bei späteren Transcodierungen zur Vermeidung oder zur Behebung von Problemen verwendet werden können. Bei der Übernahme von digitalen Elementen im Archiv ist die Vorgeschichte der Transcodierungen zumeist leider nicht nachvollziehbar. Grundsätzlich sollten in Gedächtnisinstitutionen keine Transcodierungen vorgenommen werden, welche die Datenmenge verlustbehaftet (lossy) reduzieren. Bei der Transcodierung in einen Codec mit verlustbehafteter Kompression gehen Informationen verloren, speziell wenn die Datenmenge dabei reduziert wird.

Auch bei der Transcodierung in einen gleichwertigen Codec ist Vorsicht geboten, denn selbst unter Beibehalt der Datenmenge können bei verlustbehafteten Codecs Informationsverluste entstehen, wenn sich die Kompressionsverfahren der Codecs schlecht vertragen.

Die Qualität bestehender Daten kann durch eine Transcodierung in einen Codec mit geringerer Kompression nicht verbessert werden, sie bleibt im besten Fall erhalten. Die Transcodierung in ein weniger stark komprimiertes Dateiformat, kann jedoch die Resultate künftiger Bearbeitungen verbessern und die Archivtauglichkeit erhöhen.

Auch das Hochskalieren von digitalen Bildern in eine höhere Auflösung ist eine Transcodierung. Hochskalierungen von SD- in HD-Auflösung werden im Videobereich oft vorgenommen und als unproblematisch wahrgenommen, da sozusagen nur die Bildfläche vergrößert wird. Es wird angenommen, dass die Bildstruktur erhalten oder sogar verbessert wird und keine Reduktion der Datenmenge stattfindet. Dies ist jedoch ein Trugschluss. Bei einer Hochskalierung ist jedes einzelne Pixel des Bildes betroffen und es werden faktisch Pixel «dazuerfunden». Es gibt unterschiedliche Algorithmen, deren Resultate sich beträchtlich unterscheiden (siehe Abb. 3).

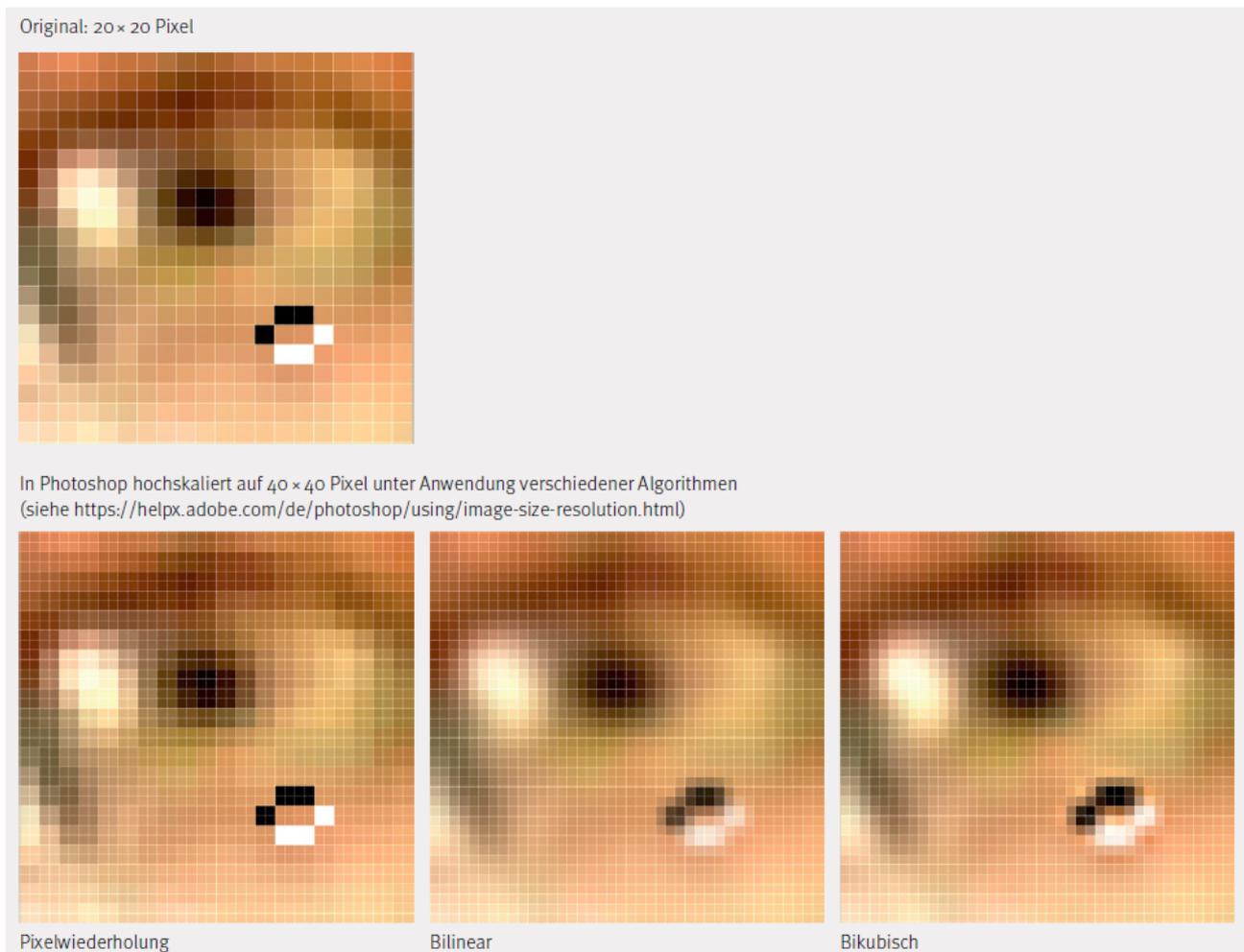


Abb. 3: Auswirkung von Bildskalierung. Bild: D. Pfluger

Speziell bei Videokunst muss es das Ziel sein, die Pixelstruktur des Originals durch alle Schritte der Konservierung zu erhalten, genauso wie man bemüht sein soll, die Präsentationsbedingungen eines Werks in einer Ausstellung möglichst originalgetreu zu gestalten.

Speziell problematisch sind Fälle, wo Bildmaterial in SD-Auflösung auf HD-Auflösung hochskaliert und dann so stark komprimiert wird, dass die HD-Datei kleiner als die ursprüngliche SD-Datei ist. In diesem Fall wird die Bildstruktur erst durch die Skalierung und dann noch einmal durch die Kompression massiv und unwiderruflich verändert.

Werkzeuge für Transcodierungen von Mediadateien

Diese Applikationen unterstützen Transcodierungen: MPEG Streamclip, ffmpeg, avconv, ffmbc

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 = 10^{18} 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 Metadatensätze 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 Selektionsentscheiden. 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 Metadatensätzen

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

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

14.1 Notfallplanung für Magnetbänder

Notfallplanung und Schadensbegrenzung

Materialverlust in Folge von Notfällen entsteht meist durch physische Beschädigungen der Bänder. Diese Beschädigungen haben zur Folge, dass der Bandtransport das Band nicht mehr einwandfrei transportieren kann, und so das Signal für die Köpfe nicht mehr fehlerfrei lesbar ist. Viele dieser Schäden verschlimmern sich mit der Zeit. Daher sollten derartige Probleme so schnell wie möglich nach Eintreten des Notfalls und vor dem ersten Abspielversuch behoben werden. Geschieht dies nicht, so können dauerhafte Schäden auftreten, deren Ausmass deutlich über das vom Notfall konkret Verursachte hinausgeht.

Meist werden Bänder beim Eintreten von Notfällen nicht sofort zerstört. Bleibende Schäden entstehen vielmehr durch unsachgemässen Umgang nach einem Schadensfall oder durch verspätet durchgeführte Rettungsmassnahmen. Aus diesem Grund ist es entscheidend, dass sämtliche Archivmitarbeiter auf die notwendigen Massnahmen im Notfall angemessen vorbereitet sind.

Die unten aufgeführten Schritte sind im Notfall schnellstmöglich einzuleiten, um den

Materialverlust gering zu halten. Falls möglich, sollten die Bergungs- und Reinigungsarbeiten von erfahrenen Fachleuten durchgeführt werden. Es ist dringend zu empfehlen, nach einem Schadensfall so schnell wie möglich eine professionelle Fachperson für Video oder Magnetbänder beizuziehen.

Sobald der Schadensort gegen mögliche Verletzungen des Personals gesichert ist, müssen die Bänder von dort entfernt werden, um weitere Verschmutzungen oder Schäden von ihnen abzuwenden. Ist ein Schaden durch Abwässer gegeben, so muss das an der Bergung beteiligte Personal beim Umgang mit kontaminiertem Material Schutzkleidung tragen. Die Bänder sind vorsichtig in Plastikwannen oder mit Plastiktüten ausgelegte Kartons zu bringen und stets senkrecht aufzustellen, damit sie vom Spulenkern gestützt werden. Im Falle einer Kontamination mit Flüssigkeit sind Positionsänderungen und Drehungen der Bänder, die zur Verbreitung der Flüssigkeit beitragen könnten, zu vermeiden. Die Bänder sind durch Polsterung gegen Stosseinwirkung zu sichern und gegen plötzliche Temperaturschwankungen zu isolieren.

Nasse Bänder sind besonders schadensanfällig. Innerhalb von 24 Stunden kann sich auf ihnen Schimmel bilden. Um Schimmelbefall zu vermeiden, sind nasse Bänder in einer kühlen Umgebung aufzubewahren, bis sie entsprechend behandelt werden können. Bevor Bänder getrocknet werden können, müssen sie von Verunreinigungen durch Chemikalien oder Schmutzpartikel, die durch einen Wasserschaden entstehen, gereinigt werden. Zum Abspülen von durch Wasser beschädigten Bändern sollte ausschliesslich kaltes, destilliertes Wasser benutzt werden.

Mit Ausnahme von Signaturen und anderen Etiketten muss nasses Papp- und Papiermaterial so schnell wie möglich aus der Umgebung eines Bandes entfernt werden, um Wasseransammlungen und möglichen Schimmelbewuchs zu vermeiden.

Neben dem Schimmel besteht auch die Gefahr des Oxidierens der Metallbeschichtung bei gewissen Bändern.

Nasse Bänder dürfen im Gegensatz zu Papier nie eingefroren, auch nicht gefriergetrocknet werden. Zu vermeiden ist in jedem Fall auch das Trocknen von Bändern, indem sie einer Hitzequelle ausgesetzt werden. Nasse oder bereits getrocknete Bänder dürfen nie ohne vorherige Untersuchung durch Fachpersonen abgespielt werden.

Trockene Schmutzpartikel wie beispielsweise durch einen Brand entstandene Russteile oder von einem Erdbeben verursachter Staub können sehr leicht aufgewirbelt und so in der gesamten Umgebung verteilt werden. Von solchen Partikeln verschmutzte Bänder müssen so lange isoliert aufbewahrt werden, bis die Reinigungsmassnahmen abgeschlossen sind. Trockene Schmutzpartikel dürfen nicht mit Hilfe von Flüssigkeiten entfernt werden. Die Hüllen und Gehäuse von Bändern dürfen so lange nicht geöffnet

werden, bis das Risiko einer Kontaminierung durch trockene Schmutzpartikel behoben ist, da in Gehäusen aufbewahrte Bänder eventuell noch nicht von den Partikeln befallen sind.

Für eine gründliche Reinigung kann es notwendig werden, dass Bänder vom Spulenkern entfernt werden müssen. Unter Umständen sind Spulenkern, Kassetten, Cartridges oder Spulen zu demontieren, zu reinigen oder zu ersetzen. Sind Bänder von ihren Spulenkernen gelöst, so sind sie besonders anfällig für Beschädigungen. Diese Bänder dürfen ausschliesslich von speziell ausgebildetem Personal gereinigt werden, und dürfen nicht aufgespult, abgespielt oder eingelagert werden, bevor der Reinigungsvorgang abgeschlossen ist. Vor der Einlagerung müssen die Bänder in stabilem, kühlem Klima gelagert und vor dem Einsatz in Videogeräten zur Reinigung oder zum Abspielen akklimatisiert werden.

Neben den offensichtlichen Bedrohungen für das Band ist in Notfällen auch die archivarische Kontrolle des Materials in Gefahr. Signaturen und auf Etiketten verzeichnete Informationen können durch verwischte Tinte oder die Zerstörung oder den Verlust von Etiketten, Hüllen oder Gehäusen verloren gehen. Auf deren Bergung sollte durchaus Mühe verwendet werden, jedoch haben die Bänder selbst stets Vorrang. Muss ein Band während des Reinigungsvorgangs aus seinem Gehäuse entfernt werden, so sollten die Beziehungen der Bänder zu den identifizierenden Informationen auf ihren Gehäusen oder Hüllen durch Notizen genauestens dokumentiert werden. (Amia Fact Sheet 13 2002)

Bibliografie und Links

- Amia Videotape Preservation Fact Sheets, Fact Sheet 13: Disaster Preparedness and Response, 2002. [Online](#), Stand 22.2.2022

Letzte Anpassung: 2006

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 Schmalfilmformat 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