



Eine kleine Handreichung zur **Digitalisierung von Audio- und Videomaterial**

Dipl.-Ing. Christina Dresen, tinetronics

Unter Mitarbeit von Marco Klindt, Forschungs- und
Kompetenzzentrum Digitalisierung Berlin (digiS)

Dipl.-Ing. Christina Dresen, tinetronics
Unter Mitarbeit von Marco Klindt, Forschungs- und
Kompetenzzentrum Digitalisierung Berlin (digiS)

Eine kleine Handreichung zur **Digitalisierung von Audio- und Videomaterial**

Herausgegeben von digiS
Forschungs- und Kompetenzzentrum Digitalisierung Berlin
Juni 2022

INHALT

EINLEITUNG	5
1 ANALOGE AUDIO- UND VIDEOTECHNIK IM HISTORISCHEN KONTEXT	6
1.1 Audiovisuelle Entwicklungen	7
1.2 Entwicklung der Bildübertragungs- und Wiedergabetechnik	10
1.3 Bildübertragung und Fernsehnormen	12
2 MEDIENTYPEN: VOM MAGNETBAND BIS ZUR DIGIBETA	15
2.1 Übersicht Medientypen	16
2.2 Bestandsaufnahme	17
3 GRUNDLAGEN ZUR DIGITALISIERUNG VON AUDIO- UND VIDEOMATERIAL	19
3.1 Audio	19
3.2 Film / Video	20
3.3 Datenkompression	21
4 PARAMETER FÜR EXPORTEINSTELLUNGEN	22
4.1 Containerformate	22
4.2 Kodierer / Dekodierer (Codec)	24
4.3 Bittiefe	24
4.3.1 Bittiefe bei Audio	24
4.3.2 Bittiefe (Farbauflösung) Video	25
4.3.3 Farbrunterabtastung	25
4.4 Bitrate / Datenrate	26
4.5 Framerate	27
4.6 Bildauflösung und -format	28
4.7 Interlaced / progressiv	29
4.8 Audioparameter	29

5 QUALITÄTSUNTERSCHIEDE	30
5.1 Sichtungskopie	31
5.2 Arbeitskopie	32
5.3 Archiv	32
5.4 Langzeitarchivierung	33
6 KLEINER EINBLICK IN DIE TECHNISCHEN METHODEN ZUR DIGITALISIERUNG	34
6.1 Spulen- und Videobänder – Abtastung	34
6.2 Restaurierung	35
6.3 Umgang mit dem Material nach der Digitalisierung	35
7 QUALITÄTSPRÜFUNG UND ARCHIVIERUNG	36
7.1 Qualitätsprüfung	36
7.2 Archivierung digital	37
8 ANHANG: WEBTIPPS	39
Publikationen von Memoriav	39
Impressum	40
Lizenzhinweis	41
Bildnachweis	41

EINLEITUNG

Dieses Dokument richtet sich an Museen und kulturelle Einrichtungen und deren Mitarbeiter:innen, die mit der Digitalisierung von Audio- und Videomaterial beauftragt wurden, jedoch mit diesem Thema nicht vertraut sind. Es dient der Einführung in die Thematik, gibt Orientierung und Hinweise zum weiteren Umgang.

Die Umstellung von analogem Audio und Video zum digitalen Medium bringt Veränderungen mit sich, die altbewährtes Umgehen mit dem Medium grundlegend verändern. Kennzahlen und Parameter werden teilweise weiterverwendet, neue kommen hinzu. Zudem ermöglicht der technische Umgang aufgrund der Digitalisierung, restauratorische und künstlerische Aspekte bei der Bearbeitung zu berücksichtigen und führt zu neuen Gestaltungsformen.

Ein unsachgemäßer Umgang mit dem Material sowohl analog als auch digital kann zum Totalverlust führen. Dieser bleibt oft zunächst unbemerkt, ernüchtert später aber unter Umständen, wenn dieses verlorene Material nicht verwendet werden kann. Je nachdem, wieviel bei der Planung auf dieses Material gesetzt wurde, wird der Ersatz dem ursprünglichen Medienkonzept nicht gerecht, und kurzfristig lässt sich kaum geeigneter Ersatz finden. Um nur zwei Beispiele zu nennen: Analoges Material, nicht bearbeitungsfähig digitalisiert oder falsch archiviert und/oder gelagert ist unbrauchbar. Digitalisiertes Material, welches ohne Prüfung archiviert wurde, kann unter schlechten Umständen ebenfalls komplett unbrauchbar sein.

Diese Handreichung soll ermöglichen, audiovisuelle Fundstücke einordnen zu können, um sie in einen Digitalisierungsprozess zu überführen. Zur Digitalisierung selbst, Bearbeitung und Archivierung von Audio- und Videomaterial sind tiefgehende medientechnische und restauratorische Kompetenzen erforderlich. Professionelle externe Dienstleister:innen können diese Arbeiten übernehmen. Je nach Umfang und Erhaltungszustand des Materials kann diese Aufgabe auch von versierten Mitarbeiter:innen übernommen werden, vorausgesetzt, die entsprechende Technik ist vorhanden.

Geht es um Kulturgut, welches für lange Zeit Bestand haben sollte, rückt das Thema der Langzeitarchivierung (LZA) in den Vordergrund. Hier ist die Empfehlung, sich an die zentrale Stelle des Bundesfilmarchives oder an das Deutsche Rundfunkarchiv zu wenden oder die Archive der öffentlich-rechtlichen Rundfunk- und Fernsehanstalten zu kontaktieren. Für Partner:innen von digiS im Rahmen des Förderprogramms ist mit dem System *EWIG* ein LZA-System verfügbar.

1 ANALOGE AUDIO- UND VIDEOTECHNIK IM HISTORISCHEN KONTEXT

„Wir begeben uns auf eine geschichtliche Reise im Hinblick auf die Aspekte, die bei einer Digitalisierung eine Rolle spielen, verknüpft mit Erläuterungen zur Herkunft bestimmter Parameter zur Digitalisierung.“ (Christina Dresen)

Seit langer Zeit versuchen Menschen, Gesehenes und Gehörtes festzuhalten, sei es als Höhlenmalerei, in Stein gemeißelt oder als Zeichnung, als Ölgemälde oder in Tonabfolgen in Form von Noten. Doch waren dies stets künstlerische Interpretationen dessen, was die Wirklichkeit anbot.

Erst mit der Aufzeichnung von Klang und Licht konnten wahrhaft realistische Abbilder der Umgebung erzeugt werden. Die Faszination dieser Techniken zur Medienproduktion ist seit jeher ungebrochen. Eine stetige Weiterentwicklung führte über Kino, Fernsehprogramm und Internet zu der allumfassenden Medienlandschaft, die uns heute in sämtlichen Lebensbereichen umgibt.

Wir starten unseren Exkurs in die Geschichte mit der ersten Tonaufzeichnung um 1800, gefolgt von der Erfindung der Fotografie und der Entstehung des ersten bewegten Bildes, des ersten Films. Die daraus resultierende Kunstform der „Kinetographie“ begann zunächst mit Stummfilmen, erst später kam die sogenannte Tonspur hinzu. Das audiovisuelle Medium war geboren – und war fortan nicht mehr wegzudenken.

1.1 Audiovisuelle Entwicklungen

Audio (lateinisch „ich höre“) umfasst die menschliche Wahrnehmung von Schall im Frequenzbereich von 16 Hz bis 20 kHz in Form von Tönen, Klängen und Geräuschen. Video (lateinisch „ich sehe“) hat sich als Begriff für die Erstellung, Bearbeitung, Wiedergabe und Übertragung von bewegten Bildern etabliert.

Audio erstmals aufzuzeichnen, gelang dem Physiker Thomas Young um 1800 mit der Entwicklung des ersten Kymographen, einem Wellenschreiber. 1877 meldete Thomas A. Edison seinen Phonographen, einen Audiorekorder zur Aufnahme und Wiedergabe von Schall zum Patent an. Mit dem Grammophon, für das der Deutschamerikaner Emil Berliner 1887 ein Patent erhielt, startete die Massenproduktion zunächst von Schellackplatten und später Vinylschallplatten.

Nach einigen vorangegangenen Versuchen, Licht auf diverse Arten und Weisen einzufangen, entstand 1826 die vermutlich erste Fotografie der Welt, angefertigt von Joseph Nicéphore Niépce.

Der erste Film ist aus der Entdeckung entstanden, dass das menschliche Gehirn eine fortlaufende Bewegung interpretiert, wenn das Auge etwa 14 bis 16 Einzelbilder pro Sekunde wahrnimmt. Dies konnte der Pionier Eadweard Muybridge 1878 beweisen, indem er mithilfe des von ihm entwickelten Chronophotographen mehrere Serienbilder eines galoppierenden Pferdes machte, die in seinem Zoopraxiskop kombiniert, den Eindruck eines Bewegtbildes erzeugten. („The Horse in Motion“). Die erste öffentliche Vorführung bewegter Bilder fand 1895 in Paris statt. Die Gebrüder Lumière stellten ihren 35mm-Cinématographen vor. Sie meldeten das Gerät zum Patent an und ließen es sich 1905 von Charles Pathé abkaufen, der die Industrialisierung des Kinos mitgestaltete. In den 1920er-Jahren wurden zunächst viele Stummfilme gezeigt. Musikalisch untermalt wurden diese meist mit einem Klavier oder einem Grammophon.

1921 folgte die Begleitung über eine Tonspur, zeitgleich wurde bei den auf Umkehrfilmen produzierten Kinofilmen die Anzahl von 24 Bildern/Sekunde festgelegt. 1922 wurde in Berlin im Alhambra-Kino auf dem Kurfürstendamm der erste deutsche Tonfilm mit einer integrierten Lichttonspur der Öffentlichkeit präsentiert.

In den Vereinigten Staaten wurden vermehrt Filme produziert. Ab 1910 entstanden die großen Filmstudios, viele ließen sich in Hollywood nieder. Universal Pictures entstand, und das amerikanische Filmexportgeschäft wuchs zur weltweit größten Filmbranche heran. Die US-Filmindustrie stellte eine bedrohliche Konkurrenz für den europäischen Markt dar. Die britische, französische und italienische Filmindustrie erlebte faktisch einen Stillstand. In Deutschland konnte diese Krise weitgehend durch die 1917 vom Bild- und Filmamt gegründete Ufa (Universum-Film Aktiengesellschaft) verhindert werden. Die Ufa bestand aus einem Zusammenschluss verschiedener Filmfirmen und wurde staatlich gefördert. Ihre Blütezeit erlebte die Ufa in den 1920er- bis 1940er-Jahren. In der NS-Diktatur von 1933 bis 1945 war die deutsche Filmindustrie verstaatlicht. Im Vordergrund stand nationalistische Filmproduktion.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde unter sowjetischer Aufsicht die Deutsche Film AG gegründet, kurz DEFA. Die ersten Filme zur Nachkriegsgeschichte entstanden. Das Ziel der westlichen Besatzungsmächte bestand darin, die deutsche Filmindustrie unter Kontrolle zu halten und den deutschen Kinomarkt für eigene Produktionen zu erschließen.

In der zweiten Jahrhunderthälfte wurde die Filmproduktion entschieden durch die Verbreitung des Fernsehens und die Ausstrahlung von Unterhaltungsprogrammen geprägt.

Nachfolgend eine Übersicht von wichtigen Meilensteinen in chronologischer Reihenfolge.

Wellenschreiber	<	1807	
		1877	> Phonograph = Aufnahme und Wiedergabe von Schall
Chronograph = bewegte Bildabfolge	<	1878	
		1883	> Nipkow-Scheibe
Grammophon = Aufnahme und Wiedergabe von Tönen	<	1887	
		1891	> Kinematograph und Kinetoskop (Thomas Edison)
Öffentliche Vorführung Cinématographe Paris (Gebrüder Lumière)	<	1895	
		1895	> Stummfilmzeit (bis 1927)
Entstehung der Schallplattenindustrie	<	1900	
		1906	> Vorführung Braunsche Röhre
schemenhafte Übertragung Fernsehbild	<	1907	
		1910	> Start Filmindustrie USA (Hollywood)
Deutschland: Gründung Ufa	<	1917	
		1921	> Filmbegleitung mit Tonspur
öffentliche Aufführung Tonfilm in Berlin mit 24 Bilder/Sek, Lichttonspur	<	1922	
		1926	> erster voll elektronischer Fernseher
Tonfilm in Hollywood	<	1927	
		1930	> erste langspielende Vinyl-Schallplatte
Verstaatlichung Filmindustrie in Deutschland (bis 1945)	<	1933	
		1935	> Fernseher in Deutschland
Übertragung Olympische Spiele Berlin	<	1936	
		1952	> regelmäßige Fernsehprogramme in Deutschland
USA Einführung Fernsehnorm NTSC	<	1953	
		1957	> Frankreich Einführung Fernsehnorm SECAM
Deutschland Einführung Fernsehnorm PAL	<	1963	
		1963	> Einführung der Musikkassette MC Mono
Tonspulen Bänder im Heimbereich	<	1960	
		1970	> regelmäßige Aussendungen in PAL
Einführung Digital Video	<	1994	
		1995	> Einführung Dolby Digital
Einführung DVD	<	1995	
		2001	> Start der Entwicklungsarbeit zur H.26L Kompression
YouTube	<	2005	
		2005	> Einführung HDTV, zunächst Privatsender
HDTV in öffentlich-rechtlichen Senderanstalten	<	2010	
		2014	> Ultra-HD (4K) Angebote von Streamingdiensten
Ultra HD Blu-ray und Abspielgeräte	<	2016	
		2018	> 8K-Wiedergabegeräte erhältlich
Übertragung der Olympischen Spiele in 4K-Auflösung	<	2021	

1.2 Entwicklung der Bildübertragungs- und Wiedergabetechnik

Die Wiedergabe eines Bildes auf elektronischem Weg demonstrierte bereits 1906 Max Dieckmann, ein Schüler von Ferdinand Braun, mithilfe der Braunschen Röhre. Als Aufnahmeinstrument setzte er eine Nipkow-Scheibe ein. Mangels elektronischer Verstärkung waren Drahtbürsten in der Nipkow-Scheibe angebracht, die eine Metallschablone abtasteten. So konnte Dieckmann bewegte Bilder in einer Auflösung von 20 Zeilen bei 10 Bildern pro Sekunde wiedergeben.

1907 wurde in Russland die erste Übertragung und der Empfang eines schemenhaften Fernsehbildes durch Boris Rosing entwickelt. Das erste vollelektronische Fernsehsystem entwickelte 1926 der ungarische Physiker Kálmán Tihanyi, dessen Patent heute zum Weltdokumentenerbe zählt.

Die Funkausstellung in Berlin im Jahr 1931 führte den ersten vollelektronischen Fernseher vor, ab 1935 wurde regelmäßig ein Fernsehprogramm ausgestrahlt. Die Ausstrahlung der Olympischen Spiele 1936 zählt zu den ersten großen Ereignissen der deutschen Fernsehgeschichte.

Ausgehend von der Erfindung der Braunschen Röhre entstand die Kathodenstrahlröhre, kurz CRT-Röhre (von engl. Cathode-ray tube) genannt. Diese Technik diente über viele Jahre als weitverbreitete Bildwiedergabetechnik und brachte den Fernseher in die Stuben, wo anfänglich meist nur in den Abendstunden Zeit vor dem Apparat verbracht wurde.

Ausgehend von der im deutschen Stromnetz verwendeten Spannungsfrequenz von 50 Hertz entstand die Zeilensprungfrequenz von 25 Hertz. Beim Zeilensprungverfahren werden für jedes Vollbild zwei Halbbilder übertragen, da die Bandbreite (Kapazität) der Sendefrequenz für die Informationsübertragung von 50 Vollbildern pro Sekunde nicht ausreichte. Die Halbbilder werden abwechselnd nur als gerade oder ungerade Zeilen übertragen, jede zweite Bildzeile also übersprungen. Die Leuchtschicht, die in einer CRT durch einen Elektronenstrahl zum Leuchten gebracht wird, ist jedoch so träge, dass ein Nachleuchten dafür Sorge trägt, dass das menschliche Auge, das auch träge reagiert, diese zwei Halbbilder als ein Vollbild wahrnimmt. Bei der Digitalisierung des Fernsehens, also der Umstellung von analoger zu digitaler Übertragung, wurde ausgehend von der Zeilensprungfrequenz von 25 Hz die Bildwiederholungsfrequenz anfänglich mit 25 (50 Halbbilder) gewählt, heute sind es meist 50 (Voll-)Bilder pro Sekunde. In den Vereinigten Staaten wird die Netzspannung mit 60 Hertz betrieben, daher wurden amerikanische Fernsehbilder mit einer Zeilensprungfrequenz von etwa 30 Halbbildern pro Sekunde abgetastet. Heute findet man in den Voreinstellungen einer Software für den Export von Videoformaten häufig die Angaben 25, 30, 50 und 60 fps (frames per second), welche auf diesen Entwicklungen beruhen. (Kino-) Filme wurden und werden gemeinhin mit 24 Bildern (Frames) aufgenommen. Neuerungen in der Kinowelt wie high framerate (HFR) mit 48 oder mehr Bildern wirken teilweise (subjektiv) wie Fernsehaufnahmen oder Theaterstücke, wenn sie auf eine Kinoleinwand projiziert werden. Doch zurück zum Video.

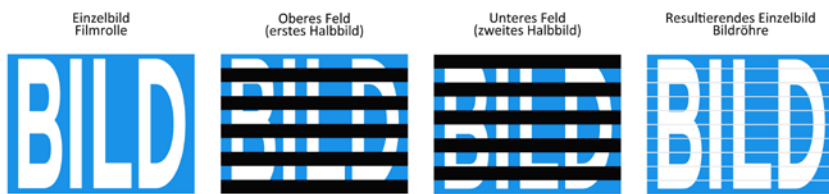


Bild: Zeilensprungverfahren

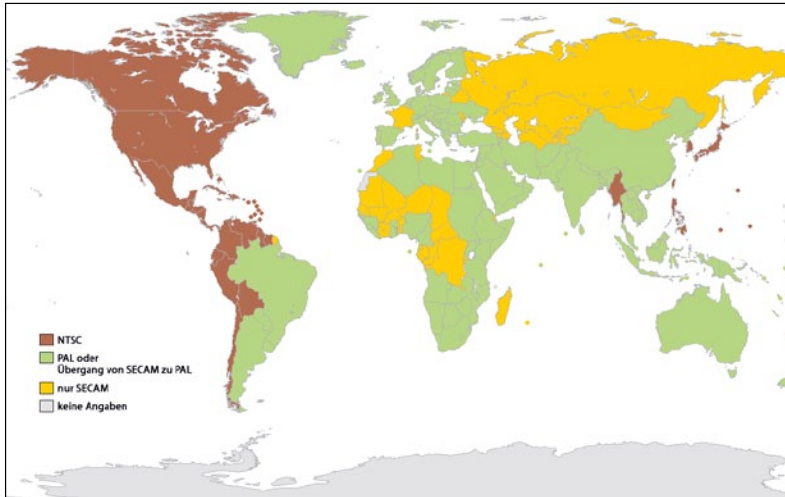
Angaben zu Zeilen und Bildern pro Sekunde spielen auch heute bei den Entscheidungsprozessen über die Qualität der Digitalisierung eine Rolle.

1.3 Bildübertragung und Fernsehnormen

In Deutschland begann 1935 die Geschichte des Fernsehens. 1952 wurden in der Bundesrepublik und in der DDR erstmals regelmäßig Fernsehprogramme ausgestrahlt. Dafür wurden Farbfernsehnormen definiert. Bereits 1953 führten die USA das Verfahren vom National Television System Committee ein, bekannt als NTSC-Verfahren. Es beruht auf dem Zeilensprungverfahren mit 59,94 Halbbildern pro Sekunde und 525 Zeilen pro Vollbild. Die krumme Zahl entstand durch eine Limitierung der Technik der damaligen Zeit, das Audio- vom Videosignal sauber zu trennen, wobei bei genau 60 Halbbildern (wie im Schwarz-weiß-Modus verwendet) in Farbsystemen störende Punkte auftauchten, die mit der geringen Herabsetzung der Frequenz größtenteils verschwanden. Trotzdem entstanden beim NTSC-Verfahren differenzielle Phasenfehler, was ihm den Spitznamen „Never Twice the Same Color“ eintrug. In Frankreich wurde daraufhin 1957 das SECAM-Verfahren eingeführt, das diese Farbstabilisierungsprobleme beheben sollte.

In Deutschland verbreitete sich das 1963 eingeführte PAL-Verfahren (Phase Alternation Line). Es beruht auf dem NTSC-Verfahren, vermeidet aber den störenden Farbtonfehler bei der Wiedergabe. Man nutzte die Tatsache, dass zwei aufeinander folgende Bildzeilen mehr Ähnlichkeiten als Unterschiede aufweisen, weil Bilder zumeist aus Farbflächen bestehen. Beim PAL-Verfahren werden deshalb die roten Farbdifferenzsignale jeder zweiten Zeile um 180° phasenverschoben übertragen. Damit wird bei der Wiedergabe gewährleistet, dass keine Farbfehler auftreten können; es bleibt lediglich ein kleiner Farbsättigungsfehler. Dieser ist vom Menschen wesentlich schwerer wahrzunehmen als ein Farbtonfehler.

Die regelmäßige Aussendung von Sendungen im PAL-Format in Deutschland begann 1970. PAL wurde vor allem in Europa eingesetzt, aber auch in anderen Ländern:



Bildnachweis: Alinor, NTSC, PAL und SECAM in der Welt. CC BY-SA 3.0; GFDL Version 1.2, via Wikimedia Commons – https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/NTSC-PAL-SECAM_de.png

In der Bevölkerung fanden Fernseher ihre Verbreitung in den 1960er-Jahren. Erste Camcorder entstanden, Hobbyfilmer:innen fertigten neben den klassischen Diafilmen und Super-8-Sammlungen nun auch vereinzelt Videoaufnahmen an. Die Zeit zwischen den 1960er- und den 1990er-Jahren brachte eine Vielzahl an analogen Bildaufzeichnungsgeräten hervor, die wiederum eine Vielzahl an Medientypen mit sich brachten.

„Das Bildröhrensystem, basierend auf der Kathodenstrahlröhre, war bis in die 90er-Jahre – zur Einführung der Flüssigkristallbildschirme (LCD) – die gängigste Methode der Bilddarstellung.“ (Christina Dresen)

2003 wurden erstmals mehr LCD- als Röhrenbildschirme eingesetzt. Flüssigkristallbildschirme ersetzen die zeilenbasierte, modulierte Abtastung einer Leuchtschicht der Fernsehröhre durch einen Elektronenstrahl durch die zeilenbasierte Hell- und Dunkelschaltung von Bildelementen einer hintergrundbeleuchteten

Matrix. Plasmafernseher arbeiteten hingegen mit selbstleuchtenden Bildelementen, ähnlich den Leuchtstoffröhren. Die aktuellen Wiedergabesysteme nutzen entweder weiterhin LCD-Matrizen mit teils regionalvariiertem Hintergrundbeleuchtung oder aber die OLED-Technologie (Organic Light Emitting Diode), bei der die Bildelemente aus kleinen, selbstleuchtenden (organischen) Leuchtdioden (LED) bestehen.

Der erhebliche Wandel, der seit den 1990er-Jahren durch die Digitalisierung erfolgte, hatte für den Film- und Fernsbereich starke Auswirkungen. Die Video- und Filmtechnik näherte sich infolgedessen im professionellen wie im Consumerbereich immer weiter an. So wurden zum Beispiel Vollbildproduktionen mit höheren Auflösungen möglich, und durch die Preissenkungen für Speichertechnik war es immer leichter, jedes Bild, wenn auch komprimiert, wie in herkömmlichen Filmproduktionen zu sichern. High Definition Television (HDTV), mit Bildauflösungen jenseits der maximal 625 Zeilen pro Bild wurde ab 2005 in Deutschland zunächst bei den privaten Sendern eingeführt und sorgte für hohen Absatz beim Verkauf von entsprechenden Bildwiedergabegeräten. Die Vermarktung als HDTV sorgte damals für Verwirrung, da hiermit sowohl eine Zeilenauflösung von 720 als auch von 1080 gemeint sein konnte und dies jeweils sowohl als Zeilensprungverfahren (interlaced) als auch als Vollbildübertragung (progressive). Full HD als Bezeichnung für 1080i und später auch für 1080p wurde eingeführt, um sich von den niedrigeren Auflösungen von Wettbewerbern abzugrenzen. Darauf folgte 2010 der Umstieg bei den öffentlich-rechtlichen Sendern, gefolgt von den ersten 4K-Auflösungen als Ultra HD (UHD) im Jahr 2012 mit einer Zeilenanzahl von 3840. Die hohen Auflösungen sollten ein kinoähnliches Sehgefühl bewirken. Immer bessere Kompressionsverfahren, die Kommerzialisierung des Internets und nicht zuletzt immer schnellere Datenanschlüsse erleichterten die Möglichkeiten für Streamingverfahren. Sendeanstalten bieten inzwischen mit ihren Apps Live-streaming und Mediatheken an. Kostspielige Filmproduktionen werden direkt für Streaminganbieter hergestellt. Serienproduktionen eroberten den klassischen Filmabend am Fernseher. Das „Innovationkarussell“ dreht sich aber natürlich weiter in Richtung 8K und 12K, wobei fraglich ist, ob Zuschauer:innen zu Hause einen Mehrwert durch eine meterbreite Leinwand und den entsprechenden Abstand dazu haben werden.

2 MEDIENTYPEN: VOM MAGNETBAND BIS ZUR DIGIBETA

Im Laufe der Zeit haben sich verschiedenste Medientypen herauskristallisiert. Rundfunk- und Sendeanstalten bemühten sich zum Zweck des Austauschs um Standardisierung. Die Standardisierung wurde teilweise durch die Digitalisierung wieder komplizierter, da die technischen Komitees der Film- und Sendeindustrie unabhängige Standards auch innerhalb der Sparten etablieren wollten.

Der Markt der Consumergeräte für Hobbyfilmer:innen brachte viele verschiedene Medientypen diverser Hersteller hervor, basierend auf ihren jeweiligen Videoaufzeichnungsgeräten, um sich von der Konkurrenz abzuheben und ihr System durchzusetzen. Rückblickend resultierte dies in einer Vielfalt von Medientypen, welche zumeist nicht miteinander kompatibel waren. Daher ist die Ermittlung und Bezeichnung eines Medientyps genauso wichtig wie die Frage nach dem Ziel der Digitalisierung und dem damit verbundenen Aufwand. Hier gibt es erhebliche Kostenunterschiede, bezogen auf die jeweilige Digitalisierungsart. Für die Digitalisierung eines bestimmten Medientyps werden passende Abspielgeräte benötigt. Hier kann man oft nur auf Bestandsgeräte aus dem Entstehungszeitraum zurückgreifen, da bestimmte Gerätetypen nicht mehr produziert werden. Die Digitalisierung alter Bestände wird also in Zukunft nicht einfacher werden.

Vorsicht ist auch bei bereits digitalisierten Beständen geboten, wenn diese auf vermeintlich archivfähigen optischen Datenspeichern gesichert wurden. Auch diese benötigen wiederum spezielle Abspiel- bzw. Auslesegeräte. Eine Sicherungskopie auf langzeittaugliche IT-Systeme wird dringend empfohlen (vgl. Digitale Langzeitarchivierung). Dabei ist zu beachten, dass Audio- sowie Videomaterial, verwahrt als Audio- bzw. Video-Disk (CD-ROM/DVD) nicht als Originalbitstrom (sogenanntes Diskimage oder -abbild) gespeichert werden sollte, da dieser dann zwar eingelesen, aber nur mit zeitgemäßer Abspielsoftware wiedergegeben werden kann (z. B. mit Software-DVD-Playern). Es gibt aber Audio- und Videosoftwareprogramme, die Mediendateien von den optischen Datenträgern oder auch aus den Diskimages importieren und als Audio- bzw. Videodatei abspeichern können (vgl. Kap. 10 Software).

2.1 Übersicht Medientypen

Nachfolgend eine Übersicht wichtiger Medientypen in Reihenfolge ihrer Veröffentlichung.

		1935	>	Spulentonband (AEG)
MC - Musikkassette Mono	<	1963		
		1967	>	Musikkassette Stereo
U-Matic	<	1968		
		1960	>	Tonspulen-Bänder im Heimbereich
Super 8 (Kodak)	<	1968		
		1971	>	VCR - Video Cassette Recorder
Betamax (Sony)	<	1975		(Grundig & Philips)
		1976	>	VHS - Video Home System (JVC)
Video 2000 (Grundig & Philips)	<	1979		
		1997	>	Audio-CD - Audio Compact Disk
Laserdisc-Bildpatte (Philips)	<	1980		(Sony & Philips)
		1982	>	Betacam (Sony)
VHS-C (JVC)	<	1983		
		1985	>	Video 8 (Sony)
S-VHS (JVC)	<	1987		
		1986	>	Betacam SP (Sony)
Hi8 (Sony)	<	1989		
		1990	>	DAT-Recorder
MiniDisk (Sony)	<	1991		
		1993	>	Digital Betacam (Sony)
DVD	<	1995		
		1996	>	DVCAM (Sony)
D-9 (JVC)	<	1995		
		1996	>	Betacam (Sony)
D-VHS	<	1998		
		1999	>	IMX (Sony)
Blu-ray Disc (Blu-ray Group)	<	2002		
		2016	>	Ultra HD Blu-ray

Auswahl Audio	
Analog	Schellackplatten, Vinylschallplatte, Musikkassette MC
Digital	Digital: Digital Audio Tape (DAT), MiniDisk, Audio CD
Auswahl Film	
Analog	35mm Film, 16mm Film, 8mm Film
Digital	Bei neueren (aus den 1990er-Jahren) Verfahren sind die Audioinformationen zusätzlich zum Analogton auch teilweise digital auf dem Filmmaterial enthalten. Bei Dolby-Digital als Micromatrixcodes zwischen den Perforationslöchern oder bei Sony Dynamic Digital Sound auf den Außenrändern des Filmstreifens.
Auswahl Magnetbandformate zur Videoaufzeichnung	
Analog	Quadruplex, 1 Zoll C, U-matic, VCR-System, Betamax, VHS, Video 2000, Betacam SP, VHS-C, Video 8, Super Beta, S-VHS, Hi8
Digital	D-1, D-2, Digital Betacam, DV, MiniDV, D-VHS, Digital8 (DV auf Hi8-Bändern), HDCAM, M2

2.2 Bestandsaufnahme

Auf den meisten Medientypen sind ihre Bezeichnungen zu finden sowie die Länge in Minuten. Wurde der Medientyp ermittelt, sollte zunächst der Zustand begutachtet werden. Des Weiteren sind Informationen über den Umfang, die Länge in Minuten sowie Informationen über die Aufzeichnungsnormen und die Charakteristik (Profi-/Consumerbereich) zu sammeln, um das Volumen und die damit verbundenen Kosten der Digitalisierung abzuschätzen.

„Eine MAZ-Karte ist wichtiger Bestandteil und sollte als Begleitmaterial überliefert werden.“ (Christina Dresen)

Für den professionellen Bereich gibt es MAZ-Karten. Das sind Formulare, sie enthalten Informationen über das auf dem MAZ-Band aufgezeichnete Material, denn oft wurden mehrere Beiträge auf einer Kassette aufgezeichnet. Neben der Beschreibung werden Hinweise zu Aufnahmedatum und -länge, die gewählten Videonormen und die Bezeichnung der Tonspuren hinterlegt. Neben der Stereospur wurden ggf. Sprecher-, Atmo- oder O-Töne aufgezeichnet.

Betacam SP mit dazugehöriger MAZ-Karte:

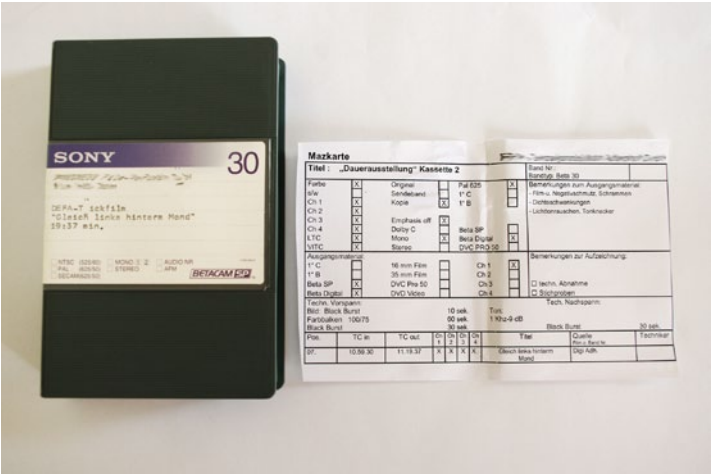


Foto: Christina Dresen

Aus dem Consumerbereich kennt man aufwändig gestaltete Cover oder schlichte handschriftliche Hinweise. Auch diese sollten Bestandteil des Digitalisats sein (zum Beispiel als Fotografie oder Scan).

Cover einer Vinylllangspielplatte:



Bildnachweis: Boston – Don't Look Back, album cover by Gary Norman, 1979 – CC BY NC 2.0, via flickr – <https://www.flickr.com/photos/gameraboy/51097186926>

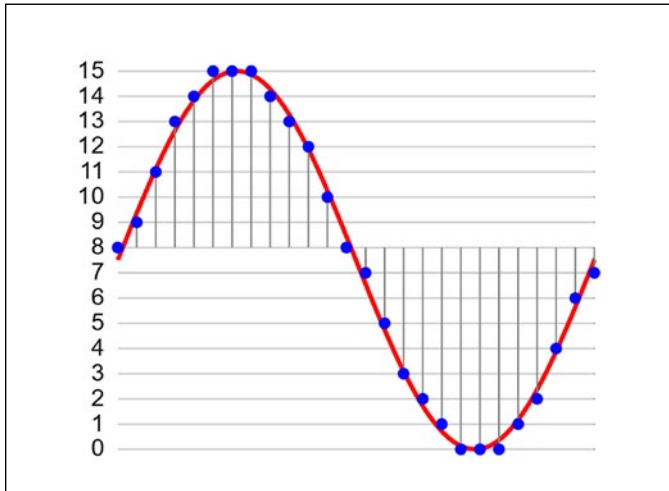
3 GRUNDLAGEN ZUR DIGITALISIERUNG VON AUDIO- UND VIDEOMATERIAL

Bei der Digitalisierung werden die analogen Signale eines vorliegenden Materials in digitale Datenwerte umgewandelt, die aus diskreten Zahlen bestehen. Zunächst wird das Material in diskreten Zeitschritten abgetastet (Diskretisierung) und anschließend die Messwerte mithilfe eines Analog-digital-Wandlers (Analog-digital converter, DAC) auf einem Zahlenbereich abgebildet (Quantisierung) und in einem für den Rechner zu verarbeitenden Format kodiert. Das Endprodukt wird als Digitalisat bezeichnet. Hierbei unterscheidet man die Kodierung eines Video- oder Audiodatenstromes (Codec, Encoder/Decoder) und das Dateiformat, in dem die Datenströme in Dateien organisiert sind. Coder bzw. Encoder sind Anweisungen und mathematische Verfahren zur Speicherung und Wiederherstellung von Messwerten des Digitalisierungsprozesses.

Ein digitalisiertes Audio- und Videosignal lässt sich mit heute zur Verfügung stehender Informationstechnologie speichern, kopieren und archivieren. Fehler des Originals wie beispielsweise entstandene Veränderungen durch Lagerung können teilweise durch Signalverarbeitung oder digitale Bearbeitung beseitigt werden. Zudem lässt sich das Material durch Schnittbearbeitung manipulieren und verändern.

3.1 Audio

Sampling bezeichnet die Abtastung einer Schwingung und die Umwandlung der Amplitude (Schwingungshöhe) in diskrete Werte. Es kann mathematisch gezeigt werden, dass bei Kenntnis der Auflösung des Ausgangssignals und Wahl einer mindestens doppelten Abtastfrequenz eine Rekonstruktion des ursprünglichen Nutzsignals ohne Verluste möglich ist (Nyquist-Shannon-Abtasttheorem). Diese Werte können, vereinfacht gesagt, fehlerfrei wieder in eine analoge Schwingung zurückversetzt werden. So kann ein Audiosignal in digitaler Form gespeichert und wieder abgespielt werden. Die Samplingfrequenz beschreibt die Abtastrate. Liegt die Abtastrate unter der doppelten Frequenz des Nutzsignals, entstehen ungewünschte Artefakte durch sogenanntes Aliasing.



Abtastung in Blau, Quantisierung und Codierung des in Rot dargestellten ursprünglichen Signalverlaufes. Bildnachweis: CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=635225>

3.2 Film / Video

„Wann spricht man vom Film und wann von einem Video?“ (Christina Dresen)

In Film und Video werden unterschiedliche Techniken zur Aufzeichnung von Bewegtbildern verwendet. Beim klassischen Film werden Einzelbilder (frames) als Ganzes mit einer Filmkamera aufgenommen und als Bildsequenz auf elastischem Fotomaterial (Filmträger) fixiert. Beim klassischen Video werden die Aufnahmen einer Fernsehkamera elektrotechnisch verarbeitet und als analoges Signal (meist) auf einem Magnetträger gespeichert. Diese Unterscheidung kann auch heute in der Digitaltechnik noch getroffen werden, je nachdem, ob jedes Einzelbild in einem Datenstrom codiert vorliegt (intra-frame coding) oder Informationen aus einer Bewegtbildsequenz über Einzelbilder hinweg weiterverwendet werden (inter-frame coding).

Filme und Videos bestehen aus Audio- und Bildspuren. Das Audio wird wie unter 4.1 beschrieben digitalisiert und separat als Datenstrom codiert und mit

Zeitangaben zur Synchronisation abgelegt. Beim Film und beim Video wird jedes einzelne Bild in Zeilen und Spalten zerlegt (diskretisiert) und für jeden dadurch entstehenden Bildpunkt ein diskreter Wert (Grau- oder Farbinformationen) gemessen und umgewandelt.

Diese Datenströme für Bild und Ton sowie weitere technische Metadaten werden meist gemeinsam in einen Datencontainer gepackt und ergeben eine Videodatei.

3.3 Datenkompression

Unter Datenkompression wird die Verdichtung (verlustfreie Kompression, lossless) oder Reduzierung (verlustbehaftete Kompression, lossy) von Daten verstanden. Dabei werden Informationen derart zusammengefasst oder weggelassen, dass im besten Fall keine (lossless) oder nur eine für den menschlichen Eindruck nicht oder kaum wahrnehmbare Veränderung (lossy) des ursprünglichen Signals entsteht. Bei der Verdichtung wird zum Beispiel ausgenutzt, dass Bereiche gleichen Signalpegels nicht diskret für sich, sondern als Zusammenfassung abgespeichert werden. Anstatt zweitausendmal denselben Wert hintereinander zu speichern, speichert diese Art der Kompression nur die Anweisung „wiederhole diesen Wert zweitausendmal“. Für die verlustbehaftete Kompression werden bestimmte Eigenschaften der menschlichen Sinnesorgane ausgenutzt, damit das Weglassen von Informationen für die menschliche Betrachter:in nicht wahrnehmbar ist. Das menschliche Auge erkennt beispielsweise Bewegungen bei Bildraten von 24 oder mehr Bildern in der Sekunde als flüssig. Das Einzelbild kann als Ganzes nicht erfasst werden, sodass das Weglassen von Details nicht bemerkt wird. Auch ist es durch die Aufteilung des Auges in viele helligkeits- (intensitäts-) und wenige farbsensitive Rezeptoren möglich, ohne groß bemerkbare Einschränkungen die Farbinformation von mehreren nebeneinanderliegenden Pixeln zusammenzufassen und nur die Helligkeitsinformation voll aufzulösen. Dies wird so unter anderem auch bei der Kodierung von JPEG-Bildern ausgenutzt, um die Datenmenge auf einen Bruchteil des ursprünglichen Signals reduzieren zu können.

Bei der Digitalisierung von Film- und Videomaterial entstehen erhebliche Datenmengen, vor allem wenn in ausstellungsgerechter Qualität digitalisiert wurde. Der Einsatz von Kompression kann je nach Kosten-Nutzen-Abwägung auch für Archivmasterdigitalisate sinnvoll sein, wenn die Risiken bekannt sind und der Nutzen (z. B. die Einsparung von Speicherplatz) die Kosten überwiegt.

4 PARAMETER FÜR EXPORTEINSTELLUNGEN

„Die Frage nach der Nutzung und der Zielbestimmung der Digitalisate ist eine der entscheidenden Fragen zu Beginn eines Digitalisierungsprozesses.“ (Christina Dresen)

4.1 Containerformate

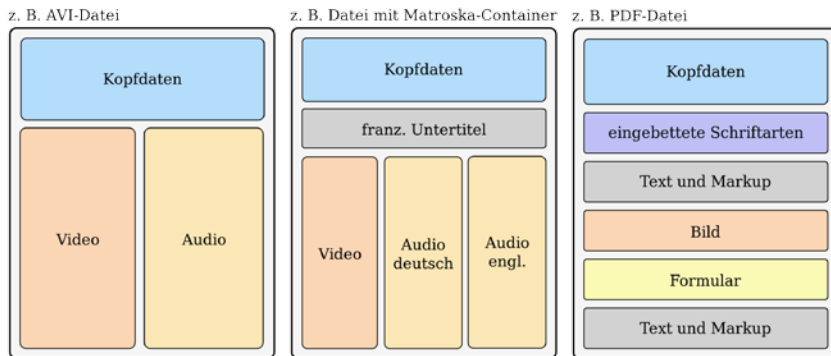
Nach der Diskretisierung, Quantisierung, der Kodierung und gegebenenfalls einer Komprimierung werden beim Export einer Videodatei alle dazugehörigen Datenströme in einem Behälter (Container) strukturiert abgelegt. Die Wahl des Datencontainerformats sollte in Bezug auf dessen Verwendung gewählt werden. Möglichst verlustfreie Digitalisate zur Archivierung (Master, Masterdigitalisate, Archivkopien genannt) werden in einem anderen Datencontainer abgelegt als die Digitalisate, die zur Verwendung in einer (Online-) Ausstellung benötigt werden (Nutzungsderivate, Arbeitskopien). Beim Master kommt es darauf an, möglichst umfänglich den Informationsgehalt des Originals zu erfassen, hierbei ist die Größe des Speicherbedarfs und die Verarbeitungs- und Übertragungsgeschwindigkeit meist nebensächlich. Für die Verwendung gerade im Netz sind geringe Größe und leichte Abspielbarkeit generell wichtiger als der volle Informationsgehalt. Generell ist eine Formatumwandlung möglich, doch lassen sich natürlich gerade heruntergerechnete Auflösungen und verlustbehaftet komprimierte Daten nicht wieder in die Ursprungsdaten transformieren.

Empfehlenswert ist, nach dem Digitalisierungsprozess direkt in zwei oder sogar drei verschiedene Container für den jeweiligen Einsatzzweck zu exportieren. Ein Beispiel hierfür wäre das Material Exchange Format (MXF) aus dem professionellen Bereich für das Archiv oder aber der Matroska Multimedia Container (MKV) für Archiv und/oder Arbeitskopie und ein hochkomprimierter MPEG-4 Part 14-Behälter (mp4) für die Sichtung im hauseigenen Netzwerk. Dabei ist zu beachten, dass die meisten Containerformate Datenströme mit verschiedenen Kodierungen unterstützen (also zum Beispiel H.264 in MKV oder auch MPEG-2 in MXF). Auch das in der Vergangenheit verbreitete Containerformat AVI (Audio-Video-Interleave) enthält die verschiedensten Kodierungen, die teilweise nicht mehr unterstützt werden. Diesen Aufwand direkt nach dem Digitalisierungsprozess zu betreiben, spart Zeit und ist kostengünstiger, als diese Formatierungen im

Nachhinein durchzuführen. Dann nämlich müssten das Material und die damit verbundenen großen Datenmengen zunächst in eine Videobearbeitungssoftware importiert werden, um anschließend in ein anderes Format exportiert werden zu können. Diese Import- und Exportprozesse können unter Umständen mehrere Stunden in Anspruch nehmen.

Die Container enthalten verschiedene Formate für die darin abgelegten Audio- und Videodateien, Untertiteldateien, mehrsprachigen Audiospuren und weiteren Metadaten. Ein Multiplexer führt die Audio- und Videodatenströme in einer physischen Containerdatei zusammen. Beim Abspielen werden sie durch einen Demultiplexer getrennt und vom jeweiligen (Audio-/Video-) Decodierer verarbeitet. Der Standard für Digitalkopien in der Kinofilmverteilung Digital Cinema Package (DCP) ist ein Container, der eine Verzeichnisstruktur von Dateien definiert und keine Containerdatei. In einem DCP-Package (DPX) liegen dann z. B. einzelne MXF-Dateien.

Beispiel für verschiedene Containerformate:



Bildnachweis: Ernst Rohlicek jun., CC BY-SA 2.5, via Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=963721>

Gängige Videocontainer (mit häufigster Dateierendung) sind:

MPEG-4 Part 14 (.mp4), Quicktime File Format (.mov), Windows Media Video (.wmv), Audio-Video Interleave (.avi), Flash-Video (.flv), Matroska (.mkv)

4.2 Kodierer / Dekodierer (Codec)

Bei der Ton- und Bildkodierung werden die abgetasteten, diskreten, quantisierten Werte in Bitströme umgewandelt. Ein Bild wird beispielsweise in diskrete Pixel zerlegt und der Grau- oder Farbwert durch eine binäre Zahl (eine Bitfolge aus Nullen und Einsen) repräsentiert. Ein Codec bezeichnet sowohl den Kodierer (encoder), als auch den dazugehörigen Dekodierer (decoder). Dieses zusammengehörige Algorithmenpaar übernimmt nicht nur die De- und Kodierung der Datenwerte sondern ebenfalls die De- und Kompression des Datensignals. Hierfür werden laufend neue Algorithmen entwickelt, die jeweils neue Entwicklungen der Mathematik und Rechentechnik ausnutzen.

Beispiele für namenhafte Codecs (Name / Hersteller)

Apple ProRes	Apple, proprietär
IMX 50	Sony, proprietär
FFV1	Community, offen, CC4.0
H.264/MPEG-4 AVC	Advanced Video Coding, Patentpool-Lizenzierung

4.3 Bittiefe

Die Bittiefe (bit depth) gibt die Anzahl der Bits an, die für die Quantisierung eines Signals eingesetzt werden. Das Binärsystem stellt Zahlen im Gegensatz zu dem geläufigeren Dezimalsystem nicht zu Basis 10 dar (nach 0 bis 9 folgt die 0 mit Zehner 1, also 10 usw.), sondern als Dualsystem aus 0 und 1. Schon nach der 1 kommt der Übertrag auf die nächste Stelle, also die Zahl 2 im Dezimalsystem wird zu 10_2 (das heißt 10 zur Basis 2). Führende Nullen werden weggelassen ($0010 = 10$). Eine Binärzahl mit 8 Stellen (Bits) zum Beispiel kann 256 (2^8) Zahlen von 0 bis 255 im Zehnersystem darstellen. Da in der Rechnertechnik ein Byte aus 8 Bit besteht, ergeben sich meist Vielfache davon, also 16 Bit (= 2 Bytes) oder 32 Bit (= 4 Bytes). Die Bittiefe gibt also an, wie viele Stufen in einem gemessenen Signal unterschieden werden können. Je größer die Bittiefe, desto feiner ist die Abstufung eines Signals und desto größer die resultierende Datenmenge.

4.3.1 Bittiefe bei Audio

Bei Audiosignalen wird die Bittiefe häufig auch als Samplingtiefe oder Auflösung bezeichnet und ist eine Kennzahl für die Dynamik. Die Dynamik beschreibt die

Eigenschaft, besonders laute und leise Töne zu differenzieren. Typische Größen für die Samplingtiefe sind 8, 16, 24 oder 32 Bit. Bei 8 Bit können 256 Stufen abgebildet werden, bei 16 Bit schon 65536, also deutlich feingranularer. Die gängige Auflösung im Audibereich beträgt heute 16–24 Bit bei Blu-Ray Disc oder 16 Bit bei Audio CDs. Jede Stufe hat hierbei den gleichen Abstand zur nächsten, man spricht dann von linearer Quantisierung oder linear pulse-code modulation (LPCM).

Wird während der Digitalisierung der höchste Ausschlag des analogen Signals (die lauteste Stelle) nicht richtig eingestellt (eingepegelt), entsteht sogenanntes Clipping, das heißt, jeder Ausschlag über dem eingestellten Pegel wird auf die gleiche (größte) Zahl abgebildet und es kommt zu Informationsverlust.

4.3.2 Bittiefe (Farbauflösung) Video

Analog zu Audiosignalen werden auch die Abstufungen der gemessenen Helligkeiten – bei Farbe pro Farbkanal (meist RGB für Rot, Grün und Blauanteile) – durch die Auswahl von Bittiefen aufgelöst. Ist die Bittiefe zum Beispiel 1, so können nur schwarz (0, keine Helligkeit) und weiß (1, maximale Helligkeit) unterschieden werden. Bei Farbbildern üblich sind zumeist Werte von 8 Bit pro Farbkanal, wobei sich dann 256 mal 256 mal 256 verschiedene Farben (etwa 16 Millionen) unterscheiden lassen. Da das menschliche Auge ein wenig mehr unterscheiden kann, wird für hochwertige Digitalisate auch eine 16-Bit-Auflösung pro Farbkanal gespeichert. Die Angaben zu 24 Bit (TrueColor) und 48 Bit beziehen sich dann auf die Anzahl der Pixel (3 Farben à 8 Bit ergibt 24 Bit). Nun ist es so, dass Helligkeitssensoren meist nur eine Auflösung von 6 Bit (bei Consumerscannern/-kameras) bis maximal 10–14 Bit (super High-End-Geräte) unterscheiden können. Wird eine Dynamik pro Farbkanal von vielleicht 150 Stufen mit 10-Bit-Sensoren (1024 Stufen) gemessen, ergeben sich meist keine Nachteile durch eine Quantisierung/Mapping auf 8 Bit. Da bei Video meist sowieso schon im Analogen mit komprimierten Signalen gearbeitet wird, ist hierbei die Verdoppelung des Speicherplatzes schwer zu rechtfertigen.

4.3.3 Farbunterabtastung

Beim Videosignal erfolgt zumeist eine Kompression schon des Signals, um die Bandbreite – also den benötigten Platz für die Übertragung und analoge Speicherung – gering zu halten. Diese Kompression ist die Farbunterabtastung (chroma subsampling) und macht sich die oben bereits beschriebenen, unterschiedlichen Rezeptoren im Auge für Helligkeit und Farbe zunutze, um Farb- und Helligkeitsinformation räumlich unterschiedlich aufzulösen.

Wie in der Abbildung zu sehen, ist eine Aufteilung der Bildinformation hierfür nicht in RGB-Anteile sondern in Helligkeits (Y)- und Blau-Gelb (Cb)- und Rot-Grün-Anteile (Cr) aufgeteilt, um diese getrennt verarbeiten zu können (Farbmodell YCbCr). Hierfür werden Vierergruppen von Pixeln gebildet. Die Kompression erfolgt immer für solch einen Block. Wird für jedes einzelne Pixel auch die Farbinformation gespeichert, so bezeichnet man dies als 4:4:4 (für Y:Cb:Cr), fasst man jeweils die horizontalen Pixel mit einem Farbwert zusammen, spricht man von 4:2:2. Die Abtastung für JPEG-Standard oder MPEG-Standard lautet 4:2:0. Hierbei wird pro Viererblock nur einmal die Farbinformation hinterlegt. Im Gegensatz zu Helligkeitsinformationen tragen diese nicht wesentlich zum Bildschärfeeindruck bei. Digitale Videos, die aus 4:2:0-Quellen stammen, sollte man so belassen. Beim Digitalisieren von analogen Quellen sollten allerdings – obwohl im Signal schon unterabgetastet wurde – die vollständigen Farbinformationen als Master verwendet werden. Nutzungsderivate sind wegen der Mengeneinsparung durchaus als 4:2:0 abzulegen.



Das Bild (oben) wird mit Hilfe der drei Komponenten Helligkeit Y (Grauwerte) und den Farbkomponenten Blau-Gelb (Chroma blue) und Rot-Grün (Chroma red) dargestellt.

Bildnachweis: Mike1024, CC0, via Wikimedia Commons –

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1493370>

4.4 Bitrate / Datenrate

Die Bitrate, auch Datenrate genannt, ist die Datenmenge, die benötigt wird, um eine Sekunde Audio oder Video abzuspeichern bzw. zu übertragen. Bei großer Bitrate entstehen meist qualitativ hochwertigere Datenströme, die jedoch mit einer höheren Datenmenge einhergehen und entsprechende Anforderungen an die Übertragung über das Internet stellen.

Die Bitrate ist eine Kenngröße, welche die Datenübertragungsrate von Audio- und Videosignalen im Verhältnis zur Zeit angibt. Sie wird in k(ilo)bit/s (kbps), M(ega)bit/s (Mbps) oder G(iga)bit/s (Gbps) angegeben und ist heutzutage aus den Vertragsversprechen der Telekommunikationsanbieter bekannt.

Beispiele für Bitraten

Audio CD (Abtastrate 44,1 kHz, 16 Bit stereo): ca. 1411 kbit/s

SD Fernsehbild (MPEG-2 komprimiert): ca. 3 Mbit/s

DVD Video (MPEG-2-komprimiert): ca. 6 Mbit/s

HD Video (720p 60 Hz 24 Bit/Pixel unkomprimiert): ca 1,3 Gbit/s

Den benötigten Speicherbedarf kann man hierbei leicht ausrechnen: Länge in Sekunden multipliziert mit der Bitrate geteilt durch 8 (Bits pro Byte). Bei neueren Codecs oder zum Beispiel MPEG-2 Audio Layer III (MP3) können variable Bitraten erzeugt werden, die sich an das zu kodierende Signal anpassen (variable bitrate). Dann wird ein angestrebter Durchschnittswert zur Parametrisierung angegeben.

Beispiel: Sequenzen mit wenig Information (wie Stille oder menschlichen Stimmen) werden dann mit niedriger Bitrate kodiert. Die Bitrate wird bei mehr Information wie bei Musik wieder erhöht.

4.5 Framerate

Mit der Framerate (frames per second/fps, Bildwiederholrate) wird angegeben, wie viele Bilder pro Sekunde auf dem Bildschirm angezeigt werden. In der Filmproduktion in den 1920er-Jahren wurde die Framerate auf 24 Bilder pro Sekunde festgelegt.

Übliche Framerates in der Videoproduktion sind: 24 / 25 / 29,97 / 30 / 50 / 59,94 und 60 Bilder pro Sekunde (fps).

Hier mag auch der Blick auf die Bestimmung eines Videoclips zur Entscheidung beitragen: Soll das Video auf einem Fernsehgerät mit 50 Hz wiedergegeben werden, wären 25 fps oder 50 fps geeignet. Wenn die Hardware zur Wiedergabe aus den USA stammt und diese mit 60 fps arbeitet, dann ergibt diese Einstellung das beste Resultat. Videos, die für YouTube erstellt werden, sollten mit 30 fps exportiert werden.

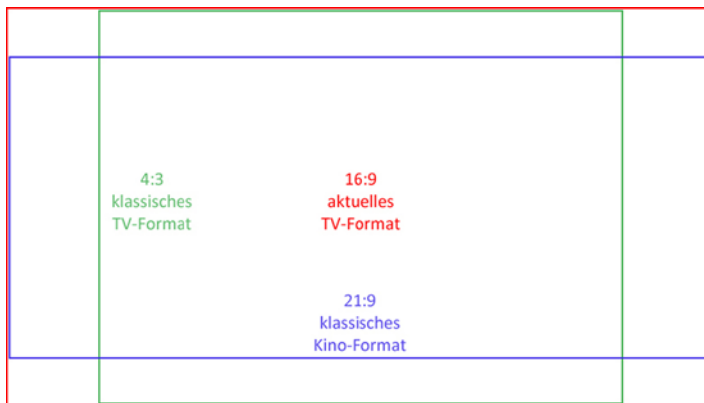
Aufgrund der zeitlichen Kompression wirkt sich eine höhere Framerate nicht auf die Datenmenge aus.

4.6 Bildauflösung und -format

Die Auflösung eines Videos beschreibt die Pixel (Bildpunkte) in horizontaler und vertikaler Richtung. Insofern analoges PAL-Video vom Magnetband digitalisiert wird, das meist eine Auflösung von nominal 768 x 576 Pixeln hat, macht es wenig Sinn, bei einer Digitalisierung die Full-HD Auflösung mit 1920 x 1080 Pixel zu wählen. Es ist möglich, geringere Auflösungen hochzuskalieren, doch geht das mit einer Bildunschärfe einher.

Das Bildformat oder auch Bildseitenverhältnis beschreibt das Verhältnis der Breite eines Bildes zu seiner Höhe. Gängige Formate in der Videoproduktion sind 4:3 oder 16:9. Bei älterem analogem Video ist das Format meistens 4:3. Bei Kinofilmen wurde meist das Seitenverhältnis 21:9 oder mehr gewählt, das dann durch Objektive der Kameras sogar verzerrt auf dem Film belichtet und nur mit einer entzerrenden (anamorphen) Linse projiziert werden konnte, ohne dass der Zuschauer sich wunderte. Liegt Quellmaterial im Verhältnis 4:3 vor, und es soll formatfüllend mit einem 16:9 Monitor dargestellt werden, entstehen seitlich schwarze Balken. Ein Skalieren des Bildes, sodass es gleichmäßig die komplette Fläche ausfüllt, führt zum Bildinformationsverlust an den Rändern.

Moderne Monitore haben zumeist eine 16:9-Auflösung. Die Darstellung von 4:3-Material verlangt somit oftmals eine inhaltliche und gestalterische Abwägung von Aussage und Technik.



4.7 Interlaced / progressiv

Ob ein digitales Video „interlaced“ (Halbsprungverfahren) oder „progressiv“ (Vollbildverfahren) exportiert werden soll, hängt vom Eingabemedium und der Art des Bildinhaltes ab.

Viele Aufnahmen auf alten Medientypen wurden interlaced erfasst, da ältere Kameras und Wiedergabegeräte nur eine Wiedergabe im Zeilensprungverfahren unterstützten. Dieses Material lässt sich mit einer Videoschnittsoftware für Nutzungskopien zu Vollbildern umrechnen (de-interlacen), um so ein Vollbildvideo zu erhalten. Allerdings ergeben sich dabei insbesondere dann Artefakte, wenn Bewegung im Bild oder Kameraschwenks im Material vorhanden sind. Die beiden Halbbilder, die zu einem Vollbild zusammengesetzt werden sollen, enthalten dann Informationen zu unterschiedlichen Zeiten, sodass das Ergebnis einen Kammefekt (weaving) aufweisen kann, da jede zweite Zeile Objekte an einem (leicht) anderen Ort abbildet. Es existieren mehrere Verfahren, diese Artefakte zu minimieren, die wiederum teilweise andere Artefakte (z. B. bobbing, ein Wackeleffekt) erzeugen und vom Inhalt der Videos abhängen. Mithilfe von genauerer Analyse der Bildinhalte mehrerer aufeinanderfolgender Bilder kann durch Bewegungskompensation eine Verringerung der Artefakte erreicht werden, indem durch den Kammefekt zerissene Bildbestandteile in jedem Vollbild aus der Bewegung mit Informationen aus anderen (Halb-) Bildern rekonstruiert werden. Auch ist es möglich, durch Machine Learning den in einem Halbbild fehlenden Bildinhalt durch statistisch begründete Informationen zu verbessern, die Ähnlichkeiten zu einer großen Menge an ähnlichem Material für eine Annäherung heranziehen. Im Zeilensprungverfahren erzeugte Aufnahmen sollten allerdings als Masterdigitalisat auch weiterhin als Halbbilder gespeichert werden, um die Authentizität zu gewährleisten und als Ausgangspunkt für zukünftige Entwicklungen dienen zu können.

4.8 Audioparameter

Bei Audio gibt es verschiedene Ansatzpunkte zur Bestimmung der Digitalisierungsparameter. Ausgehend vom Hörpotenzial eines Menschen im Bereich von 16 bis 21.000 Hz muss die minimale Samplingfrequenz des abgespeicherten Signals mindestens 42.000 Hz betragen. Für die meisten Anwendungen ist somit

CD-Audioqualität von 44,1 kHz oder Blu-Ray Qualität mit 48 kHz mit 16-Bit-Dynamik ausreichend. Gerade im High-End-Audio-Bereich sind auch 96 kHz oder 192 kHz verbreitet, die aber im zu digitalisierenden Material nicht sinnvoll sind, da diese hohen Speicherfrequenzen nur bei der Produktion moderner Audioaufnahmen verwendet werden.

Um Artefakte im digitalen Signal zu verhindern, sollte die Digitalisierung mit mindestens 96 kHz mit einem Tiefpassfilter von 48 kHz durchgeführt werden. Was ist damit gemeint? Wenn im Ausgangsmaterial Frequenzen oberhalb der menschlichen Hörgrenze existieren, werden diese bei der Wandlung in hörbare Frequenzen umgewandelt. Mit einem analogen Filter lassen sich diese hohen Frequenzen herausfiltern. Eine Eigenschaft dieser Filter ist aber, dass sie, wenn die Unterdrückung innerhalb eines schmalen Frequenzbereichs stattfinden soll, auch Frequenzen nahe der Schwelle beeinflussen, die sie abschneiden sollen. Besser ist es, den Filter über einen breiten Frequenzbereich flach auslaufen zu lassen und das mit 96 kHz digitalisierte, ab 48 kHz gefilterte Ergebnis mit 48 kHz zu speichern (abzuschneiden). Durch die Verwendung eines Filters können keine Frequenzen oberhalb von 22 kHz (die Hälfte der Samplingfrequenz) rekonstruiert werden. Dieser Bereich enthält also keine Informationen mehr.

Für den Export von Audiomasterdigitalisaten wird meist das unkomprimierte WAV-PCM Format oder ein verlustfrei komprimiertes FLAC (free lossless audio encoding) gewählt.

Als Nutzungsderivate gibt es viele (streamingfähige) Formate wie zum Beispiel MPEG-2 Audiolayer III (MP3), AAC, Vorbis oder auch Opus. In diesem Bereich gibt es allerdings genau wie beim Streamingvideo unübersichtlich viele Neuentwicklungen.

5 QUALITÄTSUNTERSCHIEDE

Eine hochwertige Digitalisierung von Filmmaterial ist unverzichtbar, wenn Ausschnitte zur Verwendung in einer Ausstellung verwendet werden. Dem steht jedoch entgegen, dass oftmals viel Filmmaterial zur Recherche vorliegt und das Budget begrenzt ist.

5.1 Sichtungskopie

„Eine qualitativ hochwertigere Digitalisierung wird nach ihrem Umfang und Aufwand abgerechnet und kann bei Projekten schnell das dafür vorgesehene Budget sprengen.“ (Christina Dresen)

In diesem Fall empfiehlt es sich, zunächst eine Sichtungskopie zu erstellen, um nach Sichtung entsprechend interessante Beiträge in hoher Qualität von einem Dienstleister digitalisieren zu lassen. An dieser Stelle sei erwähnt, dass Sichtungskopien nicht veröffentlicht werden dürfen, und sie lediglich zur Recherche dienen und als Hilfestellung eingesetzt werden können, um Kosten zu sparen und den Rechercheprozess zu erleichtern.

Es lassen sich einfach und kostengünstig Digitalisierungen mit niedriger Qualität (LQ = Low Quality) erstellen und zum Zweck der Datenverarbeitung (Projekttransfer, Bearbeitung) mit hoher Kompression speichern, wobei die entstehende Datenmenge auf ein Minimum begrenzt wird. Die zurückgewandelte Wiedergabe reicht zur Sichtung des Materials aus. Mit einer Sichtungskopie kann zunächst ermittelt werden, ob Filmsequenzen überhaupt in Frage kommen und ggf. können bereits Schnittlisten erstellt werden, sofern eine Referenz (Bsp: Timecode) bei der Digitalisierung in hoher Qualität (HQ = High Quality) ebenfalls abgetastet wird. Vorsicht ist geraten, wenn dafür die Zeitangabe der Abspielsoftware (mm:ss) eingesetzt wird. Es kann vorkommen, dass die Angabe nach der Digitalisierung in höherer Qualität von der Angabe der Sichtungskopie erheblich abweicht. Wenn eine Zeitangabe jedoch die einzig verwendbare technische Referenz darstellt, sollte zusätzlich die ausgewählte Szene treffend beschrieben werden. Es ist hilfreich, das gesprochene Wort in den Schnittlisten (Szene Anfang/Szene Ende) festzuhalten.

Sollen Film- oder Videosegmente als ausstellungsgerechter Videoclip eingesetzt werden, reicht diese Sichtungskopie bei Weitem nicht aus. Die niedrige Qualität ist keinesfalls zur Verwendung in Ausstellungen geeignet, sollte sie über einen Monitor oder mittels Projektion dargestellt werden.

Beispiel Parameter Sichtungskopie

Container	MP4 (.mp4)	Auflösung	720 x 576
Codec	H264	Abtaste	4:2:0
Datenrate	2 Mbit/s	Audiocodec	MP3 stereo oder AAC (5.1)
Framerate	25	Bitrate	128 kbit/s

5.2 Arbeitskopie

Die Arbeitskopie dient als Rohmaterial in der Produktion zur Erstellung eines Masterclips.

Beispiel Parameter Arbeitskopie

Container	Matroska (.mkv)	Auflösung	720 x 576
Codec	FFV1	Abtaste	4:2:2
Datenrate	10 Mbit/s	Audiocodec	Wave Format (.wav) 16bit/48kHz, unkomprimiert
Framerate	25		

5.3 Archiv

Digitalisate für das Archiv sollten möglichst verlustfrei, also mit einer niedrigen Kompression exportiert werden. Dies bedingt eine Intraframe-Speicherung, bei der die jeweiligen Bilder (frames) einzeln für sich komprimiert werden.

Beispiel Parameter Archiv

Container	Material Exchange Format (.mxf)	Auflösung	720 x 576
Codec	IMX 50 oder Apple ProRes	Abtaste	4:4:4
Datenrate	40 Mbit/s	Audiocodec	Wave Format (.wav) 24bit/96kHz, unkomprimiert
Framerate	25		

5.4 Langzeitarchivierung

Weiterhin unter ganz anderen Gesichtspunkten zu betrachten, ist das Thema Digitalisierung in Bezug auf Langzeitarchivierung (LZA). Ein sehr komplexes Thema, hier einige Stichpunkte, die dies verdeutlichen:

- Audio- und Videoformate werden komplexer
- Bildabmessungen und Audioanforderungen steigen
- effizientere Datenreduktionsverfahren werden entwickelt
- hohe Lagerungsmöglichkeit des gewählten Speichers ist gefordert
- möglichst verlustfreie Wiederherstellung über einen langen Zeitraum
- Originalität (Kunstform) soll erhalten bleiben
- Digitalisate sind Kopierprozess ausgesetzt
- Kopierarbeit erfordert Formatwandlungsprozesse, damit heute gängige Formate auch in Zukunft von Rechnern verarbeitet werden können.

Da dieser Prozess große technische Expertise erfordert und gerade im Videobereich hohe Anforderungen an technische Ausstattung und Infrastruktur stellt, sollte die LZA durch eine Dienstleister:in oder durch Kooperativen gemeinsam betrieben werden.

Wichtig ist aber immer: Ist das digitale Material schon zum Entstehungszeitpunkt qualitativ „schlecht“ und nicht von anderen nachnutzbar, so wird dies auch mit Aufwand in Zukunft nicht plötzlich möglich. Der Prozess der LZA und die Anforderung an die Nachnutzbarkeit sollte also auch schon bei bzw. vor Beginn von Digitalisierungsprojekten bedacht und geplant werden.

Zur mittelfristigen Sicherung von Mastern ohne den Prozess der digitalen Langzeitarchivierung können optische Archivdatenträger, externe Festplatten oder auch semipermanente Halbleiterspeicher (solid-state discs, SSD) benutzt werden. Um Datenverlust zu vermeiden, sollten allerdings auch die magnetischen Festplatten im Schrank mindesten einmal im Jahr „hochgefahren“ werden, damit die Motormechanik nicht verharzt.

6 KLEINER EINBLICK IN DIE TECHNISCHEN METHODEN ZUR DIGITALISIERUNG

Zum stark gefährdeten Material zählen

- Magnetische Aufzeichnungsmedien (Magnet-Ton/Video-Bänder und -Kassetten, analog und digital); der Informationsträger kann sich mit der Zeit entmagnetisieren, die Bandmaterialien können verkleben. Bei digitalen Magnetbändern kommt hinzu, dass Leseköpfe und Abspielmechanik nicht mehr hergestellt werden und die Lebensdauer der vorhandenen Produkte begrenzt ist.
- Fotografische und kinematografische Filme auf nicht lagerungsbeständigen Unterlagen (Nitro- und Acetatfilme). Diese werden mit der Zeit brüchig und die Chemikalien der Fotoschichten können sich verändern (vergilben).
- Optische Datenträger bestehen aus amorphem Polycarbonat und einer metallischen Reflektionsschicht; das Polycarbonat kann oxidieren oder kristallisieren und damit seine optischen Eigenschaften verändert. Die Daten sind fehlertolerant gespeichert und können bei leichten Einschränkungen immer noch rekonstruiert werden. Nicht industriell gepresste Datenträger, wie CD-R/CD-RW, DVD+/-R besitzen Farbschichten, deren optische Eigenschaften beim Beschreiben verändert werden. Die eingesetzten (auch langlebigeren Azo-) Farbstoffe besitzen jedoch keine hohe Stabilität.

6.1 Spulen- und Videobänder – Abtastung

Film- und Tonspulen

Kinofilme und viele Serien wurden früher ausschließlich auf Film aufgenommen. Diese Filmrollen werden mit einem Filmabtaster digitalisiert. Dabei wird jedes einzelne Bild wie von einer Kamera mithilfe von CCD-Sensoren aufgezeichnet. Je nach Sensor können heute Abmessungen mit 1920 x 1080 Pixel oder auch bereits 4K-Abtastungen erfolgen. Anschließend werden die Einzelbilder zu Sequenzen. Die gewählte optische Abtastauflösung sollte derart gewählt werden, dass das Filmkorn (film grain), also der einzelne (analoge) Bildinformationsträger nicht zu stark wahrnehmbar ist. Die Körnung ist dabei zwar eine materialbedingte Störung, allerdings auch eine ästhetische Eigenschaft, die künstlerisch genutzt

wurde und für die Authentizität gerade von Filmwerken berücksichtigt werden sollte. Auch in heutigen Filmwerken wird diese Ästhetik teilweise auch mit digitalen Filtern genutzt. Derartiges Material wird zur besseren Komprimierbarkeit ohne das Rauschen gespeichert, die Parameter zur Erzeugung der Körnung beim Abspielen werden als technische Metadaten mitgeführt.

Magnetbänder

Sowohl analoges als auch digitales Audio- oder Videomaterial auf Magnetband wird mit einem kompatiblen Abspielgerät wiedergegeben und kann analog oder digital mit Hilfe professioneller Abspielgeräte und sogenannten Capture Cards erfasst und im Bearbeitungsprogramm importiert werden. Die Digitalisierung erfordert jedoch große Erfahrung, weshalb man auf professionelle Dienstleistungen zurückgreifen sollte.

6.2 Restaurierung

Bei Beschädigung kann das Material teilweise wiederhergestellt werden. Wenn möglich, sind Stichproben mit geeigneter Projektions- oder Wiedergabetechnik vorzunehmen.

Falls das Material offensichtlich stark beschädigt ist, sollte schon beim ersten Wiedergabeversuch eine Sicherungskopie erfolgen. Durch Wasserkontakt oder durch hohe Luftfeuchtigkeit beschädigtes Material ist unmittelbar gefährdet. Auch mikrobieller Befall wie Schimmelpilz droht die Bildinformationen durch schnelle Abbauprozesse verschwinden zu lassen. Hier direkt eine restauratorische Fachkraft hinzuzuziehen, ist empfehlenswert.

6.3 Umgang mit dem Material nach der Digitalisierung

Die sich stets weiterentwickelnde Technik zur Digitalisierung, neue Kompressionsverfahren und vor allem auch die sich weiterentwickelnde Wiedergabetechnik ermöglichen unter günstigen Umständen, zu einem späteren Zeitpunkt das Originalmaterial qualitativ hochwertiger zu digitalisieren. Daher sollten die Originalmedien, soweit sie noch lagerungsfähig sind, auch nach erfolgter Sicherungskopierung als Erhaltungsreserve vorsorglich weiter wie Archivgut im Sinne der gesetzlichen Vorgaben verwahrt werden.

Es sollte in jedem Fall eine Kosten-/Nutzenanalyse und Risikobewertungen angefertigt (und archiviert) werden, damit später nachvollziehbar ist, wie Entscheidungen zu Digitalisierungs- und Aufbewahrungsparametern getroffen wurden. Ist der Informationsgehalt ohne (große) Verluste übertragbar? Wie kann die Authentizität des Materials gewährleistet werden, wenn Archivgut nach der Digitalisierung vernichtet wird?

7 QUALITÄTSPRÜFUNG UND ARCHIVIERUNG

7.1 Qualitätsprüfung

In jedem Fall sollten die exportierten Dateien auf Abspielbarkeit, Umfang und Vollständigkeit überprüft werden. Bei Videodigitalisierungen wird zumeist die ganze Länge eines Bandes aufgenommen; auch dann, wenn nach dem eigentlichen Inhalt keine verwertbare Information vorliegt. Sichtung und Schnitt werden als Aufwand meist höherpreisig kalkuliert als das reine Digitalisieren. Bei großen Aufträgen, die durch Dienstleister:innen vorgenommen werden, können diese mit der Prüfung des Materials beauftragt werden (Prüfprotokoll). Trotzdem werden auch hier stichprobenartige Prüfungen nach Erhalt der Dateien empfohlen.

Audiodateien lassen sich bequem mit dem kostenlosen und quelloffenen Audioprogramm Audacity öffnen, überprüfen und sogar schneiden. Dieses Programm ist ein zuverlässiges Tool zur Bearbeitung von Audiomaterial und lässt sich intuitiv bedienen.

Videos können schnell z. B. mit dem kostenfreien VLC-Player geprüft werden. Dieser ist für die gängigen Betriebssysteme erhältlich und unterstützt fast jeden geläufigen und viele obskure Codecs. Beim Abspielen des Videos mit dem VLC-Player können zudem die Medien- und Codecinformation aufgerufen werden. Diese werden nur angezeigt, wenn das Video gerade abgespielt wird. Hier lassen sich vorgegebene Parameter wie Auflösung und Datenrate direkt ablesen.

Ein weiteres nützliches, kostenloses Programm zum Auslesen der technischen Metadateien ist MediaInfo.

Die technischen Metadaten (zu Containerformat, enthaltenen Datenströmen und dazugehörigen Codecs und Kodierparametern) sollten in der eigenen Erschließung zusätzlich zu den Laufzeiten (Länge) und Speicherbedarf von Archivkopien und gegebenenfalls auch Nutzungsderivaten aufgenommen werden. Beschreibende Metadaten können vielfach auch direkt in die Containerdateien eingebettet werden, allerdings empfiehlt sich auch eine Vergabe von sprechenden, inhaltsbeschreibenden Namen zusätzlich zu Signaturen oder Inventarnummern (s. u.), wenn die Mediendateien nicht in einem Digital Asset Managementsystem, sondern im Dateisystem aufbewahrt werden sollen.

7.2 Archivierung digital

Je nach Art des Mediums, ob es sich um fotografische, kinematografische, audio- oder videografische Archivalien handelt, bestehen unterschiedliche Gefährdungen, denen mit Bestandserhaltungsstrategien begegnet werden muss.

Sie alle vereint, dass Kopierprozesse fester Bestandteil der Produktion sind und im Archiv fortgesetzt werden sollten. Digitale Daten können sich unbemerkt verändern (bit rot), daher sollten Daten regelmäßig auf ihre Unversehrtheit (Integrität) anhand von Prüfsummen oder sogenannten digitalen Signaturen (Hashwerte) auf Probleme überprüft und gegebenenfalls durch eine andere Kopie ersetzt werden (Backup). Regelmäßige Analyse der Integrität kann bei sehr wertvollem Material auch durch eine Sicherungsaufrischung (refresh oder shrubbing) ergänzt werden, mit der ein Bitstrom nicht nur gelesen, sondern auch auf dem Datenträger neu geschrieben wird. Datenträger wie Festplatten weisen als Lebensdauer eine sogenannte Badewannenkurve auf. Das bedeutet die Ausfallrate ist in der ersten Zeit hoch, sinkt dann während des Betriebes und steigt dann am Ende (meist nach Jahren) schnell wieder an, meist nicht durch einzelne (Lese-) Fehler, sondern durch Komplettausfall und Datenverlust. Ein geplantes Kopieren auf neue Träger sollte regelmäßig erfolgen. Robust und energiesparender ist das Sichern auf digitalem Band (LTO). Sicherungskopien von Archivoriginalen sollten möglichst verlustfrei erzeugt werden.

Dateiname

Eine sinnvolle Benennung der Digitalisate ist für eine Archivierung wichtig. Damit z. B. eine Sortierung nach Namen chronologisch erfolgen kann, ist eine Benennung wie JJJJ-MM-TT_[beschreibender Name] empfehlenswert, aber auch Archivnummern zur Benennung sind üblich. Es empfiehlt sich nicht, auf das automatisch generierte Erstelldatum der Dateien zu setzen, da es durch Transfer neu erzeugt werden kann. Eine Auseinandersetzung mit dem Thema ist vor dem Digitalisierungsprozess empfehlenswert.

Sicherungskopie

Um eine Sicherung des Materials zu gewährleisten, sollten die Dateien eines Archivs mindestens auf zwei, besser auf drei Datenträgern abgespeichert werden (die sogenannte 3-2-1-Regel: 3 Kopien auf mindestens zwei verschiedenen Datenträgerarten, davon 1 Kopie geografisch außerhalb der eigenen Institution, auch in der Cloud). Spezielle, aber auch kostenintensive Konzepte zur Archivierung und IT-Lösungen sollten in die Ressourcenplanung des Archivs miteinbezogen werden. Bei weniger aufwändiger Archivierung sollte im besten Fall allerdings immer eine Risikobewertung durchgeführt werden.

Begleitmaterial

Begleitendes Material (MAZ-Karten, Cover etc.) sollte ebenfalls erfasst und archiviert werden, da es wichtige Informationen zur verwendeten Aufzeichnung beinhaltet (Kontextbeschreibung). Mindestens sind diejenigen relevanten Informationen zu erfassen, die eine Sicherungskopie der audiovisuellen Medien nicht mehr enthält. In der Praxis kann ein kinematografisches Produktionskonvolut viele Einzeldatenströme enthalten, wie bspw. Kommentarton, Originalton, Geräusche. Im Consumerbereich sind gerade handschriftliche Informationen wichtig, ohne diesen Kontext ist das Material oft nicht brauchbar.

8 ANHANG: WEBTIPPS

Memoriav

Die Kompetenzstelle Memoriav setzt sich aktiv und nachhaltig für die Erhaltung, Erschließung und breite Nutzung des audiovisuellen Kulturgutes in allen Landesteilen der Schweiz ein. Die von Memoriav seit 2006 regelmäßig erstellten und aktualisierten Publikationen zur Erhaltung audiovisueller Dokumente in den Bereichen Fotografie, Ton, Film und Video wurden 2022 online bereitgestellt und sind hier verlinkt:

<https://memoriav.ch/de/empfehlungen/>

The Association for Library Collections and Technical Services (ALCTS)

Übersicht mit online verfügbaren (institutionellen) Guidelines

<http://www.ala.org/alcts/resources/preserve/minimum-digitization-capture-recommendations>

Federal Agencies Digital Guidelines Initiatives (FADGI)

Richtlinien Bilder, Audio, Film

<http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/>

Metamorfoze - Nationaal programma voor het behoud van het papieren erfgoed

Richtlinien zu Parametern und Qualitätssicherung

<https://www.metamorfoze.nl/english/digitization>

Tabellarische Übersicht über Audio- und Video-Containerformate

<https://de.wikipedia.org/wiki/Containerformat>

Langzeitverfügbarkeit

Library of Congress

Empfohlene Dateiformate

<https://www.loc.gov/preservation/resources/rfs/TOC.html>

National Archives NARA

Bewertung von Langzeitverfügbarkeit verschiedener Dateiformate

<https://github.com/usnationalarchives/digital-preservation>

Impressum

Titel

Eine kleine Handreichung zur Digitalisierung von Audio- und Videomaterial

Autor:innen

Christina Dresen

Dipl.-Ing. Medientechnik (FH Köln)

Social Media Managerin (TH Köln)

Kontakt: *tina.dresen@tinetronics.de*

Tinetronics – Ingenieurbüro für Medientechnik: *<https://www.tinetronics.de>*

Marco Klindt

Informatiker und Entwickler bei digiS

Kontakt: *klindt@zib.de*

digiS: *<https://www.digis-berlin.de>*

Herausgegeben von

digiS, Forschungs- und Kompetenzzentrum Digitalisierung Berlin,

Zuse-Institut Berlin, Takustraße 7, 14195 Berlin

<https://www.digis-berlin.de>

Layout, Lektorat

Beate Autering, beworx

1. Auflage, Juni 2022

Lizenzhinweis

Der Text dieser Handreichung darf ganz oder in Teilen unter den Bedingungen der Creative Commons-Lizenz Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0) genutzt werden. Das bedeutet, dass Sie ihn vervielfältigen, verbreiten, bearbeiten und auf sonstige Arten nutzen dürfen, auch kommerziell, sofern Sie dabei stets die Autor:innen und die Herausgeber:innen, die Lizenz einschließlich ihrer URL sowie die Quelle des Textes nennen. Die vollständigen Lizenzbedingungen sind zu finden unter:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Online zu finden und dauerhaft auffindbar und zitierbar über URN:

<urn:nbn:de:0297-zib-86526>.

d:g:S



Bildnachweis

Titelfoto: Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, 1974,

Titel der Bedienungsanleitung für den Telefunken Fernseher Palcolor 614,

CC0, via Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin

<https://berlin.museum-digital.de/singleimage?imagenr=18428>

Gefördert durch die Senatsverwaltung
für Kultur und Europa

Senatsverwaltung
für Kultur und Europa

BERLIN

