MEMORIAV

EMPFEHLUNGEN

TON

DIE ERHALTUNG VON TONDOKUMENTEN

Aktualisierung 2014

IMPRESSUM

Memoriav Empfehlungen Ton
November 2008
Aktualisierung November 2014

Redaktion
Rudolf Müller
Yves Cirio

Weitere Texte von
Kurt Deggeller
Pio Pellizzari
Stefano Cavaglieri
Ombretta Fontana

Übersetzung
Adelheid Temnewo, Gex (F)
BMP Translations, Basel

Produktion
Laurent Baumann

Grafik
Martin Schori, Biel

Druck
inka druck, Zürich
Auflage: 500 Ex.
Neuauflage: nur online

Herausgeber
Memoriav
Bümplizstr. 192, 3018 Bern
Tel. 031 380 10 80
info@memoriav.ch
www.memoriav.ch

INHALT

3 Einleitung

5 VORWORT ZUR AKTUALISIERUNG 2014

6 TONARCHIVE
7 Gemischte Archive
7 Spezialarchive

8 BESTANDESAUFNAHME
9 Tonträger
16 Zustandsbestimmung
16 Digitale Formate von Tonaufnahmen
17 Inhaltliche Unterscheidungen von Tonaufnahmen

20 ERHALTUNGSBEDINGUNGEN
21 Materialien, Raumklima und Umgebungsgestaltung
22 Handhabung und Erhaltung am Beispiel ausgewählter Tonträger
25 Filebasierte Langzeitarchivierung digitaler Tondokumente
25 Technologische Obsoleszenz
25 Wartung von Aufnahme- und Wiedergabegeräten

28 REPRODUKTION
29 Priorisierungshilfen
29 Wiedergabe des Tonsignals
30 Entwicklung der Übertragungstechnologien
30 Übertragung – Ethik und Grundsätze
31 Restaurierung
31 Übertragung und Umcodierung von Tonaufzeichnungen auf Audio- und Videokassetten und optischen Tonträgern in Dateien
34 Ripping (Auslesen von Audiodaten aus CDs und DVDs)
35 Kopierschutz von CDs und DVDs

36 ZUGANG
37 Dokumentation und Tondokumente
37 Katalogisierungselemente
38 Formate und Konsultationskopien

40 GLOSSAR

44 BIBLIOGRAFIE

Titelbild: Revox Stereotonbandgerät D36.
Foto: Curt M. Mayer / SR DRS

Dictaphone. Abspielgerät für Dictabelt-Tonträger.
Foto: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Einleitung

Die erste Tonaufnahme, die Edison in eine um einen Zylinder gewickelte Stanniolfolie presste, liess sich nur wenige Male abspielen, dann war sie gelöscht. Diese Vergänglichkeit haftet dem Tondokument bis heute als Fluch – oder Segen – an: Auch die nach Edison erfundenen Aufzeichnungstechniken, magnetisch auf Draht oder Tonband, mechanisch auf Zylinder oder Platten, liessen sich nie ohne Abnutzung des Trägers abspielen.

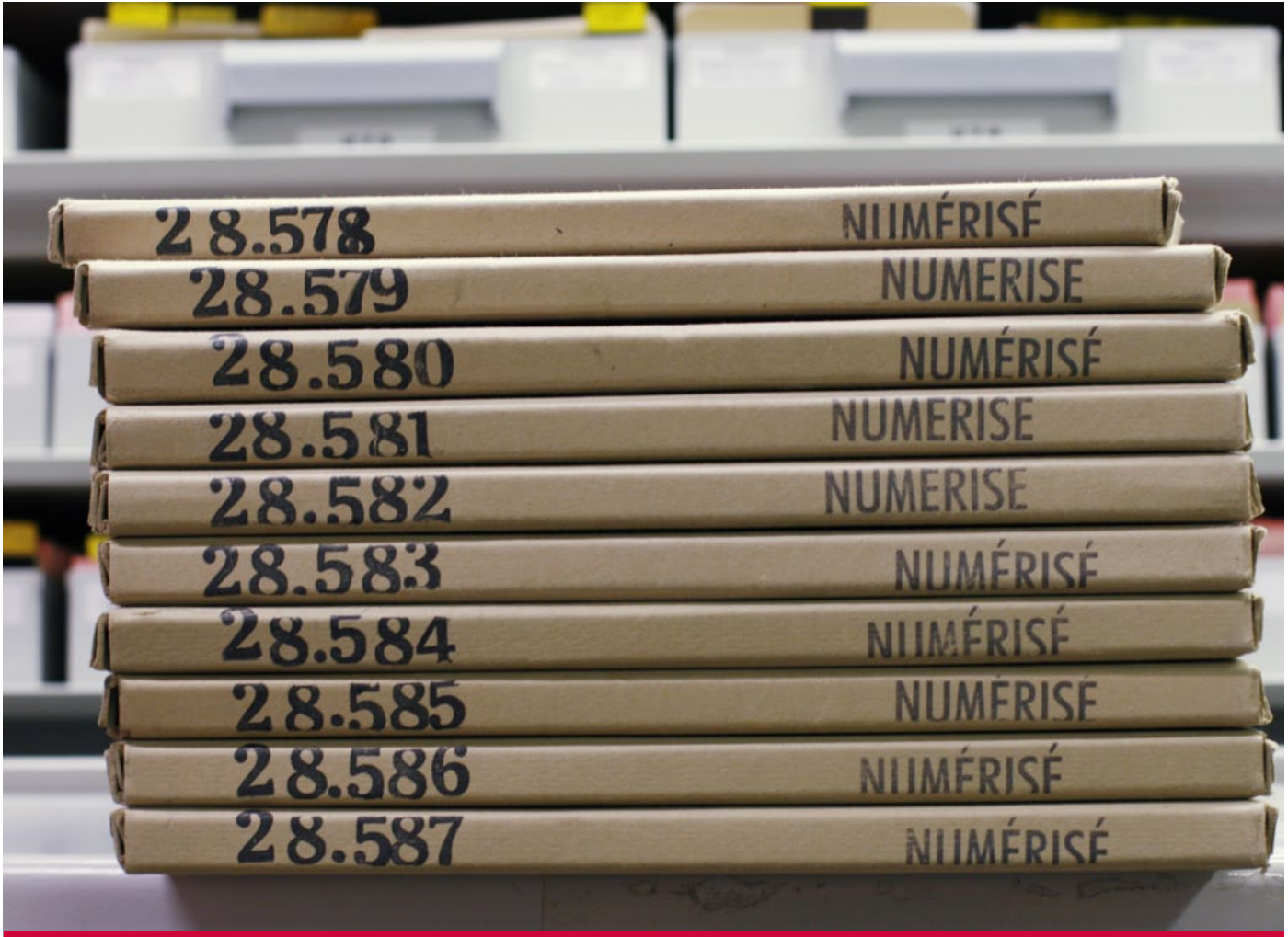
Die Erfinder der Compact Disc gaukelten uns zunächst vor, sie hätten den ewigen Tonträger erschaffen. Zwar ist die im Plattengeschäft gekaufte CD relativ stabil, wenn sie keinen Fabrikationsfehler aufweist; aber die Industrie arbeitet fieberhaft an neuen Systemen, welche die CD und die Geräte, mit denen wir sie anhören können, so bald als möglich ablösen sollten. Die Hersteller haben uns auch die beschreibbare CD beschieden, deren Instabilität den früheren beschreibbaren Plattenmedien vergleichbar ist; fatalerweise wird sie bis heute als archivtauglicher Tonträger betrachtet.

Mit der Vermarktung der Musikkassette fand ab 1965 ein eigentlicher Boom der Tonaufnahme sowohl im privaten wie im öffentlichen Bereich statt. Von diesen leider auch nicht archivtauglichen Aufnahmen dürften sich noch Millionen erhalten haben. Die meisten werden über Kurz oder Lang nicht mehr lesbar sein. Mit der Einführung der Digitaltechnik ging das individuelle Aufnehmen von Tönen zunächst zurück, bis die Technologie wieder allgemein zugänglich wurde, allerdings in Formaten und in einer Qualität, die sich nicht für die Langzeiterhaltung eignen.

Der Archivar, die Bibliothekarin und andere Personen, die für Tonarchive verantwortlich sind, stehen also vor einer Vielzahl von Problemen. Diese Empfehlungen wollen helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen, und wollen darüber informieren, was die nicht spezialisierte Person selber tun kann und was sie den Spezialisten überlassen sollte. Auch wollen sie eine Orientierungshilfe bei der Bewertung von Angeboten privater Unternehmen im Bereich der Digitalisierung geben.

Im Gegensatz zum Video sind wir beim Ton in der glücklichen Lage, über ein international standardisiertes Format für die digitale Speicherung zu verfügen. Probleme bietet dagegen die Aufbewahrung dieser recht grossen Datenmengen und ihre Vermittlung an die Nutzerinnen und Nutzer. Hier fehlt es noch an Infrastrukturen und Kompetenzen, da der Investitionsbedarf für geeignete Einrichtungen sehr hoch ist. Die internationale Gemeinschaft der Tonarchivare hat sich aber auch diesem Problem angenommen (Kevin Bradley et al., 2007).

KURT DEGGELLER



Vorwort zur Aktualisierung 2014

Aufgrund der raschen Entwicklung der zum Speichern von Audioinformationen eingesetzten Techniken und Mittel muss der Schutz von Audiodokumenten in einem neuen Licht betrachtet werden. Da in den letzten Jahren die Aufnahme digitaler Dokumente in audiovisuelle Archive stark zugenommen hat, stellen sich neue Herausforderungen.

Während das Kapitel über die Signalreproduktion in den *Empfehlungen Ton* aus dem Jahr 2008 absichtlich allgemein gehalten wurde und sich auf die meisten Datenträger, vor allem aber auf analoge Tonträger bezieht, soll mit der vorliegenden Aktualisierung auf das «Kopieren» (Duplizieren) bereits digitalisierter Informationen eingegangen werden. Dabei steht das Ziel im Vordergrund, den Verlust von Informationen zu verhindern, die auf Datenträgern, wie zum Beispiel MiniDisc, DAT, CD oder DVD, gespeichert sind. Auch bei den jüngeren Dokumenten, die bereits original in digitaler Form vorliegen, stellt sich dieselbe Problematik: Wie kann die Beständigkeit dieser Daten garantiert werden? Ein weiteres Kapitel widmet sich der Reproduktion der analogen Musikkassette (MC), die, obwohl kein professioneller Tonträger, in den Archiven weit verbreitet ist.

Wenn Informationen bereits in digitaler Form vorliegen, müssen sie nicht «digitalisiert» werden. Hierbei handelt es sich um einen Begriff, der selbst in der Welt der audiovisuellen Archive häufig falsch verwendet wird. Tatsächlich wird eine Audio-Compact Disc nicht digitalisiert, sondern es wird das digitale Signal aus der CD ausgelesen, wobei äusserste Sorgfalt darauf verwendet wird, die Integrität dieser Daten zu prüfen ohne die ursprünglichen Parameter zu verändern. Auch in dieser Hinsicht können mit der vorliegenden Ergänzung bestimmte Lücken in den *Empfehlungen Ton* geschlossen werden.

Die Informationsquellen sind im Wesentlichen die gleichen wie im Referenzwerk. Die International Association of Sound and Audiovisual Archives (IASA) ist durch ihre Forschungsarbeit und ihre verschiedenen Arbeitsgruppen nach wie vor eine diesbezügliche Referenzinstitution. Jedoch findet man erstaunlicherweise auch weniger konventionelle Informationsquellen, beispielsweise Lehrveranstaltungen an Universitäten, in denen sehr interessante Untersuchungen auf diesem Gebiet angestellt werden. Andererseits können die von den Herstellern selbst festgelegten Normen nicht ausser Acht gelassen

werden. Sie stellen weiterhin eine grundlegende Quelle dar, auch wenn die Gebühren für die Beschaffung dieser Art von Dokumenten etwas unverhältnsmässig sind und die in diesen Werken verwendete Terminologie sich eher an Chemiker, Mathematiker oder spezialisierte Informatiker richtet.

Die nachfolgenden Ergänzungen (siehe rot eingefärbte Kapitel und Textabschnitte) waren kaum fertiggestellt, um in die Empfehlungen von 2008 aufgenommen zu werden, da wurde bereits von anderen Datenträgern wie Blu-Ray-Audio gesprochen (Pure Audio Blu-ray). Die Behandlung dieser aufkommenden Techniken müssen wir vorübergehend zurückstellen. Wir werden sie aber in einer künftigen Aktualisierung aufgreifen, um Informationen zu liefern, die zur Erhaltung unseres Kulturgutes beitragen können.

Eine gründliche Auswertung und Gegenüberstellung der Standpunkte ist unerlässlich, wenn man sich mit einem so speziellen Gebiet wie dem Ton beschäftigt. Deshalb lässt sich diese Art von Publikation nicht realisieren, ohne von Beginn an Experten wie Pio Pellizzari und Stefano Cavaglieri von der Schweizer Nationalphonothek hinzuzuziehen. Wir danken ihnen ganz herzlich für ihre wertvolle Unterstützung

RUDOLF MÜLLER UND YVES CIRIO

Tonarchive

Seit ungefähr 130 Jahren ist es möglich, Töne auf spezifischen Trägern festzuhalten und später wiederzugeben. Seither gibt es auch Tonarchive. Ihre Sammlungsschwerpunkte und die Gründe ihres Entstehens sind sehr verschieden. Es ist erstaunlich, in wie vielen Schweizer Institutionen Tondokumente gesammelt werden, und welche kulturelle Vielfalt sie repräsentieren. Für diese Archive ist es oft schwierig Tondokumente auf lange Frist konservatorisch richtig zu betreuen. Neue Vertriebs- und Nutzungsformen wie Internet, mobile Anwendungen oder E-Learning stellen gerade kleinere Archive vor grosse technische und finanzielle Herausforderungen. Dazu kommt das Aussterben der analogen Wiedergabetechniken. Oft ist unklar, welche Massnahmen für Konservierung, Restaurierung und Reproduktion ergriffen werden müssen und wie der öffentliche Zugang künftig gesichert wird.

Es gibt heute noch keinen systematischen Überblick über all diese Archive und ihre Sammlungen, wir können sie aber grob in zwei Gruppen unterteilen: die gemischten und die spezialisierten Archive.

‹ Andreas Künzi, Dokumentalist, in der Plattensammlung von Schweizer Radio DRS, Studio Zürich, 2000.
Foto: Niklaus Spörri, Zürich

Gemischte Archive

Unter den gemischten Archiven verstehen wir all diejenigen öffentlichen und privaten Institutionen, welche in einem thematisch festgelegten Gebiet alle Arten von Dokumenten – also Drucksachen, Fotos, Briefe, Töne etc. – sammeln. Die Tondokumente spielen darin eine Rolle, stehen aber meist nicht im Zentrum der Sammlungstätigkeit. Sie sind vielmehr Teil einer multimedialen Sammlung. In der Schweiz besitzen Universitäts- und Stadtbibliotheken, wissenschaftliche Institute, das Schweizerische Literaturarchiv, das Schweizerische Sozialarchiv, das Bundesarchiv, Staats- und Gemeindearchive aber auch Vereine, Verbände oder Nichtregierungsorganisationen wie z. B. die Basler Mission Tonsammlungen. Auch Betriebsarchive in Industrie und Gewerbe sowie Museen sammeln und besitzen Töne.

Viele dieser Institutionen haben einen Sammlungsauftrag, der sich aber selten auf Tonträger bezieht. So beschaffen sie von sich aus die verfügbaren Dokumente, soweit sie am Markt erhältlich sind, oder es bestehen Vereinbarungen über die Abgabe von Exemplaren. Daneben bekommen sie private Sammlungen zum Kauf oder als Geschenk angeboten und nehmen Nachlässe von Privaten und Institutionen entgegen. So kamen über die Jahre teilweise heterogene Bestände zusammen. Immer häufiger werden sich die Archivverantwortlichen bewusst, dass manchmal wichtige beschreibende Daten zu diesen Aufnahmen fehlen oder gar nicht mehr bekannt ist, in welchem technischen Format sie aufgenommen wurden.
In Bibliotheken und Archiven lagern diese «Non-Books» dann neben Akten und Manuskripten und können oft gar nicht mehr abgehört werden, weil Abspielgeräte fehlen oder Lagerschäden aufgetreten sind. Es ist für das Archivpersonal schwierig, solche Tondokumente richtig zu lagern; ihre sachgerechte Erschliessung ist mangels Abspielgeräten oder Zeit fast unmöglich.

Spezialarchive

Spezialisierte Archive haben einen Schwerpunkt auf die Sammlung von Tondokumenten gelegt. Dazu gehören die Radiostudios und die Schweizer Nationalphonothek, welche im Netzwerk von Memoriav die Rolle des Kompetenzzentrums für den Bereich Ton einnimmt. Auch die Musikindustrie besitzt spezialisierte Archive. Diese Spezialsammlungen haben in den letzten 10 bis 15 Jahren einiges technisches und organisatorisches Know-how aufgebaut. Ihr Problem ist deshalb weniger ein technisches. Vielmehr sind die grossen Mengen und der fehlende oder eingeschränkte Zugang Grund für Erhaltungsmassnahmen. Die Archivierungspraxis der Musikindustrie und der Radios ist primär auf die Wiederverwertung ausgerichtet, also letztlich auf wirtschaftliche und betriebliche Aspekte und weniger auf die Überlieferung als Kulturgut für die Öffentlichkeit. Aus diesem Grund sind auch deren Kataloge nicht auf die Bedürfnisse des allgemeinen Publikums ausgerichtet, und die Logik der Archive ist meist nur für spezialisiertes Personal verständlich. Anders bei der Schweizer Nationalphonothek: Ihr Katalog ist via Internet zugänglich.
Ein Charakteristikum der spezialisierten Tonarchive ist die grosse Menge an Dokumenten. Allein in den SRG-Radios lagern ca. 1 Mio. Tonträger mit Eigenproduktionen. Der Erhalt, die Erschliessung, Speicherung und das Vermitteln solcher Bestände sind mit viel Aufwand verbunden. Zur Vermeidung schmerzlicher Verluste müssen wohlüberlegte Prioritäten gesetzt werden.

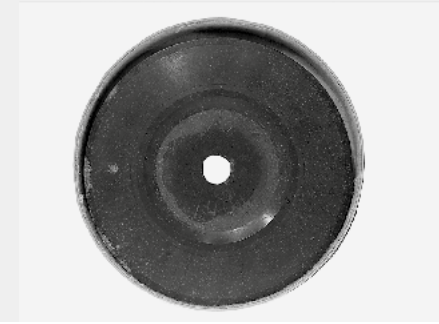
Bestandesaufnahme

Geschichten um sprechende Dosen, Säulen oder Bleiröhren gehen bis weit ins Altertum zurück; und schon in der Renaissance haben sich Philosophen und Wissenschaftler mit Versuchen beschäftigt, den Ton festzuhalten. Im 19. Jahrhundert haben sich zahlreiche Techniker und Erfinder mit der Aufzeichnung und Wiedergabe von Tönen beschäftigt. Im Jahre 1877 dann stellte Thomas Alva Edison (1847–1931) seine sprechende Maschine, den Phonographen vor und 1887 liess Emil Berliner (1851–1929) seine Aufnahme- und Abspielapparatur für die Schallplatte patentieren. Ab diesem Zeitpunkt begann ein Aufschwung und Siegeszug des Tonträgers, der bis heute anhält. In der Zwischenzeit haben sich die Aufnahme- und Wiedergabetechniken, die Tonträger, die Tonqualität usw. immer wieder verändert und weiterentwickelt. Viele davon waren nur kurzlebig und obwohl für die Benutzung ideal und qualitativ überzeugend verschwanden sie nach kurzer Zeit wieder vom Markt. Vor allem die 40er- und 50er-Jahre des letzten Jahrhunderts brachten jede Menge neuer Techniken und Formate hervor. Der Wechsel wurde immer schneller und mit der Entstehung der File-Formate geht die Geschichte der Tonaufnahme und -wiedergabe in eine neue Ära.

Nachfolgend sind die wichtigsten und bekanntesten Tonträger aufgeführt. Die Liste ist nicht ganz chronologisch, da etliche dieser Formate etwa zur gleichen Zeit erschienen. Auch deren Datierung kann variieren, je nachdem ob man die Erfindung, die Patentanmeldung oder die Markteinführung berücksichtigt.

‹ 1949 im Radiostudio Zürich: Albert Rösler bereitet mit Lilo Thelen die Geräuscheinblendungen für eine Hörspielinszenierung vor. Foto: Photopress, Zürich

Wachszylinder
Der Phonograph, die von Edison im Jahre 1877 erfundene, sogenannte sprechende Maschine, gilt als eine der bedeutendsten Entwicklungen im Bereich der Tonwiedergabe. Auf einem über einen Zylinder gespannten Stanniolpapier konnten kurze Tiefenschrift-Aufnahmen gemacht werden. Chichester A. Bell und Charles Sumner Tainter ersetzten in den Jahren 1881–1886 das Stanniolpapier durch einen mit Wachs überzogenen Kartonzylinder. Schlussendlich entwickelte Edison 1888 die endgültige Version des Phonographen. Das Modell besass einen Elektromotor und die Zylinder wurden zuerst aus Wachs, danach aus Schellack hergestellt. Der Zylinder wurde noch während Jahren in der wissenschaftlichen Forschung für Feldaufnahmen benutzt.



Wachsplatte
Es entstanden unzählige Mischformen, unter anderem auch dieses schöne Plattenexemplar. Wachsplatten wurden vor allem für gesprochene Aufnahmen verwendet. Sie wurden ebenfalls von der Wissenschaft für Feldaufnahmen benutzt

Fotos: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Lioret-Zylinder
Henri Lioret (1848–1938), Uhrmacher von Beruf, konstruierte 1893 einen Zylinder aus Zelluloid, den er auf eine Armatur aus Messing montierte. Die Wahl des Zelluloids erwies sich als ideal für Aufnahmen im Direktschnitt-Verfahren oder zur Kopie von mehreren Zylindern ab einer Matrize. Die ersten Zylinder wurden ausschliesslich für sprechende Puppen hergestellt. Gegen Ende der 90er-Jahre vergrösserte Lioret jedoch seine Zylinder, was Aufnahmen eines erweiterten Repertoires ermöglichte. Die von Lioret patentierten Phonographen wurden auch Lioretgraphen genannt und funktionierten mit einer Uhrenmechanik. Sie wurden sowohl für privaten Gebrauch als auch für ein grosses Auditorium, aber auch zu Reklamezwecken hergestellt. Trotz der hohen klanglichen Qualität und der Stabilität des Materials verschwand Liorets Firma wegen der hohen Herstellungskosten 1904 vom Markt.

Schellack-Platte – 78 Umdrehungen/Min.
Die Erfindung der Schallplatte verdanken wir dem Deutschen Emile Berliner. 1887 produzierte Berliner die ersten Grammophone, die eine Seitenschrift-Aufnahme auf eine Platte von 12 cm Durchmesser ermöglichten. 1898 begann die Deutsche Grammophongesellschaft die Serienproduktion und in wenigen Jahren eroberten Platten und Wachszylinder den Markt. Diese beiden Systeme existierten während mehreren Jahrzehnten nebeneinander, wenn auch mehrheitlich getrennt auf verschiedenen Anwendungsgebieten: Die Schallplatten wurden für die musikalische Wiedergabe vorgezogen, während die Zylinder vor allem als Tonträger für Diktaphone gebraucht wurden. Schellack-Platten wurden bis ca. 1960 produziert, der Markt erlitt aber durch die Einführung der Langspielplatte (Vinylplatte) in den 50er-Jahren einen starken Rückgang.

Azetat-Platte – Mitschnitt-Platte
Die Azetat-Platte, mit 78 Umdrehungen/Min., spielte in der Geschichte der Tonwiedergabe eine äusserst wichtige Rolle. Während vieler-Jahre verwendeten Radiostudios in der ganzen Welt diese Art von Platten, um Stimmen, Geräusche und Musik für die Zukunft festzuhalten. Die Azetat-Platte besass einen festen Kern (eine Scheibe aus Metall, Glas oder Fiber) sowie eine Lackschicht (Azetat), auf der die Rillen eingekerbt wurden. Sie wurde vor allem im professionellen Bereich der Tonaufzeichnung verwendet. Nach Erscheinen des Magnetbandes in den 50er-Jahren, verlor die Azetat-Platte jedoch schnell an Bedeutung.

Metall-Platte
Die Metall-Platten aus Stahl oder Aluminium wurden für den privaten Gebrauch hergestellt. Auf einfache Weise konnte man mit einem eigenen Phonographen Stimmen aufnehmen und wiedergeben. Metall-Platten blättern nicht ab und verformen sich nicht; bei schlechter Lagerung besteht hingegen die Gefahr der Korrosion. Diese Platten müssen mit speziellen Nadeln aus Bambus, Hartholz oder Kaktus abgespielt werden, mit einer Stahlnadel würde die Rille beschädigt. Diese Art von Platten tragen Namen wie Egovox, Speak-O-Phone, Repeat-a-Voice, Remsen oder Kodisc.

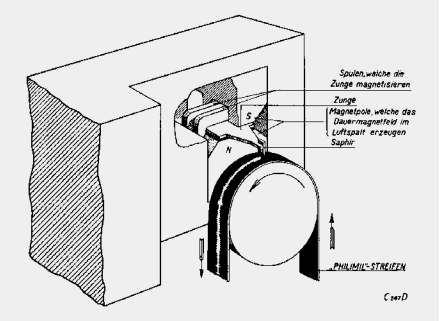
Langspielplatte
Die ersten Versuche mit Platten von längerer Dauer machte man schon 1926 und 1931, aber ohne Erfolg. Die Vinyl-Platte mit 33¹/₃ U/min und langer Spieldauer (LP) wurde 1948 von Columbia vorgestellt. Ihre Widerstandsfähigkeit, die verlängerte Spieldauer dank Mikrorillen-Technik, die drastische Verringerung der Nebengeräusche und andere Vorteile, wurden zur Grundlage für den grossen Erfolg der LP. Der Technologie gelang im Jahre 1957 mit der ersten Stereo-Langspielplatte ein weiterer Erfolg. Mit dem Erscheinen der CD wurde die «schwarze Platte», vor allem was den westlichen Markt betrifft, in einen Randgruppen-Bereich verdrängt und wird heute hauptsächlich noch von Anhängern der analogen Aufnahme, von DJs und von Rappern benutzt.

Single – 45 Umdrehungen/Min.
Der kleine Bruder der Langspielplatte, die Single mit 45 U/min, erschien ein Jahr später. 1949 wurden die ersten «Kleinen» auf den Markt gebracht und ihr grosser Erfolg garantierte der Schallplattenindustrie bald Millionenumsätze. Auf diesen beliebten Tonträgern wurden die erfolgreichsten Titel der bekanntesten Rockgruppen der Geschichte aufgenommen.

Fotos: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Tefifon – Band
Es handelt sich dabei um ein synthetisches Endlosband in einer Kassette. Es ist 16 mm breit mit 56 parallelen Rillen. Einerseits sollte das Band flexibel sein (zum Aufrollen), andererseits hart genug, um es mit einer Nadel lesen zu können. Bespielte Tefifon-Bänder wurden in den frühen 50er-Jahren produziert und erreichten eine Spieldauer von bis zu 240 Minuten. Das angebotene Repertoire bestand vor allem aus Unterhaltungsmusik. Das Tefifon hatte jedoch keinen Erfolg und verschwand in den 60er-Jahren wieder vom Markt.

Schallbildkarte
oder tönende Ansichtskarte
Bei den Schallbildkarten handelt es sich um ein Zusammenspiel der Medien Bild und Ton. Es sind Ansichtskarten, auf deren Vorderseite im plastifizierten Bild eine Klangrille eingeritzt ist. Sie enthalten meistens kurze musikalische Grüsse, Lieder, Märsche oder Glückwünsche. Bereits um 1900 bekannt, wurden sie anfänglich vor allem als Werbeträger verwendet. Die Schallbildkarte ist unter verschiedenen Namen bekannt, wie z. B. Musik-Postkarte, Schallplatten-Postkarte, Tonbild-Postkarte, Talking Postcard usw., in Frankreich war die Sonorine und in Italien die Carte Postale Parlante bekannt.



Philips-Miller
Dieser Tonträger wurde ab 1938 in der SRG eingesetzt. Eine lichtdichte Schicht auf einem durchsichtigen Film wurde durch einen Schneidestichel aus Saphir je nach Tonfrequenz verschieden breit geritzt.
Die Aufzeichnung konnte im Gegensatz zum Tonfilm sofort, ohne chemischen Prozess wiedergegeben werden. Das 7 mm breite und ca. 300 Meter lange Band konnte 15 Minuten Ton aufnehmen. Die Wiedergabe erfolgte durch eine Projektionslampe, die den lichtdurchlässigen Streifen auf eine Fotozelle projizierte. Letztere wandelte die Lichtimpulse in Strom und damit Tonsignale um. Das Verfahren war technisch hochstehend. Apparate und Film waren aber teuer und verschwanden um 1950, als das Tonband aufkam. Eine Auswahl von Aufnahmen wurde in den späten 50er-Jahren auf Tonband kopiert.

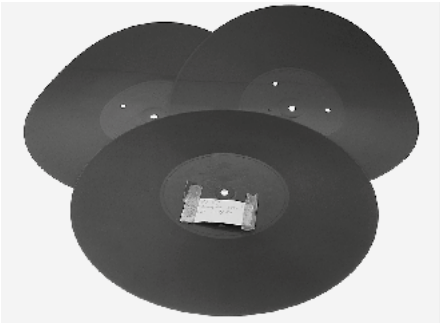
Compact Disc (CD)
Die letzte grosse Revolution in der Schallplattenindustrie ist die digitale Technik. Im Jahre 1982 erschien die erste Compact Disc (CD) von Philips, Sony und Polygram auf dem Markt. Dieser Tonträger, der durch seine Zuverlässigkeit, Einfachheit im Gebrauch und Reinheit des Tones besticht, ersetzte sehr schnell die traditionellen, analogen Tonträger. In den letzten Jahren, eroberte die aufnehmbare Variante der CD, die CD-R den Markt, und seit Kurzem hat die Massenproduktion von DVDs mit hoher Auflösung begonnen, die vor allem für die getreue Tonwiedergabe (DVD-Audio, Super-Audio-CD) verwendet werden. In der Zukunft werden andere Formate die CD ersetzen, z. B. die Blu-Ray-Disc.

Laser Disc, LaserVision
Von Philips/PhonoGram 1971/1972 entwickeltes Bildplattensystem mit optisch abtastendem Laser und Stereoton. Es wurde aber erst Anfang der 80er-Jahre auf dem Markt eingeführt und fand Verwendung vor allem für die Aufzeichnung von Konzerten und Opern. Dieses Bildplattensystem ist auch unter den Bezeichnungen Laser Disc (Pioneer) und DiscoVision (MCA) bekannt. Das System hat sich jedoch nicht durchgesetzt und ist nach etwa zehn Jahren wieder vom Markt verschwunden.

Magnetischer Stahldraht
Eine etwas merkwürdige Variante der Tonaufnahme war der Stahldraht. Im Jahre 1896, also vor über 100 Jahren, hat der dänische Ingenieur Waldemar Poulsen einen funktionierenden Apparat für magnetische Tonaufzeichnung gebaut. Als Tonträger verwendete er einen auf eine Spule aufgerollten Stahldraht. Dieser Tonträger fand aber erst 40 Jahre später eine breitere Verwendung, vor allem in Deutschland und in Amerika. Er wurde vorzugsweise für Aufnahmen von Gesprochenem benutzt (Theater, Konferenzen).

Fotos: Schweizer Nationalphonothek, Lugano (Stahlbandgerät SF DRS Studio Basel, Basel. Foto: A. Gehrig)

Stahlband
Das Stahlband war seit Mitte der 30er-Jahre in der SRG im Einsatz. Es ermöglichte dem Radio zeitverschobene Sendungen. Auf dem Band von 3 mm Breite, 3 km Länge und 0,08 mm Dicke konnten durch Magnetisierung etwa 30 Minuten Ton festgehalten werden. Die magnetischen Eigenschaften des Bandes hielten sich aber nur einige Monate, danach begann die Tonqualität zu leiden. Deshalb und wegen dem hohen Gewicht und Preis der Spulen war es kein Archivmedium. Die Aufnahmen wurden nach der Sendung meist gelöscht, manchmal wurden aber Ausschnitte auf Direktschnittplatten kopiert.



Dimafon – Magnetplatte
Das Wort ist ein Kürzel aus «Diktier-Magnetofon», ein mit Magnetton arbeitendes Diktiergerät, das in den 40er- und 50er-Jahren verwendet wurde. Es handelt sich dabei um ein spiralförmig in eine Plastikplatte eingegossener Stahldraht. Es gab ein- und zweiseitig bespielbare feste Magnetplatten sowie flexible, einseitig bespielbare Folien. Nebst der Verwendung als Diktiergerät wurden diese Tonträger auch für Mitschnitte von Telefongesprächen, automatischen Ansagen oder Aufnahmen von Radiosendungen benutzt.

Magnetband (Tonband)
Das erste Magnetband wurde 1934 durch die BASF vorgestellt. Magnetbänder fanden eine breite Verwendung, sowohl im professionellen als auch im kommerziellen Bereich (beim Rundfunk und im Zusammenhang mit Plattenaufnahmen). Die Möglichkeit im Studio vollständige Sendungen zusammenzustellen, indem Bänder, auch solche aus verschiedenen Quellen, geschnitten und zusammengesetzt werden, garantierte diesem Tonträger ab den 50er-Jahren eine weite Verbreitung vor allem im professionellen Bereich.

Kassette (MC)
Die Kassette ist wohl die demokratischste Ausdrucksweise der Musikwiedergabe. In vielen Ländern, vor allem in der dritten Welt, ist die Kassette heute noch einer der meistverkauften Tonträger. 1963 brachte Philips die erste MC auf den Markt und schon ein Jahr später erschienen Kassetten im Handel. Musikkassetten besitzen zwei nicht zu unterschätzende Vorteile: Einerseits die einfache Handhabung bei der Aufnahme, andererseits die niedrigen Kosten, dank denen es sich jedermann leisten kann, selbst Aufnahmen zu machen.

Stereo-8-Kassette
Die Stereo-8-Kassette entstand Ende der 60er-Jahre. Die ersten Prototypen des «8-Track», so der ursprüngliche Name, wurden vom Amerikaner Lear gebaut und hatten schnell Erfolg, da sie leicht zu handhaben und zu transportieren waren: Man konnte sie im Auto mit sich nehmen, an den Strand oder zu Freunden für eine Fest. Man benötigte dazu kein Gerät mit besonderen Funktionen wie Einstellung der Drehgeschwindigkeit, Wahl der Spuren usw.

Digital Audio Tape (DAT)
Die DAT-Kassette erschien bei Sony erstmals 1986. Es handelt sich dabei um digitale Tonträger, die vor allem im professionellen Bereich eingesetzt wurden. Das DAT ermöglicht Aufnahmen von der gleichen Qualität wie die CD; folglich wurde die DAT-Kassette auch häufig für die Zwischenstufen bei professionellen Produktionen eingesetzt. Im Archivbereich wurden die DAT-Kassetten als sichere und zuverlässige Tonträger für Sicherheitskopien verwendet, seit 2006 ist das DAT jedoch obsolet geworden. DAT-Kassetten waren in verschiedenen Formaten beschreibbar, vor allem auch in einem «Long-play»-Modus.

Fotos: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

MiniDisc (MD)
Bei der MD handelt es sich um den Versuch, einen digitalen Ersatz für die Musikkassette zu finden. Dieser Tonträger ermöglicht die magnetisch-optische Aufnahme und Wiedergabe einer Tonquelle. Die Qualität ist jedoch weniger gut als diejenige der CD, wegen der Datenreduktion während der Aufnahme.

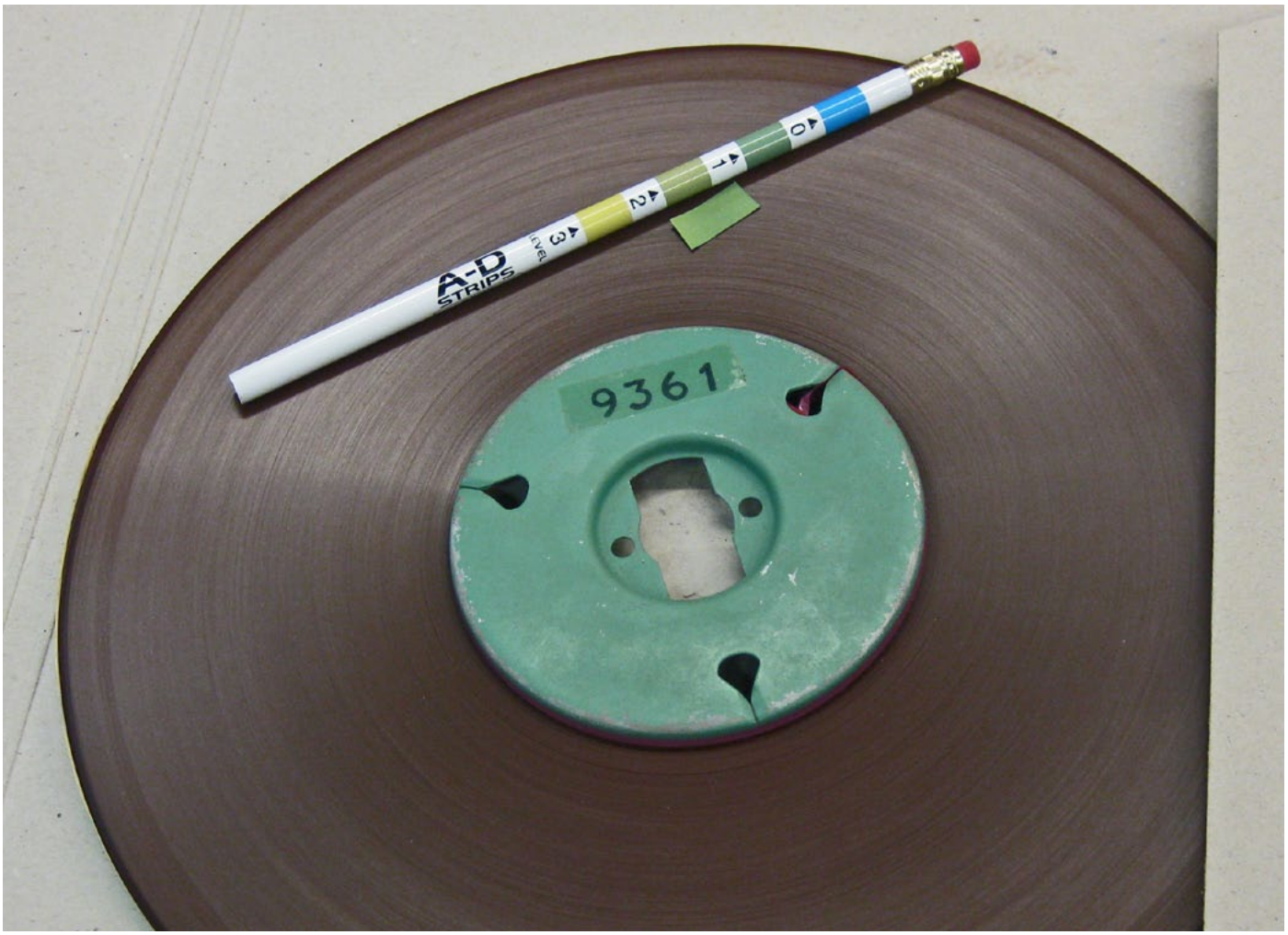
Zustandsbestimmung

Tonträger nutzen sich im Laufe der Zeit unweigerlich ab. Die Abnutzung ist hauptsächlich auf die Luftfeuchtigkeit zurückzuführen. Sichtbare Zeichen der Beschädigung sind Pilze.
Es ist wichtig, bei der Untersuchung von Audiobeständen bereits erste Anzeichen von Beschädigungen zu entdecken, die beim Lesen eventuell zum Verlust ganzer Dokumente führen könnten. Bei Zylindern und Direktschnittplatten ist auf den ersten Blick zu erkennen, ob die Oberfläche des Tonträgers zerbrochen, abgelöst oder mit Schimmelpilz bedeckt ist. Bei Magnetbändern dagegen sind die sichtbaren Zeichen einer Beschädigung weniger deutlich.
Natürlich fallen Schimmelpilz oder Unregelmässigkeiten beim Rückspulen (potenzielle Hinweise auf ein Problem) auf bestimmten Tonträgern auf, aber für die gravierenden Fälle reicht eine oberflächliche Untersuchung nicht.

Zwei Krankheiten der Magnetbänder

Essig-Syndrom
Dabei handelt es sich um einen chemischen Prozess, der die Hauptkomponente des Magnetbands in Essig (Essigsäure) umwandelt. Das Syndrom ist am Geruch, der bei diesem Prozess entsteht, leicht erkennbar: In den Räumlichkeiten riecht es nach Essig. Die befallenen Tonträger werden brüchig, das Magnetband ist nicht mehr normal dehnbar und reisst beim Abspielen. Seit etwa 2007 ist in vereinzelten Schweizer Tonarchiven das Essigsyndrom nachgewiesen.

Empfehlungen:
Wenn möglich sollten Temperatur und/oder Luftfeuchtigkeit gesenkt und die betroffenen Bänder überspielt (digitalisiert) und anschliessend isoliert werden. Falls ein sofortiges Überspielen nicht möglich ist, sollten die Bänder dringend in guten Klimaverhältnissen gelagert werden, um den Degradierungsprozess zu verlangsamen und Zeit zu gewinnen.



Der Säuregehalt der Bänder kann mit Hilfe der mitgelieferten Farbskala einfach bestimmt werden. Im abgebildeten Beispiel beträgt er 1,8. Das bedeutet, dass ein beschleunigter Zersetzungsprozess im Gang ist. Foto: Ruedi Müller

Archiv Radio Suisse Romande.
Foto: Yves Cirio, Lausanne

Ist das Isolieren der Bänder in einem separaten Raum nicht möglich, sollten sie unten (in der Nähe des Bodens) und gegen den Ausgang der Luftzirkulation gelagert werden. So wird die Ansteckungsgefahr für weitere Bänder minimiert.
Temperatur- und Feuchtigkeit des Archivs sollten mindestens während einem Jahr wiederholt gemessen werden; besser wäre eine permanente Klimakontrolle. Der Säuregehalt der befallenen Bänder sollte regelmässig (mindestens jährlich) mit AD-Streifen* gemessen werden. Die Resultate sind festzuhalten. Ausserdem sollten die Standorte und die Anzahl der gefährdeten Bänder (häufig Kodak S 2486) nach Möglichkeit erfasst werden.

* Der Säuregehalt der Tonbänder kann mit Indikatoren in Form von Papierstreifen einfach gemessen werden. Diese AD-Streifen können direkt beim Image Permanence Institute in Rochester bezogen werden:
https://www.imagepermanenceinstitute.org/imaging/ad-strips

Sticky Shed Syndrome
Das zweite Phänomen hängt mit der Beschädigung des Bindemittels zusammen: «sticky tape» oder «sticky shed syndrome».
Die Luftfeuchtigkeit führt zur Ablösung der Magnetbeschichtung und der Teil, der die Information enthält, setzt sich beim Abspielen auf dem Bandlauf ab. Der Träger wird damit teilweise oder ganz zerstört und die Information geht verloren. Dieses Syndrom ist sehr schwer zu entdecken; es dürfte mit der Fabrikationszeit solcher Tonträger zusammenhängen. Die Produktion solcher Magnetbänder hat in den 70er-Jahren begonnen. Die Rückseite der Bänder war immer mattschwarz.

In einigen Extremfällen darf man die Tonträger nicht mehr abspielen, sondern muss sie spezialisierten Zentren übergeben. Rettungsversuche könnten den Tonträger unwiederbringlich zerstören.

Datenreduktion

Datenreduktion wird oft fälschlicherweise «Datenkompression» genannt. Es handelt sich dabei um verschiedene Codierverfahren, welche die Menge der aufgezeichneten Daten klein halten. Allen ist gemeinsam, dass sie aufgrund psychoakustischer Modelle Daten weglassen, die nicht hörbare Teile eines Schallereignisses darstellen. Diese sogenannten Kodierungsalgorhythmen (Codecs) werden für eine grosse Menge von meist filebasierten Audio-Formaten verwendet. Datenreduzierte Audiofiles sind im alltäglichen Gebrauch einfach zu handhaben. Für die Archive sind sie aber problematisch: Beim wiederholten Kopieren (Kaskadieren) können Töne entstehen, die nie vorhanden waren, sogenannte Artefakte. Ausserdem kann die künftige Wiedergabe eingeschränkt sein (Quelle: IASA-TC 03, Kapitel 11).

Für das Lesen aller unbeschädigten Tonträger sind gut geeichte und regelmässig kontrollierte Geräte erforderlich.

Digitale Formate von Tonaufnahmen

Seit den 90er-Jahren sind in den Tonarchiven zunehmend auch digitale Originale anzutreffen. Immer mehr Quelldateien sind in proprietären Formaten gespeichert und verlustbehaftet, weil die Tonaufnahme in diesen Formaten vorgenommen wurde. Das Problem bei kodierten Formaten besteht darin, dass sie dekodiert werden müssen. Auch besteht das Risiko, dass der Kodierungsalgorithmus bestimmter Dateien nach einigen Jahren nicht mehr auffindbar ist. Da die Lebensdauer der Codecs nicht bekannt ist und allein von der Industrie abhängt, wird nachdrücklich empfohlen, keine Dateien mehr in diesen Formaten zu archivieren. Tonaufnahmen müssen in offenen, aufwärtskompatiblen und linearen Formaten aufbewahrt werden.
Besondere Vorsicht ist bei reduzierten/verlustbehafteten Formaten wie z. B. MP2 oder MP3 geboten. Eine spätere Tonbearbeitung ist in diesen Formaten nicht mehr möglich, ohne dass Artefakte entstehen. Ausserdem werden sie wahrscheinlich verschwinden, sobald ein neues, leistungsfähigeres Format aufkommt. Wenn das Format z. B. für eine Ausstrahlung datenreduziert wurde, muss das «Arbeitsformat» vor der Ausstrahlung wiedergewonnen werden (sofern die Qualität besser ist).
In jedem Fall gilt: Je besser die Qualität des Archivierungsformats (IASA-TC 04), desto besser die künftigen Nutzungsmöglichkeiten. Dabei ist zu bedenken, dass die Qualität einer Datei immer reduziert, aber nur sehr schwer wenn überhaupt verbessert werden kann. Zudem sollte man Formate auswählen, die möglichst in jedem Informatikumfeld lesbar sind.
Damit Dateien wieder gefunden werden können, müssen sie beschreibende Daten aufweisen, die sogenannten Metadaten.
Zu Audiodokumenten gehören deshalb Informationen, die in einem gleich offenen und entwicklungsfähigen Format wie die beschriebene Datei enthalten sind. Dieses kann in der beschriebenen Datei selbst enthalten sein, wie z. B. das Format BWF.

Inhaltliche Unterscheidungen von Tonaufnahmen

Der Gebrauch von Tondokumenten hat sich im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts stark verändert. Bis nach dem zweiten Weltkrieg war der Umgang mit Tonaufnahmen ausserhalb der professionellen Bereiche des Radios, der Tonträgerindustrie und gewisser Wissenschaftszweige noch nicht Allgemeingut. Dies änderte sich mit dem Wirtschaftswunder der 1950er-Jahre, als die Schallplattenindustrie die Kaufkraft der jugendlichen Käuferschichten entdeckte.
Neue Möglichkeiten ergaben sich dann in den 60er-Jahren, als zuerst die Tonaufnahme auf 4-Spur-Magnetband und seit 1963 auf Kassette auch für Amateure erschwinglich wurden.

VIETATO FUMARE

Industrietonträger – Massenware oder Rarität?
Für Erhalt und Zugang ist zu unterscheiden zwischen Aufnahmen, welche kommerziell vervielfältigt und veröffentlicht wurden (Industrietonträger), und solchen, die zu verschiedenen Zwecken als Unika aufgenommen wurden (Eigenaufnahmen). Industrietonträger wie Schallplatten und CDs haben bessere Überlebenschancen weil sie in grossen Auflagen und aus stabilem Material hergestellt wurden. Ältere Produkte der Schallplattenindustrie können aber zu Raritäten werden. So wurden viele 78 T Platten entsorgt oder sind in prekärem Zustand. Für Schallplatten gibt es international eine grosse Privatsammlerszene sowie auch kommerzielle Anbieter. Selten sind auch Aufnahmen in Kleinstauflagen von lokalen Musikereignissen mit Amateurmusikern. Sie können in öffentlichen Archiven, aber auch z. B. in Betriebsarchiven erhalten sein. Einzigartig ist auch der im Jahr 2000 gemachte Fund von über 900 Platten im Archiv der Basler Mission. Es handelt sich um populäre Tanzmusik aus Ghana und Nigeria der 30er- bis 50er-Jahre. Ein Grossteil dieser Platten waren nie veröffentlichte Testpressungen.

Unveröffentlichte Aufnahmen
Unikate (Eigenaufnahmen), meist auf instabilem Trägermaterial aufgenommen, haben unterschiedliche Tonqualitäten. Vor dem 2. Weltkrieg auf Zylindern oder Platten in verschiedensten Materialien geschnitten, ab Mitte der 50er-Jahre in der Regel auf Magnetband. Verschiedenste Geschwindigkeiten und Spurlagen sowie schlechte Bandqualität (Langspielband) gefährden auch diese Aufnahmen, besonders wenn sie aus dem Amateurbereich stammen. Auch die Musikkassette hat sich wegen mechanischer Probleme und schlechter Bandqualität als instabil erwiesen. Im digitalen Zeitalter behindern Datenreduktion (z. B. MiniDisc und MP3) sowie die rasch wechselnden Formate die Arbeit des Archivierens.

Das Radio als Spiegel des öffentlichen Interesses
Die Radiostudios haben fast alle denkbaren Inhalte gesammelt. Ihnen ist gemeinsam, dass sie archiviert wurden, um sie bei der Produktion von Sendungen wiederzuverwerten und auf diese Weise zeitverschobenes Senden zu ermöglichen. Es wurden flexiblere und attraktivere Programme möglich und das Sammeln von «Originaltönen» berühmter Personen und Ereignisse erhöhte die Attraktivität des Radios. Die Geräuschsammlungen dokumentieren oft Arbeiten oder Maschinen längst vergangener Zeiten. Selbstverständlich lagern in den Radios auch riesige Mengen von Industrietonträgern. Die verschiedenen Archive der SRG repräsentieren zusammen das grösste Tonarchiv der Schweiz.

Wissenschaftliche Sammlungen
Ganz anders sind die inhaltlichen Schwerpunkte der wissenschaftlichen Sammlungen. Sie sind oft thematisch angelegt. So sammelt das Phonogrammarchiv der Universität Zürich Aufnahmen zur Erforschung von Schweizer Dialekten, oder die Gesellschaft für die Volksmusik kümmert sich um Tondokumente der musikethnologischen Feldforschung. Solche Aufnahmen waren nicht für die Veröffentlichung bestimmt, sondern als Quelle für weitergehende Forschungen, die dann schriftlich publiziert wurden. Erst viele Jahre später stellen wir fest, wie wichtig sie in einem neuen Kontext sind.

Die Demokratisierung der Tonaufnahme
Eine weitere Gattung von Tonaufnahmen sind via private oder institutionelle Sammlungen in öffentliche Bibliotheken gelangt. Da seit den 60er-Jahren die Tonaufnahme auch für Laien machbar und erschwinglich geworden war, erschlossen sich neue Nutzerkreise, wie soziale Bewegungen, die damals neue Technik, um ihre Tätigkeit zu dokumentieren. Beispielsweise lagern im Schweizerischen Sozialarchiv mehrere Tausend Aufnahmen, welche die Geschichte von sogenannten NGOs dokumentieren: z. B. der Frauenbewegung FraP!, die als basisdemokratische Organisation die parlamentarische Arbeit mit der ausserparlamentarischen Frauenbewegung verband. Auch Kongresse von Verbänden und Gewerkschaften oder Radiomitschnitte zu entwicklungspolitischen Themen sind dort vorhanden. Grosse Bestände von Tonaufnahmen lagern auch in Kantons- und Stadtbibliotheken. Sie haben meist lokalen oder regionalen Bezug. In der Stadtbibliothek von La Chaux-de-Fonds etwa, wo der Kanton Neuenburg eine audiovisuelle Sammlung unterhält, sind rund 1800 Aufnahmen der Konferenzen des Club 44 von 1944 bis heute gelagert. Sie sind Zeugnis einer lebhaften regionalen Diskussionskultur und gesellschaftlicher Veränderungen. In vielen Archiven der öffentlichen Verwaltung lagern Aufnahmen von Ratsdebatten und Reden prominenter Persönlichkeiten.

Eine Herausforderung für die Archive
All diese Bestände sind wichtige – oft die einzigen – Quellen für Forschung und Bildung. Sie dokumentieren soziale, wirtschaftliche oder politische Aspekte der Zeitgeschichte und sind Bestandteil unserer demokratischen Kultur. Für die Archive ist diese Gattung von Tondokumenten deshalb eine ganz besondere Herausforderung: Erhalt, Erschliessung und öffentlicher Zugang zu Abhörkopien setzen geeignete Infrastrukturen, kompetentes Personal und damit die nötigen finanziellen Mittel voraus. Nicht zu unterschätzen sind auch die Anforderungen an eine transparente Überlieferungsbildung für die Auswahl und Bewertung von Archivbeständen.

‹ Radiostudio Lugano-Besso, 1982. Foto: RSI

Erhaltungsbedingungen

Tondokumente langfristig erhalten bedeutet mehr, als sie für lange Zeit in ein Archiv stellen. Tondokumente haben ein Eigenleben, das von ihren Materialeigenschaften, den Klimabedingungen und den Lebenszyklen der Abspielgeräte abhängt. Gute Erhaltungsbedingungen bedeuten Archivpflege im weitesten Sinn. Diese muss zum Ziel haben, die optimale Reproduktion der Töne zu gewährleisten.

‹ Tonband mit Aufnahme vom 30.8.1964.
Foto: Alexandre Chatton / RSR

Materialien, Raumklima und Umgebungsgestaltung

Herstellung

Die Lebensdauer der Tonträger hängt weitgehend vom jeweils verwendeten Material ab. Deshalb ist es wichtig, unter den verfügbaren Produkten (Tonträger und Hüllen) die richtigen auszuwählen.
Mit blossem Auge lassen sich Fabrikationsdefekte des Materials leider nicht ausschliessen. Die folgenden Parameter sind nicht kontrollierbar: Basisharze, Additive, Herstellungsverfahren.
Aus Kostengründen, oder auch nur um den Produkten ein besonderes Aussehen zu verleihen, verwenden die Fabrikanten von Tonträgern unterschiedliche Formeln. Die Lebensdauer einer Platte kann durch ungeeignete Gleitmittel oder Streckmittel um mehrere Jahrzehnte reduziert, durch eine einfache Veränderung der Stabilisatoren dagegen bis auf etwa hundert Jahre verlängert werden. Wegen der hohen Temperaturen und der starken physischen Belastungen während der Pressung kann eine einfache Variation dieser Parameter die chemische Zusammensetzung des Tonträgers grundlegend verändern, ohne jedoch auf der Oberfläche Spuren zu hinterlassen. Teurere Produkte besitzen in der Regel eine bessere Qualität und eine längere Lebensdauer, sodass die Zeitabstände zwischen den Sicherheitskopien verlängert werden können.

Empfehlungen:
- Regelmässige Kontrolle des gesamten verfügbaren Materials, der leeren und der beschriebenen Tonträger.
- Alle Neueingänge werden vor der Katalogisierung und Archivierung einer technischen Qualitätskontrolle unterzogen. Material, das den Archivierungsanforderungen nicht genügt, wird zurückgeschickt und ersetzt.
- Eine entsprechende Kontrolle muss mindestens einmal jährlich, wenn nicht sogar bei jeder Benutzung, durchgeführt werden.
- Falls ein Tonträger Anzeichen einer etwaigen Beschädigung aufweist, ist umgehend eine Sicherheitskopie zu erstellen.

Eigenschaften der Kunststoffe

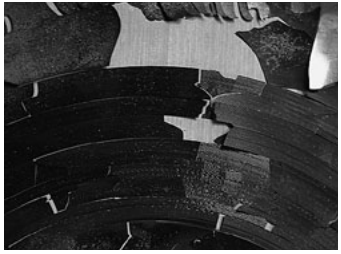
Bei Kunststoff handelt es sich um eine organische Verbindung mit hohem Molekulargewicht, deren Struktur sich unter Einwirkung von Hitze, Druck, Lösemitteldämpfen und Streuung von Harzen im Plastifikator (Substanz, um Kunststoffe und Gummiprodukte im Herstellungsprozess besser formbar zu machen) verändert.
Aus ökonomischen Gründen oder um spezielle Eigenschaften zu erzielen, können den Kunststoffen weitere Substanzen (Additive) beigemischt werden.
Heute bestehen Tonträger aus thermoplastischen Werkstoffen, deren Zustand temperaturabhängig ist. Bedauerlicherweise lässt sich der Beschädigungsprozess dieser Komponenten nicht immer vorhersehen. In den letzten Jahren wurden indessen die Kunststoffe deutlich verbessert.

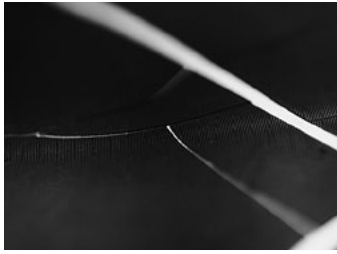
Luftschadstoffe

Die wichtigen Strukturveränderungen eines Tonträgers hängen mit internen Reaktionen zusammen, die durch Veränderungen des Umfelds, in dem sich der Tonträger befindet, verursacht werden.
Die hauptsächlichen chemischen Beschädigungen zeigen sich in Strukturveränderungen wegen folgender Phänomene: Spaltung der Molekularketten, Mischung der Komponenten, Veränderung der Kompensationselemente. Mögliche Ursachen der Strukturveränderungen sind:

- Hitze: Wärmeenergie verursacht physische Veränderungen der Kunststoffe wie z. B. bleibende Verformungen, Änderungen der Viskosität, Delaminierung usw. Um heftige und abrupte Klimaänderungen zu vermeiden, muss die Arbeitstemperatur einen vertretbaren Kompromiss – auch unter Berücksichtigung der menschlichen Bedürfnisse – darstellen.
- Licht: Die Lichtenergie der Ultraviolettstrahlen und anderer Hochfrequenzwellen ist häufig für Schäden verantwortlich. Das Material darf daher nicht direkt der Sonne oder ähnlichen Lichtquellen ausgesetzt werden.
- Feuchtigkeit: Auch Feuchtigkeit kann zur physischen und chemischen Beschädigung der Tonträger beitragen. Feuchtigkeit verändert die Dimensionen bestimmter Harze und Füllmateralien und beeinflusst so deren Schockbeständigkeit. Ausserdem kann Wasser als Lösemittel wirken oder hydrolytische und katalytische Phänomene auslösen. Feuchtigkeit existiert in unterschiedlichen Formen, u. a. als Wasserdampf.
- Sauerstoff: Sauerstoff ist möglicherweise ein wichtiger Faktor, weil er die Oxydierung fördert, die bei der Fertigung dieser Materialien einen besonderen Einfluss ausübt.
- Luftschadstoffe: Als wichtigste Luftschadstoffe sind Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Stickstoff zu betrachten. Diese allgemein in schwacher Konzentration vorhandenen Schadstoffe sind zum Glück nur in Regionen mit überdurchschnittlicher Schadstoffbelastung wirksam.
- Staub und Sand: Alle Tonträger sind für die Einwirkung dieser Schleifmittel anfällig.
- Statische Elektrizität: Thermoplastische Komponenten sind schlechte elektrische Leiter. Die statische Elektrizität, mit der sie sich bei dem Pressen aufladen, bleibt langfristig aktiv; zudem kann sie sich beim Handhaben und Lesen der Tonträger sogar regenerieren und den auf der Oberfläche abgelagerten Staub anziehen.

Die wichtigsten physischen Beschädigungen sind bleibende Verformungen, Brüche, Delaminierung, Risse, Zersetzung des Materials und folglich Löschung des Inhalts. Dafür sind die folgenden Phänomene verantwortlich:
– Temperaturschwankungen oder Extremtemperaturen
– Schwankungen der Luftfeuchtigkeit oder extreme Luftfeuchtigkeit
– Schleifwirkung durch Staub oder Sand bei der Handhabung
– physische Belastung.





Additive und Mischungen
Um die Kunststoffe mit den gewünschten Eigenschaften auszustatten, verwenden die Hersteller häufig Additive wie Füllmaterialien, Plastifikatoren, Streckmittel usw. Diese können jedoch die Strukturfestigkeit des Tonträgers beeinträchtigen. Additive werden häufig nur aus Kostengründen verwendet, ohne die Folgen für die Aufbewahrungstauglichkeit der Materialien zu berücksichtigen.

Pilze und Entstehung von Schimmelpilz
In den alten Tonträgern enthaltene Additive bilden einen Nährboden für Pilze. Diese Organismen ernähren sich heute vom Fett, das durch Kontakt mit den Händen oder anderen Körperteilen des Menschen abgelagert wird.
Bei der Herstellung von Tonträgern und vieler Archivierungsboxen wurden Ernährungssubstanzen verwendet.

Empfehlungen:
- Die Rillen der Platten, die beschriebenen Oberflächen der Magnetbänder und die reflektierende Oberfläche von optischen Platten dürfen nicht berührt werden. Bei Kontakt muss der Tonträger sofort gereinigt oder gewaschen werden. Jeder Tonträger ist vor der Archivierung sehr sorgfältig zu untersuchen.
- Empfehlenswert sind gegen direkten Pilzbefall resistente Spezialboxen.
- Zellulosederivate und bestimmte Kartontypen sind strikt zu vermeiden.
- Der Luftfeuchtigkeitsgrad in den Archiven darf nie 55% überschreiten.
- Für Labels sollen gegen Pilzbefall resistente Materialien ausgewählt werden. Als Klebstoffe eignen sich resistente Produkte, z. B. Klebstoffe auf Polyethylenbasis.

Perspektiven
Die Lebensdauer eines Tonträgers lässt sich nicht exakt in Jahren festlegen. Die möglichst sorgfältige Handhabung und Archivierung sowie die genaue Beachtung der Anweisungen sind deshalb wesentlich. Fahrlässiges Verhalten ist zu verbieten.

Archiv
- Die Temperatur und der Feuchtigkeitsgrad müssen in einer engen Bandbreite bleiben. Optimal sind Werte von 19°C und 40% RF. Einer Temperaturschwankung in eine Richtung muss immer eine proportionale Veränderung des Luftfeuchtigkeitsgrads in die andere Richtung entsprechen (Verhältnis: +1°C –3% RF).
- Die Archive sollen mit einer Klimaanlage mit 0,3 µm-Filtern ausgestattet werden, die einen Grossteil der atmosphärischen Schadstoffe ausscheiden.
- Vorsicht vor Magnetfeldern: elektrische Motoren, Lautsprecher usw.
- Keine feste Nahrung, keine Flüssigkeiten und kein Rauch in der Nähe der Tonträger.
- Etwaige Sicherheitskopien sind in einem gesicherten Raum, wenn möglich in einem anderen Gebäude, unter identischen Archivierungsbedingungen aufzubewahren.
- Einbruchschutz- und Brandschutzmassnahmen müssen hohen Anforderungen genügen.Das einzige effiziente und für die Tonträger unbedenkliche Brandschutzmittel ist heute ein Halongas-Substitut oder ein «dry fog»-Löschsystem. Die Auswahl von nicht brennbaren Materialien und das richtige Verhalten der Personen, die Zugang zu den Archiven haben, spielen eine wesentliche Rolle für die Brandverhütung.
- Die Auslastungsquote der verfügbaren Archivräume soll möglichst hoch sein (um 100%). Als befriedigend gilt eine Auslastungsquote ab 70%.

Weitere Informationen: www.fonoteca.ch

Handhabung und Erhaltung am Beispiel ausgewählter Tonträger

Umgang und Archivierung generell
Handhabung und Lagerung sind wesentliche Faktoren für die Haltbarkeit aller Produkte. Das Problem muss «an der Wurzel angepackt» werden, wobei folgende Punkte zu berücksichtigen sind: Herstellung des Tonträgers, erste Lagerung, Export aus dem Ursprungsland, zweite Lagerung, Beförderung in die Archive, Handhabung durch das Archivpersonal.
Das grösste Risiko bilden die Klima- und Umweltbedingungen an den verschiedenen Stationen auf dem Weg, den der Tonträger durchläuft. Starke Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsunterschiede lösen Reaktionen aus, die zur Beschädigung der Tonträger und sogar zur Zerstörung bestimmter Komponenten führen.

Empfehlungen:
- Die Tonträger sollen möglichst nur während der-Jahreszeiten mit günstigen Klimabedingungen (Frühling und Herbst) klassifiziert werden. Es ist wichtig, neu fabrizierte Tonträger zu verlangen.
- Es wird nachdrücklich empfohlen, für Neueingänge eine bestimmte Akklimatisierungszeit vorzusehen, bevor sie für die Archivierung verpackt werden. Dieser Zeitraum beträgt mindestens 24 h, idealerweise länger.
- Die Tonträger sollen nicht horizontal, auf oder gegen unregelmässige Oberflächen gelagert werden. Dies gilt für alle Tonträger, besonders aber für Platten.
- Die Temperatur in den Archiven darf höchstens 25°C betragen.

Aufbewahrung von Azetat-Platten
Die Azetat-Platten spielten für Live-Aufnahmen eine wichtige Rolle, bevor sie von Stahldrähten und Magnetbändern abgelöst wurden. Probleme bereitet die langfristige Aufbewahrung der Azetat-Platten. Die chemische Zusammensetzung der Platten hat sich im Laufe der Zeit stark verändert. Das Wachs aus der Anfangszeit wurde durch

Beschädigte Tonträger.
Foto: Yves Cirio, Lausanne

Ethylzellulose, später durch Zelluloseazetat und schliesslich durch Zellulosenitrat ersetzt.
Die Platten bestanden aus einer Lackschicht auf der Basis von plastifizierter Zellulose mit Rizinusöl auf einem festen Metall- oder Glaskern. Leider ist diese Kombination besonders instabil.
Die häufigsten Beschädigungsreaktionen gehen auf folgende Faktoren zurück:
– Temperatur
– Photooxydierung
– hydrolytische Zersetzung.

Der gefährlichste Wirkstoff ist jedoch Stickstoffdioxid, das sich bei Kontakt mit Wasser in Salpetersäure umwandelt und dadurch eine autokatalytische Reaktion verursacht.
Rizinusöl, das zur Erleichterung der Aufzeichnung verwendet wurde, bewirkt, dass sich die Lackschicht zusammenzieht und vom festen Kern abtrennt, d.h. rissig wird oder sich sogar ganz ablöst. Diese Probleme erfordern gezielte Massnahmen bei der Handhabung und Archivierung: Erstens ist auf eine gute Luftumwälzung zu achten; zweitens sollte die Platte vom Umfeld isoliert und vor Feuchtigkeit, Sauerstoff, atmosphärischen Schadstoffen und Staub geschützt werden. Azetat-Platten müssen möglichst schnell auf moderne Medien kopiert werden. Die Originale sind sorgfältig aufzubewahren.

Aufbewahrung von Schellack-Platten
Die Platten mit 78 Umdrehungen und Seitenschrift oder Tiefenschrift wurden aus Schellack oder aus einem anderen gleichwertigen Material hergestellt. Die Lebensdauer hängt von den jeweiligen Fabrikationsverfahren ab. Ursprünglich bestand die Platte aus einer Kartonstruktur mit einer Schellack-Beschichtung. Der schlecht geeignete Karton wurde durch eine Mischung von Holz- oder Mineralpulver, Wachsen und Naturharzen ersetzt. In der Ära der Schellack-Platte führten einige Fabrikanten auch andere Materialien ein (ValiteTM, VinsolTM usw.).

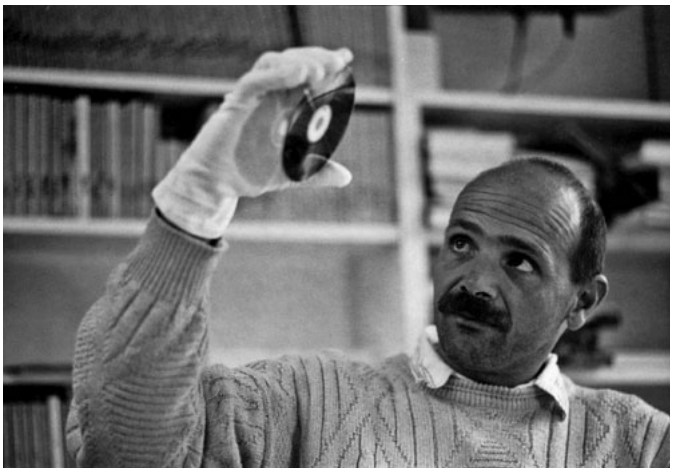
Wichtig:
– Platten aus natürlichem Schellack sind anfälliger für Feuchtigkeitsschäden als Platten aus halbsynthetischen Materialien.
– Die gravierendste chemische Beschädigung ist die Zersetzung des Materials, bei der die Plattenwiedergabe die Oberfläche abnutzt und dunklen Staub erzeugt. In diesem Fall besteht die einzige Rettungsmassnahme darin, sofort eine Sicherheitskopie zu erstellen.

Aufbewahrung von Kunststoffplatten
Kunststoffplatten bestehen hauptsächlich aus synthetischen Kunststoffen wie Polyvinylchlorid (PVC) oder Polystyren. Langspielplatten oder Mikrorillenplatten sind nicht immer eine verbesserte Variante der Schellack-Platten.
Die wichtigsten Ursachen für chemische Beschädigungen der PVC-Platten sind UV-Exposition und Hitze. Platten aus Polystyren dagegen sind korrosionsanfällig. Längere mechanische Belastungen verursachen bisweilen physische Deformation dieser Tonträger. Eine unsachgemässe Lagerung kann z. B. zu Verformungen der Rillen führen und dadurch das Lesen der Platte beeinträchtigen. Der Versuch, den Schaden zu beheben, indem die Platte erhitzt oder unter Druck gesetzt wird, ist nutzlos bzw. kontraproduktiv: Die Beschädigung wird dadurch in der Regel noch verschlimmert.

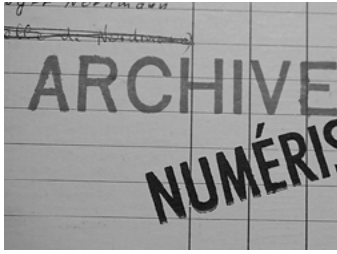
Empfehlungen:
– Kunststoffplatten besitzen potenziell eine sehr lange Lebensdauer, sofern sie nicht UV-Strahlen oder hohen Temperaturen (› 25°C) ausgesetzt werden.
– Gegen physische Verformungen hilft die vertikale Aufbewahrung mit leichtem Druck zwischen den Platten.
– Wichtig ist die Kontrolle der Luftfeuchtigkeit, um Pilzbefall zu vermeiden.

Aufbewahrung von optischen Platten
Optische Platten sind von allen hier beschriebenen Platten aus dem stabilsten Material gefertigt. Das Material wird durch die jeweiligen Umwelteinflüsse kaum verändert.

Im praktischen Gebrauch haben sich insbesondere die beschreibbaren Träger wie CD-R etc. als instabil hinsichtlich der Datensicherheit erwiesen. Die Qualität des aufgezeichneten digitalen Signals hängt nur zum Teil von der Stabilität des Trägers selbst ab. Es ist das Zusammenspiel zwischen Brenner, Medium und Abspielgeräten, das in der Praxis immer wieder zu Problemen führt. Da Brenner und Player kaum standardisiert sind, bleibt die Datenqualität trotz systematischen Tests in Gefahr (Risks Associated with the Use of Recordable CDs and DVDs as Reliable Storage Media in Archival Collections – Strategies and Alternatives. Memory of the World Programme, Sub-Committee on Technology. By Kevin Bradley, National Library of Australia, Canberra, 2006).



Kontrolle einer CD-R durch einen Mitarbeiter in einem SRG-Radiostudio. Für das Auslesen der Audiodaten von CDs und CD-Rs ist ein möglichst einwandfreier Zustand des Trägers unabdingbar. Foto: Ruedi Müller

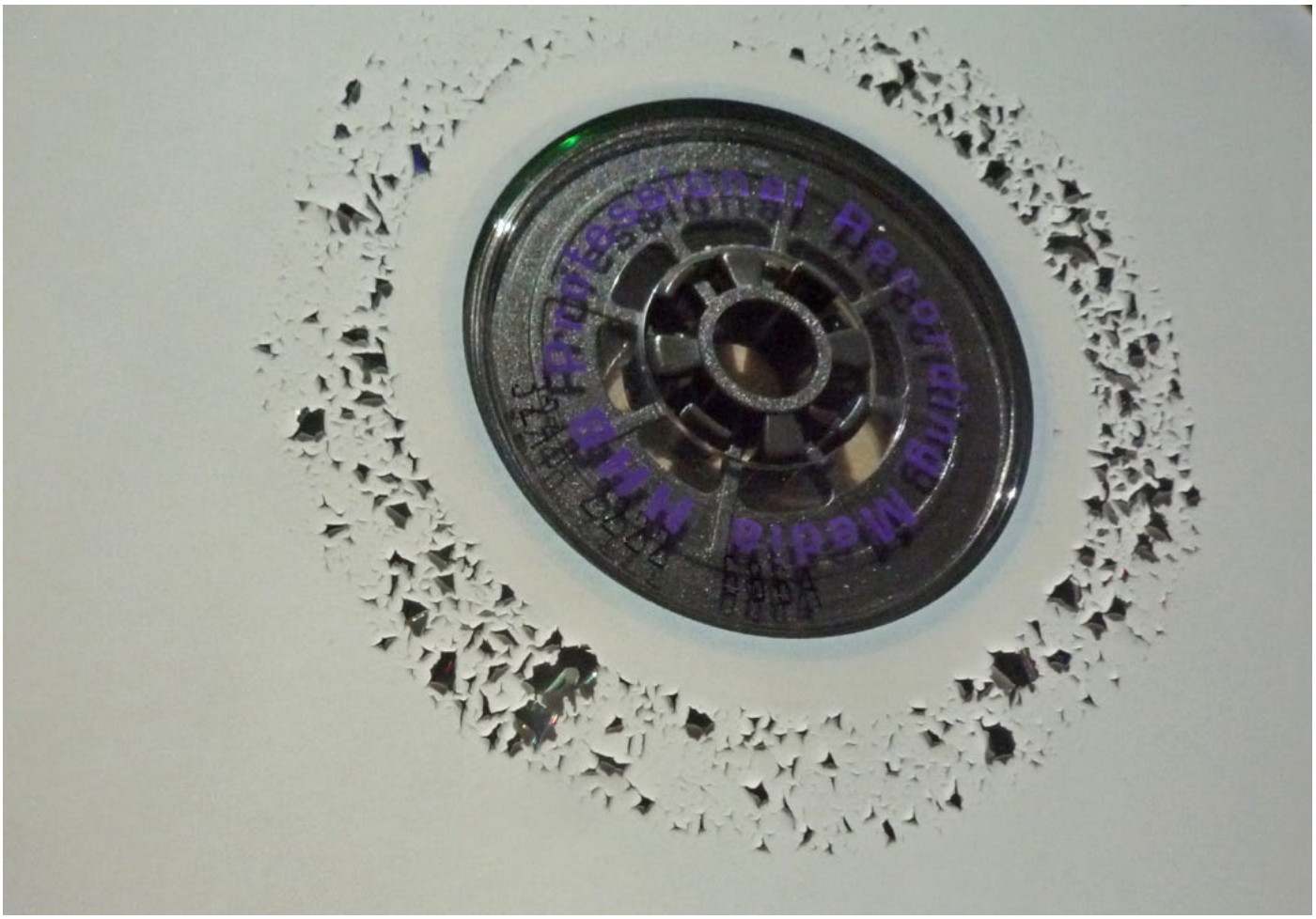


Optische Platten bestehen meistens aus einer transparenten Polykarbonat-Basis, an deren Oberfläche die Informationen (Pits) geschrieben werden. Die Oberseite ist mit einer dünnen reflektierenden Metallschicht (Aluminium, Silber oder Gold) überzogen; die darüberliegende Schutzschicht aus Lack trägt das bedruckte Label. Bei beschreibbaren optischen Platten (CD-R, DVD-R) besteht die Informationsschicht aus einer mit organischen Farbstoffen gefüllten Vorrille an der Oberfläche des Polykarbonatkerns. Beim Schreiben wird – mit viel grösserer Energie als bei der Wiedergabe – ein Laserstrahl eingesetzt, der die Farbe erhitzt (wegbrennt). Durch dieses Verfahren entsteht eine Sequenz von gebrannten/nicht gebrannten Punkten, die das Lesegerät als «Pits» einer einmal beschreibbaren (ROM) Disk erkennt.

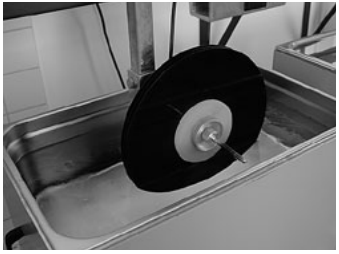
Auf wiederbeschreibbaren optischen Platten (CD-RW, DVD-RW oder RAM) besteht die Informationsschicht hauptsächlich aus einem Metalllegierungsfilm, der durch ein komplex gesteuertes Erhitzungs- und Kühlverfahren die Schaffung einer Punktsequenz mit lesbaren Reflexionseigenschaften wie die «Pits» der CD-ROM erlaubt. Dieses Verfahren ist reversibel. Interessanterweise ist die Oberfläche der Platte physisch von der Oberfläche, auf der die Informationen eingebrannt werden, getrennt.

Einige Schwachstellen sind allerdings zu erwähnen:

- Der Schutzlack der reflektierenden Metallschicht ist sehr dünn und für Kratzer anfällig. Die Platte muss deshalb sehr sorgfältig gehandhabt werden. Beschädigungen des Lacks wirken sich auf die Metallschicht aus und können zu teilweisen Informationsverlusten führen oder sogar bewirken, dass die Platte überhaupt nicht mehr lesbar ist. Ein digitales Speichermedium enthält ausserdem technische Informationen, die für das Funktionieren des Lesegeräts gebraucht werden.
- Diese Trägermedien sind zwar bereits seit einiger Zeit auf dem Markt, entwickeln sich aber ständig weiter (CD, DVD usw.). Die langfristige Lebensdauer lässt sich deshalb schwer vorhersagen. In einigen Fällen – vor allem bei beschreibbaren Tonträgern – kommt es zu Problemen wegen Oxydierung, Wärmeexposition, Feuchtigkeit, Abnutzung und Materialinkompatibilität.



Die Qualität von CD-R-Rohlingen differiert selbst beim gleichen Hersteller je nach Produktionscharge erheblich. Im Bild ein mangelhafter CD-R-Rohling, der sich bereits nach vier Jahren in seine Bestandteile auflöste. Foto: Ruedi Müller



Erhaltung von Tondokumenten.
Foto: Yves Cirio, Lausanne
und Schweizer Nationalphonothek, Lugano

- Die Lesbarkeit einer beschädigten Platte hängt weitgehend vom verwendeten Wiedergabegerät ab. Die grossen Unterschiede zwischen den Fehlerkorrekturkapazitäten sind ausschliesslich auf die technische Konzeption des Geräts zurückzuführen, das nicht direkt vom Preis abhängt.
- Die konstant zunehmende Datenspeicherdichte und die neuen mehrschichtigen Speichertechniken führen zu einer immer kritischeren Situation. Der «Point of no Return» – d. h. der ganze Tonträger kann nicht mehr gelesen werden – rückt gefährlich nahe.

Aus den genannten Gründen können beschreibbare CD-Medien nicht als Langzeitarchivformat empfohlen werden. Im Gegenteil: Sie sollten schnell kopiert werden, wobei das Einlesen der Informationen von CD-R, CD-RW etc. in Speichersysteme bzw. der Kopiervorgang von Qualitätskontrollen begleitet werden sollte.

Aufbewahrung von magnetooptischen Platten
Zu erwähnen sind auch die magnetooptischen Platten. Magnetooptische Platten wurden ursprünglich in der Informatik zur Datenspeicherung benutzt und dann nach und nach durch die Hard Disk (HDD) ersetzt, die höhere Kapazitäten zu niedrigeren Preisen bieten. Magnetooptische Platten haben im Handel im MiniDisc-Format (wiederbeschreibbar) überlebt.

Aufbewahrung der Magnetbänder
Magnetbänder (auf Spule oder Kassette, Audio oder Video) bestehen aus einer Basis (Papier, Zelluloseazetat, PVC, PET usw.), die mit Magnetpartikeln beschichtet wird. Strukturell gesehen ist ein Magnetband den gleichen Gefahren ausgesetzt wie die übrigen Tonträger.

Spezifische Schäden von Magnetbändern haben hauptsächlich die folgenden Ursachen:
- Zugspannung beim Aufrollen auf die Spule: Spannung zwischen den Windungen einerseits und zwischen dem Band und der Spule andererseits. Bestimmte Bandtypen, besonders Bänder mit glänzender Rückseite, rollen sich leicht ab, was zu einer stark unterschiedlichen strukturellen Belastung des Bands führen kann, das reisst oder überdehnt wird.
- Reibung: Einige Hersteller verwendeten, besonders in der Anfangszeit, Schmiermittel, die sich vom Band ablösten und das Abwickeln des Tonträgers behinderten. In solchen Fällen lässt sich die Magnetoberfläche mit einer Krytox-Lösung und Freon FT im Verhältnis 1:100 «verjüngen».
- Kopiereffekt: Der wohlbekannte Kopiereffekt zeigt sich mehr oder weniger deutlich auf allen Magnetbändern und kommt – wenn auch nicht wahrnehmbar – sogar bei digitalen Aufnahmen vor. Der Kopiereffekt erklärt sich aus der magnetischen Nachwirkung eines auf eine Tonbandspule aufgewickelten Tonbands auf die Nachbarwindungen. Der Kopiereffekt wird durch folgende Faktoren beeinflusst:
  - hohe Temperaturen (>25°C)
  - Banddicke
  - Archivierungsdauer
  - häufiges Auf- und Abwickeln
  - Magnetfelder
  - Wellenlänge der Modulation.

Empfehlungen:
- Alle Bänder müssen «tail out» gelagert werden, und zwar aus zwei Gründen:
  - Das Band muss vor der Tonwiedergabe vollständig umgespult werden, was den Kopiereffekt teilweise abmildert.
  - Die «tail out»-Wickelrichtung ermöglicht es, ein Nachecho zu erzielen. Das Nachecho wird wie ein natürliches Echo wahrgenommen und damit viel besser toleriert als das störende Vorecho beim normalen Aufwickeln des Bands (analoge Aufnahmen). Selbstverständlich gilt diese Empfehlung nur für in eine Richtung beschriebene Bänder.
- Keine Exposition der Bänder gegenüber durch Elektromotoren, Lautsprecher usw. erzeugte Magnetfelder.
- Die Bänder müssen mindestens einmal jährlich umgespult werden, damit die während der Archivierung entstehenden Spannungen entweichen und der Kopiereffekt akzeptabel bleibt.
- Nur Bänder und Kassetten von guter Qualität verwenden. Bestimmte Parameter spielen eine wesentliche Rolle für die potenzielle Lebensdauer. Dünne Bänder oder Bänder mit glänzender Rückseite kommen nicht in Frage.
- Schachteln für Tonbänder müssen aus säurefreiem Karton gefertigt sein, der weder Heftklammern noch andere spitze Metallteile enthält. Falls sie verleimt sind, sollte nur Leim auf Basis von Polyethylen verwendet werden. Für Bänder auf Wickelkern wird eine in der Schachtel angebrachte Halterung für den Bandwickel empfohlen, ansonsten ist eine Spule sinnvoll.

Weitere Informationen: www.fonoteca.ch

Filebasierte Langzeitarchivierung digitaler Tondokumente

Heute kann der gesamte Lebenszyklus des Tondokuments am Computer beherrscht werden. Aufnahme, Bearbeitung und Archivierung sind in den letzten zehn Jahren in die Welt der Informationstechnologien (IT) transponiert worden. Die zu archivierenden Mengen wachsen aber schnell und leistungsfähige Speichersysteme sind teuer und komplex. Auch herrscht über die geeigneten Sicherheitsroutinen noch Unsicherheit und es gibt noch wenig institutionalisiertes, herstellerunabhängiges Wissen darüber. Meist kennt nur der Systemanbieter die Funktionsweise der Dokumentenverwaltung im Massenspeicher. Die Abläufe verlangen spezifisches Know-how, welches sich nur grosse Institutionen aufbauen können. Für wenig spezialisierte, gemischte Archive, die sich mit der Langzeitarchivie-

rung von Tondokumenten befassen, stellen sich völlig neue Fragen. Memoriav hat deshalb eine interne Arbeitsgruppe gebildet, die sich mit dem ganzen Fragenkomplex befasst. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, dereinst Empfehlungen abgeben zu können. Diese sollen helfen, gegenüber externen Anbietern von Speicherplatz und Digitalisierungsinfrastrukturen die nötigen Anforderungen an Langzeitformate, Sicherheitsstrategien und Zugang zu formulieren.

Weiterführende Online-Publikationen:
Preserving Digital Information (1996), Trusted Digital Repositories (2002), OCLC and CRL (2007).

Technologische Obsoleszenz

Dabei geht es nicht um Beschädigungen des Tonträgers, sondern darum, dass der Inhalt nicht mehr wiedergegeben werden kann, wenn die unterstützende Technologie vom Markt verschwindet. Betroffen sind besonders die digitalen Aufnahmen. Die einzige Lösung besteht in kontinuierlicher Beobachtung der technologischen Entwicklung und in der raschen Formatumwandlung, sobald ein neuer Standard auf den Markt kommt. Aber auch die analogen Formate werden allmählich aufgegeben (vgl. IASA-TC 03, Kapitel 4).

Obsoleszenz und obsolet bedeutet nicht das Gleiche: Ein Produkt gilt als obsolet, wenn es nicht mehr in Betrieb ist und wenn die Ersatzteile für die Wartung oder Reparatur des Produkts nicht mehr erhältlich sind. Von Obsoleszenz eines Produkts ist die Rede, wenn das Produkt selbst zwar nicht mehr hergestellt wird, die Ersatzteile aber weiter fabriziert werden, Wartung und Reparatur also möglich bleiben. Falls das Material noch funktioniert, stellt sich mit Blick auf die Aufbewahrung die Frage, wie lange es noch verwendbar ist. Ökonomisch ausgedrückt handelt es sich bei der Obsoleszenz um den rein durch die technische Entwicklung bedingten, nicht durch Betriebsverschleiss verursachten Wertverlust von Maschinen oder Ausrüstungen. So gesehen sollte man die Entwicklung dringend mitmachen, bevor Ausrüstungen nicht mehr benutzt werden können. Sicherungskopien der Tonträger sind unverzichtbar: Erstens, weil sich die Tonträger abnutzen und zweitens, weil die entsprechenden Lesegeräte obsolet werden.

Obsolenz

Wenn Obsoleszenz droht, sind – zumindest in spezialisierten Archiven – umfangreiche Massnahmen zum integralen Erhalt der Abspieltechnologie zu planen: Die Verfügbarkeit von Maschinen, Ersatzteilen und Peripherie wie Kabel, Stecker, Verstärker etc. sollte sicher gestellt werden. Auch Werkzeuge zur Wartung der Geräte sowie die dazu gehörigen Manuals und Pläne sind Teil der Technologie, die zu erhalten ist; ebenso Systeme zur klangtechnischen Aufbereitung wie Dolby und Telcom oder spezielle Software. Zu sichern sind auch Informationen über angewandte Standards und Methoden sowie Messgeräte und Messtonträger um die Abspielapparate zu eichen. Mindestens so wichtig wie das Material sind die Menschen: Spezialisiertes Know-how für Unterhalt, Reparatur und Aufbau von Infrastrukturen ist unverzichtbar.

Obsolete Träger sind zu erhalten, weil
a) meist nicht alle kopiert wurden,
b) oft zusätzliche Informationen auf Träger und Hülle enthalten sind und
c) in Zukunft bessere Reproduktionstechniken zu erwarten sind.

Klima im Archiv

CD-R

Luftfeuchtigkeit	konstant 8–55%
Temperatur	konstant 5–25°C
UV-Licht	Lichtschutz
Staub	staubfrei lagern

Magnetband

Luftfeuchtigkeit	konstant 40–55%
Temperatur	konstant 15–22°C
UV-Licht	Lichtschutz
Staub	staubfrei lagern

AV-Medien allgemein

Luftfeuchtigkeit	konstant 40%
Temperatur	konstant 19°C
UV-Licht	Lichtschutz (UV-arme Lampen)
Staub	staubfrei (feinporige Filter Kl. F9/H10)

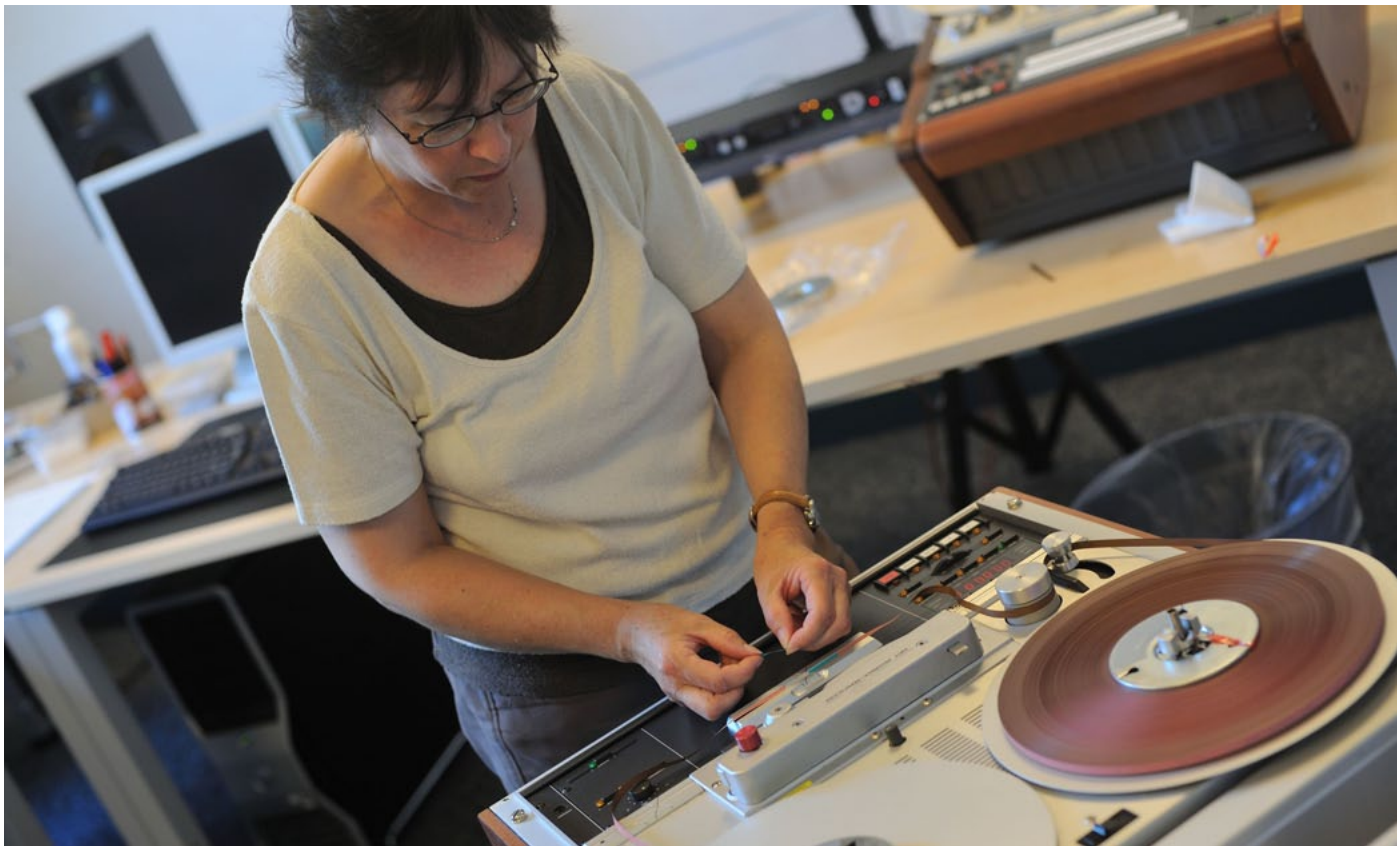
Temperatur und Feuchtigkeitsänderungen sollten nur langsam vorgenommen werden:
– Pro °C weniger +3% Feuchtigkeit und umgekehrt
– Max. Schwankung 2% pro Stunde aber max. 3% pro Tag

Quelle: Library of Congress und Schweizer Nationalphonothek

Wartung von Aufnahme- und Wiedergabegeräten

Alle Geräte, die zur Aufnahme und Wiedergabe von Tonträgern dienen, sind regelmässig zu inspizieren. Gegebenenfalls müssen sie von Fachleuten überholt werden. Die entscheidenden Kriterien zum Kaufzeitpunkt sind Robustheit, Verlässlichkeit und das Preis-Qualitäts-Verhältnis.

Plattenspieler
Die Geräte müssen eine regelmässige Drehfrequenz, einen in mehrere Richtungen regelbaren Tonarm, einen auswechselbaren Lesekopf und niedrigen Auflagedruck aufweisen. Der Zustand der



Eine Mitarbeiterin von SRF bereitet ein ¼-Zoll-Band zum Digitalisieren vor. Das Digitalisieren von Tonbändern erfordert vorbereitende und abschliessende Arbeiten wie Umspulen, Kontrollen auf Vollständigkeit, Reissen, Anbringen von Vorspann- und Abspannband (Allongen) und weitere Arbeiten der Archivpflege. Foto: Rudolf Müller

Nadel muss regelmässig überprüft werden. Vor jeder Wiedergabe sollte die Oberfläche der Platten mit einer Kohlenfaserbürste abgestaubt werden.

Bandmaschinen für Bänder, Kassetten usw.
Wie die Plattenspieler müssen auch die Bandmaschinen eine regelmässige Drehfrequenz aufweisen. Die mechanischen und elektronischen Verstellknöpfe sollen leicht bedienbar sein. Um eine hohe Aufzeichnungs- und Wiedergabequalität zu erhalten und möglichst wenig Abrieb zu verursachen, müssen die Köpfe und die Bandführungsvorrichtungen regelmässig gereinigt werden. Nach rund 100 Benutzungsstunden werden die Köpfe und die metallischen Bandführungsvorrichtungen mit einem speziellen Entmagnetisiergerät entmagnetisiert.

Optische Laufwerke
Die mit verschiedenen Platten (CD, DVD usw.) kompatiblen optischen Laufwerke müssen vom Markt diktierte Kriterien erfüllen: Möglichkeit der Wiedergabe von unterschiedlichen Plattenformaten; zuverlässige Fehlerkorrektur; Auslesemöglichkeit von Tracks und Index; analoge und digitale Ausgangsstecker. Auch ein optischer Scanner ist nicht für die Ewigkeit gebaut: Die Lebensdauer beträgt rund 5000 Lesestunden.

Verstärker
Es ist ein Hauptmerkmal der modernen Tonträger, dass heute die Dynamik ein kritischer Faktor für die Auswahl eines Verstärkers ist. Eine hohe Dynamik ermöglicht in der Regel eine grosse Leistungsreserve und damit weniger Verzerrungen beim normalen Gebrauch.

Lautsprecher
Nur professionelle Lautsprecher des Typs Near-Field-Monitor verwenden.

Kopfhörer
Form und Gewicht sind entscheidende Faktoren für die Auswahl von Kopfhörern, die langfristigen Nutzerkomfort bieten.

PC, Audiokarten
Die meisten in handelsüblichen PCs eingebauten Audiokarten sind qualitativ ungenügend und in der Tonauflösung begrenzt. Um unabhängig vom Format der Audiofiles eine hohe Klangqualität zu erzielen, sollte der PC mit einer professionellen Audiokarte ausgestattet werden.

Weitere Informationen: www.fonoteca.ch

Reproduktion

Die Wiedergabe des Tons zwecks Aufzeichnung auf moderne Formate ist nötig, um ein Dokument zugänglich zu erhalten. Die Qualität dieser Signalüberlieferung sollte hohen ethischen und technischen Standards genügen, um später eine unverfälschte Wiedergabe zu gewährleisten. Die Vorgänge sollten für die Nachwelt transparent nachgewiesen werden.

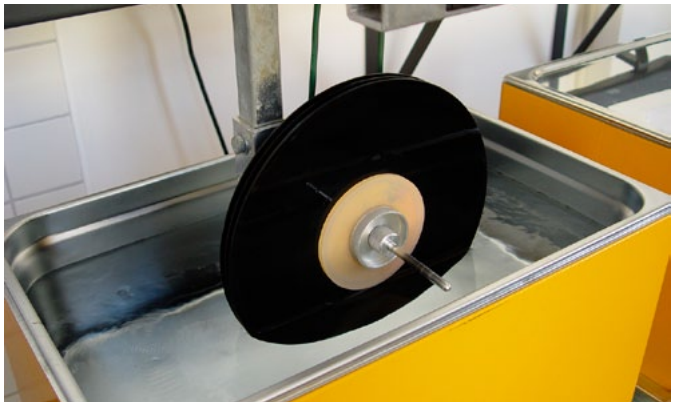
‹ Das Archeophone mit variabler Wiedergabegeschwindigkeit und auswechselbaren Teilen für verschiedene Arten und Grössen von Wachszylindern. Foto: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Priorisierungshilfen

Wenn wir vom Ziel einer konsistenten Überlieferungsbildung ausgehen, sind strukturierte Priorisierungsarbeiten notwendig. Sie sollen dokumentiert sein, um zu gewährleisten, dass auch nachfolgende Generationen nachvollziehen können, welche Dokumente überliefert wurden und welches der Umfang des Gesamtbestandes war. Diese Massnahmen gliedern sich in drei Bereiche: institutionelle Kriterien, technische Kriterien und inhaltliche Kriterien. Sie können miteinander kombiniert werden.

Es ist naheliegend, dass Massnahmen zu Erhalt, Sicherung und Zugang zu Tondokumenten in jeder Archiv-Institution an der jeweiligen Sammlungs- und Archivierungspolitik ausgerichtet werden.
Bei den technischen Kriterien unterscheiden wir beim Altmaterial zwischen Eigenproduziertem und kommerziell Vervielfältigtem, das je verschieden behandelt werden kann. Je nach Tonträgertyp entscheiden dann der physische Zustand nach Massgabe des Zerfalls oder die drohende Obsoleszenz bestimmter Techniken, welche Dokumente prioritär zu sichern sind. Sind mehrere Kopien vorhanden, sollte die beste gewählt werden.
Inhaltlich handelt es sich oft um umfangreiche Bestände. Sie sind einer globalen Bewertung zu unterziehen. Es sollte dabei versucht werden, ein Konzept zu etablieren, welches eine mehrstufige Segmentierung von grösseren Beständen in inhaltlich konsistente, formal zusammenhängende, Teile zulässt. Es ist auf den Entstehungszusammenhang Rücksicht zu nehmen. Dies bedeutet, dass auch Begleitmaterialien berücksichtigt werden und die Dokumente in ihrem Kontext erkennbar bleiben. Bei rein thematisch orientierten Prioritäten besteht die Gefahr, momentanen Interessen zu unterliegen und den Blick auf das Ganze zu verlieren.
Die transparente Bewertung von Beständen erlaubt es, einen mittel- oder langfristigen Aktionsplan festzulegen und die unmittelbar bedrohten Dokumente unverzüglich zu sichern. Was nicht priorisiert wurde, sollte separat aufbewahrt werden.

Quellen: Breen/Flam (2003), Deggeller (2001), Lersch (2001), Hielmcrone (2002).



Waschen von Schellack-Platten 78 U/min. Foto: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Wiedergabe des Tonsignals

Sicherungskopien der Tonträger sind aus zwei Gründen notwendig: weil sich die Tonträger abnutzen und weil die entsprechenden Lesegeräte obsolet werden. Die Frage ist, welches Format sich für die Dokumentenaufbewahrung am besten eignet.

Das analoge Format ist wegen des Generationenverlusts zwischen dem Original und der Kopie keine Lösung. Der Generationenverlust zeigt sich in der Verstärkung des (Grund)rauschens. Kopien von Kopien von Kopien … werden immer schlechter hörbar.

Das digitale Format scheint für die Sicherung der Archive am besten geeignet.
Das digitale Format bietet hauptsächlich folgende Vorteile:
- kleine Qualitätsverschlechterung beim Kopieren (sofern man im digitalen Bereich bleibt)
- ein Digitalsignal kann regeneriert werden.

So lange die beiden Zustände (0 und 1) klar unterscheidbar sind, kann (durch binäre Kodierung) sogar ein verändertes digitales Signal rekonstruiert werden. Dieses Argument ist bestimmend für die Entscheidung, Tonarchive in digitaler Form zu sichern.

Bei der Übertragung ist Folgendes zu berücksichtigen:
Falls mehrere Kopien vorhanden sind, soll die beste ausgewählt werden. Die Tonqualität variiert je nach Lagerbedingungen und Handhabung der Tonträger sehr stark. Es kann interessant sein nach Kopien (national und international) zu suchen, um die Qualitäten zu vergleichen. Im Allgemeinen sind nie abgespielte Tonträger vorzuziehen, weil jedes Lesen die Tonqualität der Träger verändert.

Je nach Zustand müssen die Tonträger gereinigt und physisch restauriert werden. Bei diesem heiklen Vorgang ist Folgendes zu beachten:
- Tonträger nicht zusätzlich beschädigen (richtige Produkte für die Reinigung der Träger verwenden, vgl. IASA-TC 04).
- Tonträger möglichst wenig und vorsichtig handhaben.

Durch das Lesen selbst unlesbar werdende Tonträger müssen in einem Durchlauf kopiert werden.

Optimale Signalextraktion aus den Archivbeständen
Bei der Sicherung von Tonarchiven ist sehr wichtig, dass das Originalsignal unter den bestmöglichen Bedingungen reproduziert wird. Das bedeutet in diesem Zusammenhang, dass ein Tonträger mit dem Ziel gelesen wird, ihn zu kopieren. Deshalb sollte man darauf achten, dass moderne und regelmässig gewartete Lesegeräte eingesetzt werden. Bei der Übertragung darf weder der Tonträger noch das Signal bearbeitet werden, damit das komplette Signal erhalten bleibt.

Entwicklung der Übertragungstechnologien

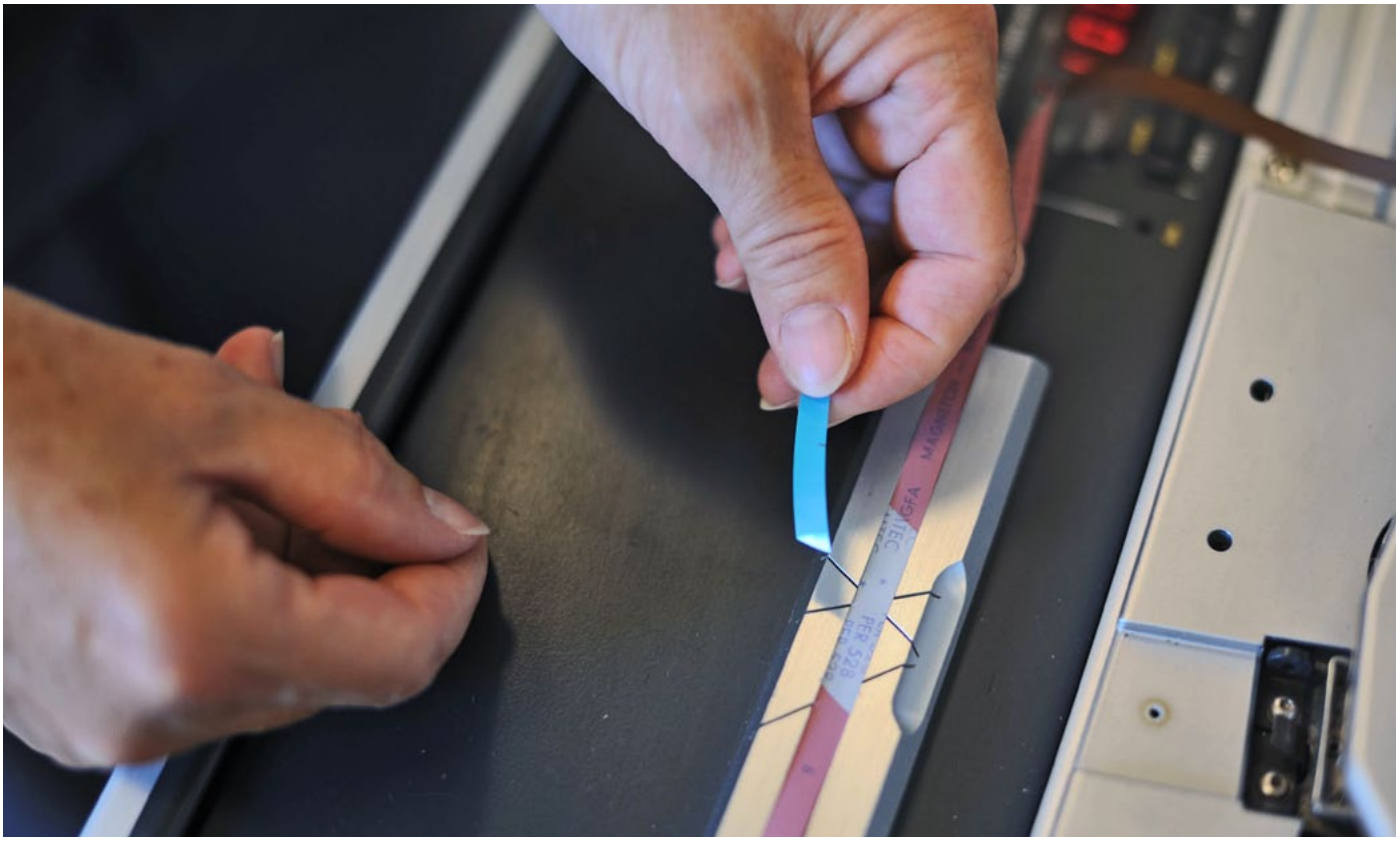
Die Technik zur Übertragung der Originaltonträger entwickelt sich ständig weiter. Gegenwärtig lassen sich bei einer Übertragung, bei der klassische Lesegeräte verwendet werden, nicht alle auf den analogen Trägern enthaltenen Informationen retten.
Die neuen Technologien machen die Wiederhabe anderer auf den Originalen enthaltener Informationen möglich. Damit könnten u. a. bestimmte Tonbearbeitungen vorgenommen werden, um die Verständlichkeit zu verbessern. Die Originale müssen deshalb immer aufbewahrt werden und dürfen nach dem Kopieren nicht vernichtet werden.

Allerdings sollte man sich beim Kopieren eines Tonträgers immer vor Augen halten, dass man ihn möglicherweise zum letzten Mal reproduziert: entweder, weil der Tonträger beim nächsten Versuch zu stark beschädigt wird, weil die Lesegeräte den Tonträger nicht mehr auslesen können oder weil die Einrichtung, die die Bestände verwaltet, aus Kostengründen beschliesst, nicht in eine neue, als zu teuer beurteilte Sicherung zu investieren.
Aus diesem Grund muss zum Zeitpunkt des Kopierens der höchste Standard ausgewählt werden.

Quelle: (IASA-TC 03, Kapitel 9)

Übertragung – Ethik und Grundsätze

Analoge Tonträger müssen ohne Filter digitalisiert werden. Während der Aufnahme des «digitalen Masters» darf die Aussteuerung nicht verändert werden. Das digitale Faksimile sollte möglichst authentisch sein. Dabei handelt es sich um ein grundlegendes ethisches Prinzip im Archivbereich und ausserdem rein technisch gesehen um eine Selbstverständlichkeit. Aus vielen sowohl historischen als auch technischen Gründen darf eine Sicherungskopie nicht korrigiert werden. Die Technologien, mit denen das Originalsignal «verbessert» werden kann, entwickeln sich überdies rasch weiter. Es gibt also keine Garantie, dass in Zukunft nicht eine noch bessere Bearbeitung eines Tondokuments möglich wäre.
Vor der Übertragung muss die maximale Aussteuerung eingemessen werden, um den Eingangspegel des analogen Signals in den Wandler zu bestimmen. Diese Aussteuerung bleibt während der ganzen Zeit des Einspielvorgangs konstant.
Dabei sind nur qualitativ sehr hochwertige Analog-Digital-Wandler zu verwenden. Die IASA empfiehlt einen externen Wandler von solider Qualität, weil auf Computerbauteile zurückgehende Interferenzen die Konversion stören. Soundkarten von Bürocomputern sind für solche Aufgaben fehl am Platz. Man sollte trotzdem aber prüfen, dass der Arbeitsplatz mit einer guten Soundkarte ausgestattet ist, weil der Tontechniker das digitale Tondokument darüber abhört.



Restaurieren defekter Klebstellen. Tonbänder wurden nach Produktion und Gebrauch im Ursprungszustand archiviert. Klebstellen, die sich durch die Alterung des Leims gelöst hatten, müssen repariert werden, damit die Bänder für die Digitalisierung einwandfrei abspielbar sind. Foto: Rudolf Müller

Erhaltung von Tondokumenten.
Foto: Yves Cirio, Lausanne
und Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Zum Format der digitalen Speicherung ist neben den Empfehlungen der IASA (siehe unten) Folgendes zu beachten: Das Format darf nicht datenreduziert, verlustbehaftet oder proprietär sein. Deshalb ist vom Format PCM linear als einem Standardformat die Rede.

Der digitale Master – d. h. die Datei, die aus der Digitalisierung eines analogen Dokuments entsteht – wird auf einem gesicherten Server abgelegt, wo er vor Veränderungszugriffen geschützt ist.
Für alle Verwendungen sind Kopien dieser Originaldatei zu erstellen: Sicherungskopien, Konsultationskopien, Sendekopien, Arbeitskopien usw. Die Quelldatei kann als Aufbewahrungsdatei betrachtet werden.
N.B.: Gegenwärtig ist die Zeit für die Übertragung eines analogen Dokuments identisch mit der Aufzeichnungsdauer des Originals. Ein Magnetband von 49 Minuten wird also in 49 Minuten (nur Kopierzeit) kopiert. Memoriav plant Tests mit einem System, das parallel mehrere analoge Tondokumente kopiert. Die «high-speed»-Kopie wird heute nicht empfohlen.

IASA-TC 03

Erhaltung des auditiven Kulturguts:
Ethik, Grundsätze und Erhaltungsstrategien
Version 3, Dezember 2005

Kapitel 10. Zielformate der digitalen Kodierungen und Auflösung – Bemerkungen:

In den letzten Jahren wurden Tondokumente vor allem in Form von Dateien in den Formaten .wav oder BWF, die sich de facto zu Standards entwickelt haben, gespeichert. Diese Formate werden vom technischen Komitee offiziell empfohlen (vgl. IASA-TC 04, 6.1.1.1 und 6.6.2.2).

Als aktuelle Standards gelten A/D-Wandler mit Samplerrate 192 kHz und 24-Bit-Auflösung. Die IASA empfiehlt für den Transfer von analogen Signalen eine minimale digitale Auflösung mit Samplerrate 48 kHz und eine Audio-Wortlänge von 24 Bits. In den Institutionen, die Tondokumente des Kulturerbes verwalten, hat sich generell die Auflösung 96 kHz/24 Bits durchgesetzt. Wenn unter solchen Bedingungen unerwünschte Tonkomponenten übertragen werden, lassen sich die Artefakte durch digitale Signalbearbeitung ausgehend von den so hergestellten Kopien leichter entfernen. Wortaufnahmen müssen – weil die Konsonanten in Wörtern transitorisch sind – wie Musikaufnahmen behandelt werden.

Restaurierung

Beim Begriff Restaurierung ist die physische Restaurierung eines Dokuments und die klangtechnische Restaurierung eines Dokuments zwecks Verbreitung oder Veröffentlichung (Edition) zu unterscheiden. Audioträger erfordern vor dem Kopieren häufig eine physische Restaurierung. Dies bedeutet, dass defekte Klebstoffe ausgewechselt und Tonträger, die von bestimmten Syndromen befallen sind und nicht mehr kopiert werden können, in Stand gesetzt werden. Veränderungen des Originalsignals sind dabei strikt zu vermeiden.
Die Verbesserung der Tonqualität bestimmter digitaler Kopien wird ebenfalls als Restaurierung bezeichnet. Bei diesen Bearbeitungsvorgängen werden Tonfilter eingesetzt, die das Dokument verständlicher machen. Dazu arbeitet man immer mit einer nicht bearbeiteten Kopie des digitalen Masters (siehe Kapitel Übertragung – Ethik und Grundsätze).

Aus ethischen und technischen Gründen erfolgt die Übertragung eines analogen Tondokuments ohne Restaurierung, um durch eine möglichst komplette Signalextraktion möglichst nahe beim Original zu bleiben. Bearbeitungsvorgänge dienen im Allgemeinen nur zur Aufwertung von Dokumenten in einem bestimmten Kontext und setzen erhebliche Mehrarbeit voraus. Diese Fälle sprengen den Rahmen der Erhaltung des Kulturerbes, sodass andere Prinzipien zum Tragen kommen. Digital restaurierte Kopien müssen in der Datenbank als separate Dokumente erfasst werden.

Übertragung und Umcodierung von Tonaufzeichnungen auf Audio- und Videokassetten und optischen Tonträgern in Dateien

Audiokassette (MC)

Die Audiokassette (auch Musikkassette oder MC) war von den 60er- bis zu den 90er-Jahren vom Amateurbereich bis zu (semi-)professionellen Anwendungen weit verbreitet. Sie ist heute selten geworden, aber noch nicht ganz vom Markt verschwunden. Da seit den 80er-Jahren auch Aufnahmegeräte zur Verfügung standen, die der damaligen Hi-Fi-Norm entsprachen, kommen nicht selten qualitativ relativ hochstehende Aufnahmen auf Kassette vor. Oft wurde auch das Rauschunterdrückungssystem Dolby eingesetzt, was für das korrekte Abspielen von Bedeutung ist. Für die Planung von Erhaltungsprojekten ist zwischen kommerziell hergestellten Aufnahmen, oft parallel zur Schallplatte vertrieben, und Unika, also einmaligen Aufnahmen, zu unterscheiden. Von Letzteren finden sich in vielen Archiven, auch im Rundfunkbereich, noch grössere Bestände. Da es sich um ein Amateurformat handelte, das über den Massenmarkt vertrieben wurde, existieren grosse Unterschiede bei den materialtechnischen und mechanischen Eigenschaften. Kassetten von Billigherstellern neigen manchmal dazu, dass das Band am Gehäuse streift und Schaden nimmt. Es gab auch spezielle Konfektionierun-

gen der Industrie für Mitschnittaufnahmen im Radio. Entsprechend wird die Langzeitstabilität von all diesen Faktoren beeinflusst.

1. Die Spieldauer hängt meist von der Dicke der Schichten ab. Als allgemeine Regel gilt, dass Kassetten mit kürzerer Dauer eine dickere Trägerschicht haben und entsprechend weniger anfällig sind auf den Magnetisierungseffekt (Echoeffekt oder print-through signal).
2. Die Zusammensetzung des Materials, insbesondere der magnetisierbaren Schicht, ist je nach Hersteller und Produktionsjahr sehr verschieden.
3. Einzelne Typen (z. B. AGFA Chromdioxid II) neigen zu Hydrolysebildung. Sie äussert sich in der Aussonderung von weissen Flocken, welche rasch die Tonköpfe verkleben und das Tonsignal dumpf werden lassen.
4. Beim Umspulen mit abruptem Stopp am Ende reissen die Bänder manchmal vom Vorspannband auf der Wickelspule ab. Dies zwingt zum Öffnen des Gehäuses und zu zeitraubendem Neuverkleben.

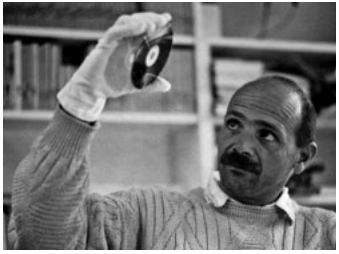
Empfehlungen:
Das Vor- und Rückspulen der MCs kann den Magnetisierungs- bzw. Echoeffekt (print-through signal) erheblich vermindern. Es sollte nur mit hochwertigen Bandmaschinen gearbeitet werden, welche mit einer automatischen Bremse ausgerüstet sind, so wird das Reissen am Ende vermieden. Kassetten mit weissen Absonderungen müssen von Hand mit speziellen Tüchern (z. B. «RTI cleaning tissue» für Videobänder) gereinigt werden. Generell sollten zum Abspielen nur gewartete Maschinen guter Qualität eingesetzt werden.
Bei der Reproduktion des Tonsignals ist darauf zu achten, auf welche Art (Typ) von Bandmaterial aufgenommen wurde (Metallband, Chromdioxyd, Eisenoxyd etc.) und ob mit Rauschunterdrückungssystem (Dolby B, C, andere) aufgenommen wurde. Die Bandmaschine ist entsprechend einzustellen. Ist nicht bekannt, ob Rauschunterdrückung eingesetzt wurde, sind Tests vorzunehmen.

Leere analoge Kassetten wurden auf Kundenwunsch hin oft auf eine bestimmte Spieldauer ausgelegt und mit speziellem Gehäuse ausgeliefert. Die technischen Daten entsprachen den marktüblichen Standards der Hersteller. Foto: Ruedi Müller

MiniDisc
Die von Sony 1991 angekündigte und ab 1992 vermarktete MiniDisc war als Ersatz für die Audiokassette (MC) entwickelt worden. Bis zum Aufkommen des Downloads von Online-Musikdateien war sie für den Privatgebrauch von Musikkopien auf kleinen Abspielgeräten weit verbreitet. Ein von Sony speziell entwickelter, proprietärer Algorhytmus zur Datenreduktion (ATRAC) erlaubte es, für damalige Verhältnisse relativ viele Dateien auf wenig Platz zu speichern (5-facher Reduktionsfaktor). Für den professionellen Gebrauch im Rundfunk oder für die Filmvertonung war MiniDisc zwar wenig geeignet, wurde aber für die Aufnahme von Tönen für Radio-Reportagen eine Zeit lang trotzdem oft verwendet. Mit der raschen Verbreitung von Online-Plattformen für Download und Austausch von Musik wurde das Format verdrängt. Die Kleinheit der Geräte und Träger, die Möglichkeit die Daten auch computerlesbar zu speichern (MD Data, 140 MB; MD-Data2, 650 MB; Hi-MD, 1 GB) sowie der anfängliche Mangel an rein digitalen Aufzeichnungsmöglichkeiten im Consumer-Bereich stützten das Format noch eine gewisse Zeit. Die Entwicklung verschiedener Longplay-Modi stärkerer Datenreduktionstechniken sowie die Einführung von Geräten, die auch lineares PCM-Audio speichern konnten, waren Versuche, das Format am Markt zu halten. Aber die Akzeptanz beim Publikum war am Schwinden, auch weil die dazugehörigen Computerprogramme proprietär waren. Hingegen wurde MiniDisc in dieser Zeit gelegentlich noch für die Aufnahme von Stimmen in Oral-History-Projekten, also für den Einsatz in Wissenschaft und Forschung, eingesetzt. 2007 wurde MiniDisc faktisch obsolet und seit 2010 werden keine Geräte mehr hergestellt. 2012 waren nur noch Restposten an Discs käuflich. SD-Kartenspeicher und die Möglichkeiten der computergestützten Speicherung bewirkten, dass die MiniDisc heute Geschichte ist.

Empfehlungen:
Für die Archive ist das MiniDisc-Format eine nicht zu unterschätzende Herausforderung: Wer auf MiniDisc gespeicherte Dokumente langfristig sichern möchte, ist auf eine spezifische Kombination von Hard- und Software angewiesen, die nicht ohne Weiteres in jede Informatikumgebung integrierbar ist. Es gibt keine Standard-Software, mit der das digitale Signal aus dem Gerät ohne Verluste in computerlesbare Files umgewandelt werden kann. Nur die von Sony damals gelieferte, heute obsolete, Software «SonicStage» ist in der Lage, das digitale Signal über den USB-Anschluss aufzunehmen und in ein lineares WAV zu wandeln; und auch nur dann, wenn die Discs mit einem (ebenfalls obsoleten) HiMD-Gerät abgespielt werden. Wie lange der Installer für die Software noch erhältlich ist, ist unklar. Dokumente auf MiniDisc sollten aus all diesen Gründen mit einer gewissen Dringlichkeit überspielt werden.
Fehlt das erwähnte HiMD-Abspielgerät oder die SonicStage-Software, bleibt nur der Weg, das Audiosignal in Echtzeit über den analogen Ausgang aus einem Gerät auszuspielen und digital aufzunehmen.

Weiterführende Online-Informationen zur MiniDisc:
http://www.MiniDisc.org/index.php



Fotos: Yves Cirio, Lausanne, Rudolf Müller, Zürich und Schweizer Nationalphonothek, Lugano

R-DAT

Die digitale Audiokassette R-DAT (Rotary Head Digital Audiotape) ist, ähnlich wie die CD-R, ein Kind der ersten Digitalisierungsphase der Tonträgerindustrie. Das in einer Kassette eingebaute Band ist grundsätzlich aus dem gleichen Material gefertigt wie die analogen Kassettenbänder und verhält sich bei korrekter Lagerung relativ stabil. Die Herausforderung für die Archive ist deshalb weniger der Zerfall des Materials als vielmehr die Obsoleszenz des Formats. Die Firma Sony, welche die Patente am Mechanismus besitzt, hat 2004 wegen mangelnder Nachfrage beschlossen, keine Maschinen mehr zu bauen und Fremdfirmen nicht mehr mit Ersatzteilen zu beliefern. Der Standard wird in Fachkreisen seit 2005 als obsolet betrachtet.[1] Er konnte mit den aufkommenden, computerlesbaren Fileformaten nicht mehr konkurrenzieren. R-DAT war eher im professionellen Bereich verbreitet und wurde oft als Medium für Sicherungskopien von historischen Aufnahmen der Radios und für Backups von wertvollen Ton-Produktionen verwendet. So haben in Europa viele Radioarchive grosse Bestände mit Kopien von 78-T-Azetatplatten oder wichtigen Musikproduktionen angelegt. R-DAT konnte indexiert werden, was den Vorteil hatte, dass die einzelnen Segmente einzeln angesteuert und die Indexierung auch beim Überspielen auf CD-R-Kopien bei vielen Geräten übernommen werden konnte. Da R-DAT mit gewissen Filmkameras synchronisierbar war, sind Bestände auch in der Filmindustrie zu vermuten. Die kleine Grösse der mechanischen Komponenten, verbunden mit der miniaturisierten Aufzeichnung der verschiedenen Signale (Audiosignal, Steuersignale für das Abspielen, Indexsignale, Fehlerkorrektur etc.) wirkte sich nachteilig auf die Lebensdauer der Aufnahmegeräte aus. Diese waren so filigran, dass sich die Reparatur bei dejustierter Stellung der rotierenden Kopftrommel selten lohnte.

Empfehlungen:
Das Umkopieren von R-DAT-Kassetten ist aus den genannten Gründen angezeigt. Prioritäten in der zeitlichen Abwicklung der Kopierarbeiten könnten gesetzt werden, je nach Verfügbarkeit von Kopien oder analogen Originalen. Das Zurückkommen auf 78-T-Azetatplatten ist wegen der fortschreitenden Degradierung derselben und wegen den grossen damit verbundenen Kosten selten angebracht. Sind CD-R-Kopien ab R-DAT vorhanden, sollte wenn immer möglich von der R-DAT-Kassette ausgegangen werden (selection of best copy gemäss IASA).[2] Beim Transferieren des Audiosignals in Audiofiles sollte strikt darauf geachtet werden, dass die gleiche Abtastrate (Samplingfrequenz in Hertz) und Wortlänge (Auflösung in Bit) gewählt werden, wie die auf der R-DAT-Kassette verwendeten. Dies, um unnötige Verschlechterungen des Tonsignals durch Umrechnen zu verhindern. Liegen Aufzeichnungen im Longplay-Modus (32 kHz) vor, sollte für die Archivierung das Originalsignal in entsprechendem Modus (in diesem Fall 32 kHz) übernommen und abgelegt werden. Da aber die Verwendung in gewissen Fällen nicht einfach ist, wird – wenn nötig – ein «zweites» File mit entsprechendem Modus hergestellt. In diesem Fall ist auf hochwertiges Equipment zu achten, um hörbare Verschlechterungen des Tonsignals oder gar Artefakte zu vermeiden. Grundsätzlich ist das Übernehmen der auf den R-DAT-Kassetten gesetzten Tracks möglich und empfohlen. Je nach der verwendeten Aufnahmetechnik bzw. den eingesetzten Maschinen für die Wiedergabe ist aber die korrekte Ausgabe dieser Informationen nicht immer gegeben.[3] Für grössere Überspielprojekte von R-DAT-Beständen empfiehlt sich deshalb die sorgfältige Definition eines Pflichtenhefts und das Einholen von Offerten verschiedener Dienstleister sowie eine Qualitätskontrolle der Resultate.

Video 8

Grössere Bestände auf Video-8-Kassetten sind zwar eher selten, kommen aber ab und zu vor. Sie wurden zum Beispiel als günstiges Medium für den Mitschnitt ganzer Radiosendungen gebraucht und boten dafür relativ viel Platz. Die Video-8-Recorder hatten die Möglichkeit, anstelle der Videospur einer Video-8-Kassette sechs Stereo-Audiospuren aufzuzeichnen. Es handelt sich dabei um ein proprietäres, digitales Format von Sony. Die Maschinen waren eigentlich verbesserte Consumer-Produkte mit semiprofessionellen Bauteilen. Da die Abspielgeräte heute selbst auf dem Occasionsmarkt kaum mehr erhältlich sind, sind entsprechende Sammlungen stark durch Obsoleszenz gefährdet und müssen vordringlich umkopiert werden. Das Format war nur ganz wenige Jahre am Markt, und es gibt kaum noch verlässliche Dokumentationen darüber. Die Kassetten konnten mit Frequenzmodulation (s. Glossar) analog (Audio Frequenz Modulation / AFM), oder seit den späten 80er-Jahren digital mit 12 Bit/32,25 kHz PCM (s. Glossar) bespielt werden. Da die Maschinen aber teilweise keinen digitalen Ausgang hatten, obwohl sie digital aufzeichnen konnten, ist die Abnahme des originalen digitalen Tonsignals nur mit grossem Aufwand (Ersatzmaschinen oder Überbrückung) möglich. Es ist unter diesen Umständen schwierig, präzise Empfehlungen abzugeben.

Empfehlungen:
Wenn immer möglich sollte das digitale Signal direkt am Gerät unverändert abgenommen und im Archiv gespeichert werden. Daraus eine besser aufgelöste Kopie herzustellen, ist auch später noch möglich. Wenn die direkte Abnahme nicht möglich ist, weil keine entsprechenden Ausgänge am Gerät vorhanden sind, entfällt die Möglichkeit, das digitale Signal zu sichern. Es bleibt dann nur die Digitalisierung des analogen Signals. Für diesen Fall wird dringend empfohlen nicht den internen Analog/Digital-Konverter zu nutzen, sondern einen qualitativ hochstehenden externen Wandler und hochaufgelöste Files von mindestens 96 kHz/24 Bit herzustellen.

1 IASA-TC 03. Die Bewahrung von Schallaufnahmen. Ethische Aspekte, Prinzipien und Strategien, Version 3, Dezember 2005. Pressemitteilung zur Ankündigung von Sony: http://www.animenews-service.com/archives/nov30.htm (konsultiert: 24. 9. 2014)
2 s. IASA Task Force to establish Selection Criteria of Analogue and Digital Audio Contents for Transfer to Data Formats for Preservation Purposes (http://www.iasa-web.org/task-force)
3 s.a. IASA-TC 03 (http://www.iasa-web.org/tc03/ethics-principles-preservation-strategy)

VHS Hi-Fi und Beta Hi-Fi

Im Gegensatz zu den klassischen Videokassetten VHS und Betacam, bei denen die Tonspuren und das Bild separat aufgezeichnet werden, wird das Audiosignal hier «im» oder «unter» dem Videosignal frequenzmoduliert aufgezeichnet (s. Glossar). Das Videoformat bleibt unverändert, nur der Ton – der weiterhin analog ist – verändert sich. Dieses Format kam in den 1980er-Jahren auf, und die Tonqualität war für die damalige Zeit sehr hoch (20 Hz bis 20 kHz, 70 dB SNR). Das Format wurde beim Rundfunk und in der Industrie verwendet. Lesegeräte sind schwierig zu finden.

Empfehlungen:
Die Extraktion des Tons erfolgt analog über die rückwärtigen Anschlüsse des Videorecorders. Das Signal wird anschliessend mit Hilfe eines Wandlers digitalisiert.

Ripping (Auslesen von Audiodaten aus CDs und DVDs)

CD-Ripping

1982 brachten Philips und Sony die Compact Disc (CD) auf den Markt – ein Datenträger, der durch seine Beständigkeit, seine einfache Anwendung und seine Klarheit im Ton den Verkaufserfolg aller herkömmlichen Tonträger übertraf.
Audio-CD: Besteht aus einer Stereo-Tonspur im Format PCM (Pulse Code Modulation) mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Abtastrate von 44,1 kHz. Zu Beginn ermöglichte die Spezifikation eine maximale Spieldauer von 74 Minuten, d. h. eine maximale Kapazität von 650 MB. In der Folge ist man von dieser Spezifikation abgewichen und hat die Aufzeichnungsdichte von CDs erhöht, um eine Kapazität von etwa 700 MB (80 Minuten) zu erreichen.
CD-R: Hat dieselben technischen Eigenschaften wie eine Audio-CD, weist auf physikalischer Seite jedoch eine zusätzliche organische Farbstoffschicht auf. Sie ist somit sehr empfindlich und nicht sehr beständig. Die CD-R ist daher kein Datenträger, der sich gut zur Archivierung eignet.

Ein Mitarbeiter von Radio X bereitet Tonaufzeichnungen für die Übertragung in den Speicher vor. Auch Tondokumente auf digitalen Trägern wie MiniDisc oder DAT müssen vor dem Transfer in Files und vor dem Einspielen in Massenspeichersysteme kontrolliert und anhand eines Katalogs mit korrekten Nummern versehen werden. Foto: Rudolf Müller

Empfehlungen:
Die korrekte Extraktion der Audiodaten (Accurate Audio Extraction) kann mit Hilfe einer Datenbank[4] kontrolliert werden. Für Daten oder Discs, die in dieser Datenbank nicht aufgeführt sind, sollte die Datenintegrität wie bei DVDs überprüft werden (siehe Empfehlungen zu DVDs).

DVD-Ripping
Je nachdem, ob es sich um eine DVD-Video, DVD-Audio oder DVD-ROM handelt, kann eine DVD (Digital Versatile Disc) Audiodaten in unterschiedlicher Form enthalten.
DVD-Video: Kam 1997 auf den Markt. Folgende Kapazitäten sind möglich: 4,7 GB (eine Seite, eine Schicht – häufigster Datenträger), 8,5–8,7 GB (eine Seite, zwei Schichten), 9,4 GB (zwei Seiten, eine Schicht), 17,08 GB (zwei Seiten, zwei Schichten – sehr seltener Datenträger). Die Audiodaten sind in VOB-Dateien gespeichert (s. Glossar). Die gängigsten Formate sind AC3 (Multikanalformat von Dolby Laboratories), MP2 (älteres Audioformat VCD und SVCD – Stereo), PCM (Audioformat, das auch für DVD-Audio verwendet wird; lineares Format) und DTS (Digital Theater System; Multikanal-Audio).
DVD-Audio: Wenig verbreitet. AOB-Dateiformat (s. Glossar). Dieser Datenträgertyp ist nicht mit allen DVD-Playern kompatibel. Die Audiodaten werden auf dem Datenträger im Format PCM linear aufgezeichnet oder mit MLP (Meridian Lossless Packing) reduziert. Die maximale Datenrate beträgt 9,6 Mbit/s. Wenn die Kombination von Anzahl der Kanäle und Auflösung diesen Wert überschreitet, muss der Datenstrom reduziert werden. Im linearen Modus sind bis zu 96 kHz/16 Bit oder 48 kHz/24 Bits bei 5.1 und 192 kHz/24 Bit in Stereo möglich. Um 5.1-Spuren mit einer Abtastrate/Auflösung von 88,2 kHz/20 Bit, 88,2 kHz/24 Bit, 96 kHz/20 Bit oder 96 kHz/24 Bit zu speichern, ist eine MLP-Codierung erforderlich.
DVD-R: Auf einer DVD-R können Daten beliebigen Typs gespeichert werden. Alle Audioformate können auf diesen Datenträger in Form von Dateien geschrieben werden. Es sollten so schnell wie möglich Kopien der Daten angelegt werden, da die DVD-R – wie die CD-R – aufgrund ihrer Empfindlichkeit kein für eine Langzeitspeicherung geeigneter Datenträger ist.

Empfehlungen:
Bei DVD-Video- und DVD-Audio-Datenträgern kann das Auslesen von Audiodaten (wie bei Audio-CDs) mit spezieller Software erfolgen. Hier sollte eine möglichst *exakte Extraktion von Audiodaten* (Accurate Audio Extraction) durchgeführt werden, wie dies bei Audio-CDs möglich ist. Leider wurden für DVDs solche Techniken anscheinend nicht entwickelt. Für DVDs, die Daten enthalten, genügt lediglich die Kopie der Datei (mit Prüfung).

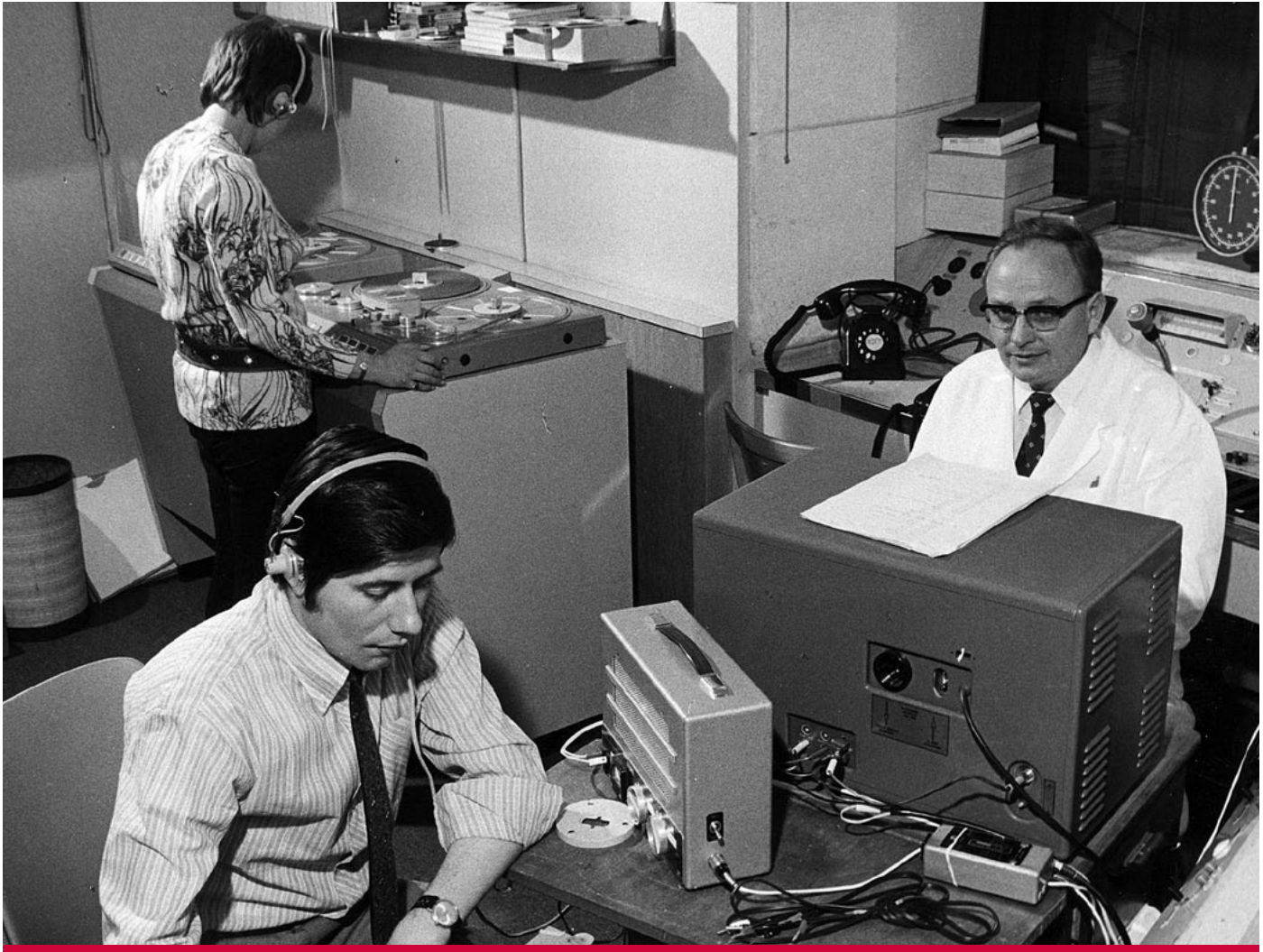
Vor und nach der Übertragung bzw. dem Kopieren ist darauf zu achten, dass die Datenintegrität garantiert ist. Die entsprechende Prüfung kann durch Berechnen der Prüfsumme MD5 (s. Glossar) für die Dateien mit anschliessendem Abgleich durchgeführt werden. Ausserdem wird die Erstellung eines Protokolls empfohlen, um die Aktionen und die Art ihrer Durchführung zurückverfolgen zu können.

Kopierschutz von CDs und DVDs

CD/DVD Copy Protection
Die Kopierschutzsysteme für kommerzielle CDs und DVDs verhindern die Extraktion der Audiodaten aus diesem Datenträgertyp. Allerdings lässt sich ein solcher Kopierschutz leicht umgehen. Zahlreiche Softwareprogramme, ob legal oder nicht, erlauben das Auslesen von Daten (sog. «Ripping») aus CDs und DVDs.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das Auslesen der Daten zu beschränken, beispielsweise CSS-Verschlüsselung, Macrovision oder Zonenbeschränkung.
Nachdem eine Kopie ohne Schutz erstellt wurde, kann wie bei einer CD oder DVD ohne Kopierschutz vorgegangen werden.

4 AccurateRip™ ist die einzige Technologie, um Audio-CD-Daten daraufhin zu überprüfen, ob sie 100% fehlerfrei extrahiert wurden.
Quelle: http://www.accurateripp.com/



Zugang

Die Dokumentation und Beschreibung von Tonträgern ermöglicht in erster Linie, Dokumente geordnet aufzubewahren und sie leicht wiederzufinden. Dank der detaillierten Beschreibung des Tonträgers und des Inhalts in einer Datenbank sind genaue und gezielte Abfragen möglich. Eine allgemeine Dokumentation über den Tonträger ist notwendig, häufig sogar unverzichtbar. Die Dokumente werden mit einem Kontext verknüpft, der dazu beiträgt, ihre Herkunft und Geschichte zu erklären. Der Nutzen der Kontextualisierung liegt vor allem für historische Tonträger und für Sammlungen auf der Hand, weil diese kleine Kapitel an Geschichte und Kultur vermitteln, die nur auf diesem Weg zu erschliessen sind. Die Kontextualisierung umfasst die Herkunft und die Geschichte der Sammlungen sowie Biografien, Fotografien und verschiedene Dokumente, die zum Verständnis der Chronik der Geschichte beitragen.
Die Dokumentation spielt eine besonders wichtige Rolle, wenn die Tonträger digitalisiert werden und die elektronische Kopie zwar den Inhalt speichert, aber die Bezugnahmen auf den Originalträger verliert.

‹ Reportage Apollo 11, Juli 1969. Hanspeter Strub, Tontechniker, Hans Rudolf Steiner, Chef technischer Unterhalt und Maja Schaub, Tonoperatrice Radio Studio Basel.
Foto: A. Gehrig, Basel

Dokumentation und Tondokumente

Tondokument

Die wachsende Bedeutung der audiovisuellen Dokumente als fester Bestandteil des Weltgedächtnisses führte zu Weiterentwicklungen der Archivierungstätigkeit, die die institutionellen Archivare überraschte. Die seit mehreren Jahrzehnten gesammelten praktischen Erfahrungen in der audiovisuellen Archivierung bieten heute eine Grundlage für die Kodifizierung dieser Tätigkeit.
Die audiovisuelle Archivierung – d. h. die Sammlung, Aufbewahrung, Verwaltung und das Zurverfügungstellen des audiovisuellen Erbes – hat an Bedeutung gewonnen und bildet heute einen eigenständigen Beruf. Da es sich um eine noch junge Tätigkeit handelt, entwickeln sich die Ressourcen und Kompetenzen fortwährend und schnell weiter.

Katalogisierungsregeln und -schemata

Im Laufe der-Jahre wurden bestimmte Katalogisierungsregeln ausgearbeitet, um Kataloge konsistent anzulegen und um den Informationsaustausch zu fördern (AACR2, ISBD, FIAF Cataloguing Rules for Film Archives, IAML International Cataloguing Code on Music usw.). Die Modelle sind allerdings durch ursprünglich für Bibliotheksmaterial konzipierte Strukturen geprägt, d. h. sie bilden eine mehr oder weniger angemessene Anpassung an diese Standards. Die Merkmale der Tondokumente werden «geopfert» bzw. in Schemata gedrängt, die ihre Besonderheit nicht zur Geltung bringen.
Tondokumente besitzen spezifische physische und bibliografische Eigenschaften: so ist insbesondere die Aufnahme durch den gespielten und für das Hören wiedergegebenen Ton gekennzeichnet. Ein Musikstück z. B. kann nicht unverzüglich genossen und gehört werden, ohne dass es umgesetzt wird. Die eigentliche Aufzeichnung besteht aus mehreren Schritten und Elementen: Musikwerk, Aufführung, Aufzeichnung, Wiedergabe in einem lesbaren Format und schliesslich Hören.
Ein wichtiger Schritt bei der theoretischen Beschreibung der komplexen Inhaltselemente betrifft das definierte Dokumentationsschema oder -konzept FRBR (Functional Requirements for Bibliographic Records). Dabei handelt es sich um eine Struktur, die auf dem Verhältnis zwischen dem Werk (= Musikkomposition), der Darbietung (=Aufführung), der Äusserung (= Formate) und dem Objekt beruht. Dies erleichtert die analytische Katalogisierung: Der Tonträger als Ganzes wird als Katalogisierungseinheit betrachtet und das aufgezeichnete Werk als unabhängige Einheit, die mit einem Tonträger mit verschiedenen Inhalten verbunden ist.
Wichtig ist auch der Vorschlag der IASA, die mit der Veröffentlichung «The IASA Cataloging Rules» versucht hat, die Regeln AACR2 und ISBE (NBM) durch die Erweiterung und Charakterisierung zu harmonisieren. Diese Arbeit zeugt von den kontinuierlichen Bemühungen zur Förderung des Austausches von Metadaten unter den gemeinsamen Plattformen sowie über Internet (z. B. MARC, Dublin Core und MPEG-7).

Katalogisierungselemente

Regeln

Die folgenden Angaben sollen bestimmte grundlegende und logische Prinzipien niederlegen, um offensichtliche Widersprüche in der Katalogisierung von Tonträgern zu vermeiden. Die Erfassung und die Form der Daten müssen den Regeln und Methoden der jeweiligen Institution, die von den Benutzerbedürfnissen abhängen, entsprechen. Es gelten die allgemeinen Grundsätze der Katalogisierung: ein Maximum an Informationen anbieten, damit der Benutzer unter Einsatz aller Möglichkeiten suchen kann.

Informationsquellen

Bei solchem Material fehlt häufig die primäre Informationsquelle. Die für die Beschreibung zweckdienlichen Informationen sind auf dem eigentlichen Tonträger, auf dem Label, dem Deckblatt oder der Hülle und gegebenenfalls in den Broschüren und Begleitdokumenten zu finden. Um ausreichend konsistente Daten zu erzielen, muss eine Präferenzreihenfolge aufgestellt werden.

Daten

Unverzichtbare Informationsgruppen:
a) Beschreibung des physischen Tonträgers und der Veröffentlichung
b) Inhalt der Aufzeichnung und deren technischer Realisierung
c) Beschreibung der Kopien
d) Identifizierung

a) Formale technische Angaben

Jeder Tonträgertyp kann beliebige Inhalte enthalten und weist daneben eine spezifische Leseeigenschaft auf, die aufgezeigt werden muss, um den Inhalt zu erschliessen. Für die Katalogisierung der Tonträger und Tondateien müssen deshalb die Art des Tonträgers oder der Tondatei sowie die physisch-technischen Merkmale (Typ/Format des Tonträgers, Anzahl Tonträger, Wiedergabegeschwindigkeit, Dimensionen, Aufzeichnungstechniken, Material usw.) und der physische Zustand definiert werden.
Die mit der Veröffentlichung des Trägers publizierten Daten spielen eine wichtige Rolle für die Identifizierung der Produktion: Label, Bestellnummer der Schallplattenfirma, Matrizen-Nr. (vor allem für historische Tonträger), Strichcode oder sonstige Identifizierungscodes, Publikationsdatum sowie Inhaber von Urheber- oder Wiedergaberechten.

b) Angaben zum Inhalt

Titel: Auf einem Tonträger sind bisweilen mehrere wichtige Titel zu finden: Allgemeiner Titel des gesamten Tonträgers, Serientitel, Titel eines Musikwerks, Titel einer Radiosendung, Titel einer gesprochenen Aufnahme eines literarischen Werks, Interviews, einer wissenschaftlichen Forschung usw. Weitere detaillierte Beschreibungen – z. B. Genre, Aufnahmesprache und besonders für gesprochene Dokumente die Zusammenfassung, Schlüsselbegriffe, zitierte

Namen, Orte und Daten sind für den Benutzer hilfreich, um sämtliche Dokumentenressourcen zu nutzen.
Beteiligte: Die Titel sind mit den jeweiligen Autoren (Komponist, Arrangeur, Songtexter, wissenschaftlicher Autor usw.) und mit den verschiedenen Kategorien der Beteiligten zu verbinden, die mit weiteren Details besser identifiziert werden (Interpret mit Instrument oder Stimme, Interviewter, Schauspieler mit Rolle, Informanten bei einer wissenschaftlichen Forschung usw.).
Aufnahme: Techniker, Bedingungen, Datum, Ort oder Raum, Umstände der Aufnahme: Alle diese Details müssen festgehalten werden, um das Tondokument im jeweiligen Kontext genauer zu positionieren.

Einige Metadatenmodelle

Dublin Core Metadata Standard:
Ein Satz von 15 Elementen (Titel, Verfasser oder Urheber, Thema und Stichwörter, etc.), mit Erweiterungsmöglichkeiten innerhalb eines Elementes (sog. Qualifiers) z. B. für Tonsammlungen und generell audiovisuelle Quellen. Dublin Core ermöglicht eine einfache Strukturierung von Metadaten und deren Austauschbarkeit. Ursprünglich gegründet zur Beschreibung von Internetressourcen, wird er immer mehr auch in Museen, Archiven oder Bibliotheken verwendet. Für die Beschreibung von spezifischen Ressourcen ist das Schema zwar oft zu generell bzw. erfordert eine Verfeinerung und Erweiterung der Datenbankfelder. Es wird aber empfohlen die 15 Elemente als Minimaldatensatz zu dokumentieren, unabhängig von der gewählten Datenbanklösung.
Dublin Core Übersicht: http://dublincore.org

MPEG-7 Multimedia Content Description Interface:
Ein internationaler Standard für die Beschreibung von Multimediadaten wie Bilder, Töne, Videos usw. Braucht XML zur Darstellung des Inhalts, unterstützt die Beschreibung auf Niveau Sequenz bzw. Shot und kann auch mit nicht auf Text basierten Metadaten umgehen (z. B. Synchronisation von Tonmodulation mit Text, Indexierung von Kamerabewegungen usw.).
MPEG-7 Übersicht: http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm

MARC
MARC steht für MAchine Readable Cataloguing. Dieses Katalogisierungsformat eignet sich für den computerbasierten Austausch bibliographischer Informationen zwischen Institutionen. Es existiert in verschiedenen Varianten seit 1969; die wichtigste ist MARC21. In MARC werden die einzelnen Kategorien von bibliografischen Informationen in Teilfelder aufgegliedert und sind aufgrund von Nummerncodes immer identifizierbar. MARC ist die Grundlage für die meisten heute benutzten Bibliothekskataloge.
http://www.loc.gov/marc/

c) Beschreibung der Kopien
Bisweilen ist die Übertragung des Inhalts auf einen anderen Träger zwecks Aufbewahrung oder Konsultation notwendig und praktisch. Allerdings besteht dabei die Gefahr, wesentliche Informations- oder Kontextelemente zu verlieren.
Bei jeder Übertragung, Aufbewahrung und Restaurierung müssen die Vorgänge und die getroffenen Entscheidungen dokumentiert werden, um die Integrität der Werke langfristig zu sichern. Aus dem gleichen Grund dürfen die Konservatoren die Originaltonträger und die Verpackung nach der Übertragung nicht entsorgen, weil es sich um wertvolle Quellen für den technischen, historischen und kulturellen Kontext handelt, die nicht auf einen neuen Träger transferiert werden können.

d) Identifizierung
Die Archivnummer, die ein Dokument eindeutig kennzeichnet, soll erlauben, den Tonträgertyp beim ersten Lesen zu erkennen. Zudem soll die Archivnummer für digitalisierte Kopien als Filenummer beibehalten und in einem Informatiksystem aufbewahrt werden.

Dazugehöriges Material
Die audiovisuellen Archive müssen neben den Beständen an Tondokumenten auch das «dazugehörige» oder «Begleitmaterial» umfassen: Dazu zählen alle Dokumente und anderweitig erstellten Beilagen, aus denen der Kontext der Tonaufzeichnung zu entnehmen ist. Dies verleiht den audiovisuellen Archiven die Doppeleigenschaft als Archive und als Museen.
Dabei kann es sich um unterschiedliches Material handeln, darunter die Geräte und technischen Instrumente, die zum Lesen der Tondokumente gebraucht werden (zeitgenössische oder moderne Geräte, Ersatzteile usw.) sowie die gesamte Dokumentation über die Geschichte der Tonträger, der Aufnahmetechnik oder der Plattenproduktion.
Zum tönenden Erbe gehören ausserdem sämtliche Begleitdokumente und Zusatzinformationen (Handschriften, Illustrationen, verschiedenste Zeugenberichte) im Zusammenhang mit allen aufbewahrten Beständen.
Als Kriterium für die Auswahl von Material gilt, dass es wegen des Bezugs zu besonderen Aufzeichnungen oder Persönlichkeiten, wegen des Phänomens der Tonaufzeichnung oder wegen der industriellen, künstlerischen und sozialen Bedeutung für die Welt der Tonaufnahme ausgewählt wurde.

Formate und Konsultationskopien

In Tonarchiven sollten immer eine Kopie des Originaldokuments für die Aufbewahrung sowie ein Exemplar für die Konsultation gelagert werden. Je nach Benutzungszweck ist die Qualität der Konsultationskopie mehr oder weniger gut. Für das Anhören von gesprochenen Dokumenten ist keine optimale Qualität erforderlich, sofern eben der Inhalt verständlich ist (z. B. für einen Forscher ist die Kern-

Archiv Radio Suisse Romande.
Foto: Yves Cirio, Lausanne

botschaft wichtiger als der Rest des Dokuments). In einigen Fällen ist allerdings eine qualitativ hochwertige Kopie unerlässlich. Die Qualität einer Musikaufnahme oder einer Interpretation kann nur beurteilt werden, wenn es sich um eine angemessen treue Wiedergabe handelt.
CD-R, die als Tonträger für die Konsultation und bisweilen auch für die Aufbewahrung gedient haben, müssen möglichst schnell in ein Dateiformat transferiert werden. CD-R werden leicht beschädigt und die auf CD-R-Träger kopierten Bestände sind zum Verschwinden verurteilt.
Heute findet der Zugriff auf Archive zunehmend über datenreduzierte Dateien statt. Es gibt dafür keine Tonträger im eigentlichen Sinne mehr; zur Konsultation dient ein vernetzter Computer. Hauptvorteile sind, dass mehrere Nutzer das gleiche Dokument gleichzeitig einsehen können. Ausserdem werden Probleme wie der Verlust oder die Beschädigung der Konsultationskopie vermieden. Ideal wäre ein Format, in welchem Marker gesetzt werden können, damit der Nutzer eine bestimmte Stelle in der Tonaufnahme ansteuern kann.
Ein weiteres Ziel ist das optimale Verhältnis zwischen Qualität und Dateigrösse für die Online-Konsultation (wegen der begrenzten Bandbreite).

Quellen: IASA-TC 03 (2006), IASA-TC 04 (2004), Calas/Fontaine (1996), Presto, Capturing Analog Sound (2006).

Damit Dateien wieder gefunden werden, müssen sie beschreibende Daten aufweisen, die sogenannten Metadaten. Nebst technischen Angaben zur Art der Aufnahme sind auch Informationen zur Entstehungsgeschichte der Tondokumente von zentraler Bedeutung. Foto: Schweizer Nationalphonothek, Lugano

Glossar

AIFF
Audio Interchange File Format. Siehe unter IFF.

AOB
AOB-Files sind MPEG-Streamingdateien (vergleichbar mit VOB-Files), die Audiodaten enthalten. Anders als VOB-Files enthalten sie keine Informationen für die Navigation, sondern nur den Audiostream. Quelle: http://dvd-audio.sourceforge.net/spec/aob.shtml

Artefakt
Künstlich entstandene, ursprünglich nicht vorhandene Geräusche, welche vor allem durch digitale Nachbearbeitung des originalen Tonsignals entstehen. Kaum messbar, können aber störender sein als das Phänomen, welches optimiert werden sollte.

Audiodatenkompression
Sammelbegriff für verschiedene Verfahren zur Reduktion der Datenmenge im Tonbereich. Es wird unterschieden zwischen Datenreduktion, welche verlustbehaftet ist und auch «lossy coding» genannt wird, und Datenkompression, welche mittels einem verlustfreien Algorithmus «lossless coding» arbeitet.

Azetat
Trägermaterial, aus dem bis in die 60er-Jahre Audiobänder hergestellt wurden. Umgangssprachliche Bezeichnung für den Kunststoff Zelluloseazetat, chemisch verwandt mit dem Zellulosediazetat.
Analog/Digital-Wandlungsvorgang, bei dem ein analoges Signal gemessen und quantisiert wird. Die gewonnenen Pegelwerte werden dann in Zahlen des Binärsystems umgewandelt. Siehe auch unter *lineares Audioformat.*

Analogaufzeichnung
Aufzeichnungsverfahren, bei dem kontinuierliche magnetische Tonsignale aufgezeichnet werden. Diese Signale entsprechen den unterschiedlichen Spannungssignalen, die vom aufnehmenden Mikrophon kommen und verstärkt werden.

Archivbedingungen
Lagerbedingungen, die speziell darauf ausgerichtet sind, die Lebensdauer eingelagerter Medien zu verlängern oder zu maximieren.
Das mit «Archivbedingungen» bezeichnete Raumklima zeichnet sich generell durch Temperaturen und Luftfeuchtigkeitswerte aus, die unter denen des Arbeitsarchivs liegen. Aus Sicherheitsgründen hat das Personal nur eingeschränkt Zugang zu unter Archivbedingungen eingelagerten Medien. Siehe auch Kasten «Klima im Archiv», Seite 26.

Bandspannung
Kraft, die beim Abspielen auf ein Band einwirkt. Die Bandspannung sollte regelmässig überprüft werden. Siehe auch Kapitel «Wartung von Aufnahme- und Wiedergabegeräten», Seite 26.

‹ DRS3 Musikredaktor Markus Kenner produziert die Abendsendung «Mezza Luna», Oktober 1996. Foto: Rudolf Müller

Bandtransport
Die mechanischen Elemente eines Tonbandgerätes, die das Band während des Abspielens an den Magnetköpfen vorbeiführen. Zum Bandtransport gehören die Bandführungselemente, der Capstan (engl. für Bandantriebswelle), die Bandrollen usw. Siehe auch Kapitel «Wartung von Aufnahme- und Wiedergabegeräten», Seite 26.

Bindemittel
Das Polymer, mit Hilfe dessen die Magnetpartikel zusammengehalten und auf das Trägermaterial «geklebt» werden. Bindemittel werden meist auf Polyester oder Polyurethanbasis hergestellt. Beim Zerfall von Tondokumenten sind Bindemittel oft die Auslöser.

Bindemittelzersetzung
Schadensbild, bei dem sich das Bindemittel auf einem Magnetband soweit zersetzt hat, dass sich während des Abspielens die Magnetschicht ablöst. Führt zu Signalverlust und kann Video- oder Audioköpfe verschmutzen. In der Fachsprache «Sticky Shed Syndrome» genannt. Siehe auch unter Bindemittel sowie Hydrolyse.

Bit
Kleinste Informationseinheit der Digitaltechnik. Mit einem Bit (Binary digit) kann man genau zwei verschiedene Zustände darstellen, nämlich «0» oder «1». Mit n Bits lassen sich genau 2^n verschiedene Zustände darstellen. So ergeben 8 Bits beispielsweise 2^8, also 256 verschiedene Zustände, nämlich alle Zahlen zwischen einschliesslich 00000000 (im Dezimalsystem 0) und 11111111 (im Dezimalsystem 255). Mit 8 Bits können die Pegelwerte eines Signals einzeln gemessen und jedem Pegelwert ein Wert zwischen 0 und 255 zugeteilt werden, wodurch sich 256 mögliche verschiedene Werte ergeben. Für die CD mit 16 Bits beispielsweise gelten also 2^{16} Bits = 65 536 mögliche Werte.

8 Bits = 1 Byte
1024 Bytes = 1 Kilobyte (kB)
1024 kB = 1 Megabyte (MB)
1024 MB = 1 Gigabyte (GB)
1024 GB = 1 Terabyte (TB)
1024 TB = 1 Petabyte

BWF
Das Broadcast Wave Format (BWF) wurde speziell für den Rundfunkbereich entwickelt, eignet sich aber auch gut als Archivformat. In der EBU (European Broadcasting Union) ging es Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts unter anderem darum, ein Format zu standardisieren, das den filebasierten Programmaustausch ermöglichen sollte. Dies unabhängig davon, ob die Audiofiles in der MAC/UNIX-Welt (AIFF-Format) oder in der PC-Welt (RIFF/WAVE bzw. .WAV) angewendet werden und auch unabhängig davon, ob es datenreduzierte oder lineare Files sind. Das BWF-Format kann neben dem Audiosignal auch strukturierte Metadaten enthalten, die mit einer Datenbank kommunizieren können. Das im BWF enthaltene Audiofile kann mit den meisten üblichen Playern auch dann gelesen werden, wenn die restlichen Metadaten nicht auslesbar sind. Insofern ist das BWF universell einsetzbar, enthält aber je nachdem für die Archivierung wichtige zusätzliche Begleitdaten. Der BWF-Standard ist inzwischen auch in der AES (Audio Engineering Society) und in der Industrie akzeptiert und hat den Charakter einer verbindlichen Norm.

CCIR
Comité Consultatif International des Radiocommunications. Internationaler, beratender Ausschuss für den Funkdienst, der sich mit Normungsfragen befasst. Seit Ende 1992 Teil der International Telecommunication Union (ITU). Unter anderem gebräuchlich im Zusammenhang mit der technischen Normierung des Tonbands.

Datenkompression
Siehe unter *Audiodatenkompression*.

Datenreduktion
Datenreduktion wird oft fälschlicherweise «Datenkompression» genannt. Es ist ein Verfahren, um die Menge der aufgezeichneten Daten klein zu halten. Eine Definition ist im Kapitel «Digitale Formate von Tonaufnahmen», Seite 17 zu finden. Eine weitere Definition bietet das Bundesamt für Kommunikation.

Deformation
Zu hohe oder zu niedrige Temperaturen können bei Tonträgern zu irreversiblen Schäden und Veränderungen führen. Dehnung wird durch Wärme, Zusammenziehen oder Kontraktion durch Kälte verursacht.

Digitale Aufzeichnung
Ein Aufzeichnungsverfahren, bei dem das Spannungssignal vom Mikrophon in binären Code umgewandelt wird. Beim Abspielen werden diese Codes von einem Digital-Analog-Wandler wieder in ein analoges Ausgangssignal umgewandelt.

Essigsyndrom
Engl. «Vinegar Syndrome». Durch Hydrolyse bedingte Zersetzung von Magnetbändern aus Zelluloseazetat. Dabei wird unter anderem Essigsäure freigesetzt, die für den typischen essigähnlichen Geruch verantwortlich ist. Hat das Essigsyndrom einmal eingesetzt, zerfällt das Band deutlich schneller, da die Hydrolyse des Zelluloseazetats durch die Essigsäure noch beschleunigt wird. Seltenes Problem bei Videobändern, häufiger bei Film und bei separaten Magnettonaufnahmen zu Filmen (Sepmagbänder). In Schweizer Tonarchiven wird das Phänomen seit Kurzem beobachtet (siehe auch Kapitel «Zustandsbestimmung», Seite 16).

Frequenzmodulation
Bei der Frequenzmodulation (FM) wird eine hochfrequente Schwingung als Träger für das zu übertragende Signal benutzt. Auf diese

Trägerschwingung kann ein niederfrequentes Signal (z. B. der Ton) aufmoduliert werden. Weitere Informationen: École Polytechnique de l'UNS – Polytech'Nice Sophia – Département d'Électronique.

Format
Darunter wird generell die technische Spezifikation eines Tonträgers verstanden. Beim Tonband ist dies z. B. die Anordnung von Spuren auf einem Magnetband inkl. Breite des Bandes, Abmessung von Spulen oder Kassetten und Abspielgeschwindigkeit. Zum Format gehören auch tontechnische Spezifikationen wie z. B. die Frequenz kurven-Entzerrung. Die Formate waren und sind von verschiedenen Organisationen normiert (z. B. NAB, CCIR, IEC, AES). Für die korrekte Wiedergabe des Tonsignals ist die Kenntnis des Formats von grosser Bedeutung.

Hydrolyse
Chemischer Prozess, bei dem chemische Verbindungen durch Reaktionen mit Wasser gespalten werden. Die Polyesterverbindungen in den aus Polymeren bestehenden Bindemitteln auf Magnetbändern sind für Hydrolyseprozesse anfällig und zerfallen dabei in Alkohole und saure Endgruppen. Hydrolyseprozesse können theoretisch rückgängig gemacht werden, indem die Alkohole und die sauren Endgruppen miteinander reagieren und dabei eine Polyesterverbindung mit Wasser als Nebenprodukt bilden. In der Praxis allerdings kann eine stark zerfallene Bindemittelschicht kaum in ihre ursprüngliche Form zurückgebracht werden, auch nicht, wenn das Magnetband unter extrem trockenen Bedingungen aufbewahrt wird. Siehe auch Kapitel «Materialien, Raumklima und Umgebungsgestaltung», Seite 21, sowie Kapitel «Umgang und Erhaltung am Beispiel ausgewählter Tonträger», Seite 22.

IFF
Das Interchange File Format (IFF) ist ein von der Firma Electronic Arts 1985 entwickeltes Dateiformat für den Datenaustausch zwischen Computersystemen. Es wird unterschieden zwischen AIFF (Audio Interchange File Format), welches in der Macintosh-Umgebung verwendet wird, und RIFF (Ressource Interchange File Format), welches 1991 von Microsoft und IBM adaptiert wurde, um die Kompatibilität mit den Intel-Prozessoren sicherzustellen. Die IFF-Dateien haben keine eigenen Erweiterungen, sind aber die Basis für Dateiformate wie AIFF, WAV und BWF (BWF). Die Spezifikation von AIFF wurde 1988 von Apple publiziert: www.harmony-central.com/ Computer/ Programming/aiff-file-format.doc

Kaskadierung
Kaskadierung ist oft verantwortlich für die Verschlechterung eines Tonsignals auf dem Weg vom ursprünglichen Schallereignis bis zum Ohr. Dies kann durch mehrfaches, hintereinander erfolgendes Abspeichern von Ton durch verlustbehaftete (datenreduzierte) Verfahren geschehen. Auch Verbreitungsketten (z. B. Radiosendungen), in welchen ein Signalstream zwischen Produktion und Ausstrahlung immer wieder durch Codierverfahren umgearbeitet wird, verschlechtern die Tonqualität. Siehe auch Kapitel «Digitale Formate von Tonaufnahmen», Seite 16, sowie unter *Datenreduktion*.

Kontraktion
Zusammenziehen des Bandes bei sehr niedriger Temperatur.

Lineares Audioformat
Das lineare Audioformat, auch PCM (Pulse Code Modulation) genannt, ist ein digitales Audioformat, das ohne spezielle, meist datenreduzierte Codierverfahren auskommt. Die kontinuierliche Sinuskurve des analogen Tonsignals wird periodisch (z. B. 48 000 ×/ Sekunde) abgetastet (Puls). Der Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler) ordnet dann jedem abgetasteten Amplitudenwert (Auslenkung der Sinuskurve) einen Zahlenwert (Code) zu, welcher in Bit (z. B. 24 Bits) angegeben wird und auch Wortlänge genannt wird. Das Verfahren wird PCM (Pulse-Code-Modulation) genannt. Es wurde 1948 von Claude Elwood Shannon theoretisch formuliert, aufbauend auf einer mathematischen Theorie von Harry Nyquist (1928). Es wird deshalb auch vom Nyquist-Shannon-Abtasttheorem gesprochen.

Lossless coding
Auch Lossless data compression genannt, ist eine verlustfreie Datenkomprimierung deren Algorhythmen es erlauben, das originale Signal integral wieder herzustellen. Die Reduktion der Datenmenge beruht primär auf der Verminderung redundanter Informationen.

Magnetpartikel
Die vom Bindemittel gehaltenen Partikel, aus denen die Magnetbeschichtung eines Magnetbandes besteht. Für handelsübliche Magnetbänder wurden beispielsweise Eisenoxyd, Chromdioxyd, Bariumferrit oder Reinmetallpartikel als Pigmente verwendet. Der Begriff «Pigment» wird hier analog zur Terminologie des Farben- und Lackbereichs gebraucht. Wie eine Farb- oder Lackschicht liegt die Magnetbeschichtung auf der Trägerfolie, wobei die Magnetpartikel den Farbpigmenten entsprechen. Siehe auch «Aufbewahrung der Magnetbänder», Seite 24.

Master
Auch Masterband oder Edit-Master, engl. für Schnittband. Die erste endgültige Schnittfassung einer Aufzeichnung. Für Archivzwecke kann das Masterband dem Original entsprechen. Im Zusammenhang mit der Digitalisierung von analogem Altmaterial kann Master auch die erste, unbearbeitete digitale Kopie bedeuten. Siehe auch Kapitel «Übertragung – Ethik und Grundsätze», Seite 30.

MD5
MD5 (Message-Digest algorithm 5) ist eine bekannte Kryptographie-Technik die mit 128-bit Prüfsummen arbeitet. MD5 ist weit verbreitet in Sicherheitsanwendungen und wird auch häufig gebraucht, um die Datenintegrität von Files zu überprüfen.
Quelle: http://www.accuhash.com/what-is-md5.html

Metadaten
Informationen, die zur Beschreibung, Identifizierung und Katalogisierung von Aufzeichnungen verwendet werden. Siehe auch «Einige Metadatenmodelle», Seite 38.

MP2
Die Abkürzung steht für MPEG-1 Audio Layer 2, ein Verfahren zur (verlustbehafteten) Datenreduktion. Es wurde im PC- und Internet-Bereich im Wesentlichen durch MP3 abgelöst, verbleibt aber als dominanter Standard für Produktion und Sendung im Radiobereich und als Teil der digitalen Rundfunk-Verbreitungs-Standards. Die Datenreduktion ist mit ca. 1:5 weniger stark als bei MP3. Im Rundfunk ist in den nächsten Jahren ein Umstieg auf lineare Formate wahrscheinlich. Teile der Vorproduktion (Hörspiel) geschehen bereits heute in hochauflösenden Audioformaten, während die Nachrichtenproduktion noch weitgehend auf MP2 aufbaut. Das Format ist skalierbar, kann die Daten also je nach Gebrauch verschieden stark reduzieren (variable Bitrate). Siehe auch unter *MPEG*.

MP3
MPEG-1 Audio Layer 3 (MP3) ist ein Dateiformat zur Datenreduktion und im Internet weit verbreitet. Entwickelt wurde das Format MP3 ab 1982 von einer Gruppe um Karlheinz Brandenburg am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) in Erlangen sowie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg in Zusammenarbeit mit AT&T Bell Labs und Thomson. 1992 wurde es als Teil des MPEG-1-Standards festgeschrieben. Es ist wie viele andere Kodierverfahren (Codecs) durch Patente geschützt. Auch MP3 hat eine variable Bitrate. Siehe auch unter *MPEG*.

MPEG
Die Moving Picture Experts Group (MPEG) ist eine Gruppe von Experten, die sich mit der Standardisierung von datenreduziertem Video und den dazugehörenden Bereichen, wie Audiodatenkompression oder Containerformaten, beschäftigt. Sie wurde 1988 im Zuge der Liberalisierung des Rundfunkwesens etabliert, als durch das aufkommende Satellitenfernsehen technische Lösungen zur Kostenreduktion gesucht wurden. Heute sind etwa 350 Experten aus 200 Firmen und Organisationen aus 20 verschiedenen Ländern vertreten. Die offizielle Bezeichnung für MPEG ist ISO/IEC JTC1/SC29/WG11.

Original
Im Archiv entweder der ursprünglich bei der Aufzeichnung verwendete Tonträger oder die älteste Generation der davon produzierten (bearbeiteten) Gebrauchsversion, wenn die Originalträger nicht mehr vorhanden sind. Siehe auch unter *Master*.

PCM
Pulse Code Modulation. Siehe unter *Lineares Audioformat*.

Raumklima
Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftqualität in einem Raum, wo diese Eigenschaften über eine Heizung, Klimaanlage oder Ähnliches steuerbar sind (z. B. in einem Büro oder einer Bibliothek). Siehe auch Kapitel «Materialien, Raumklima und Umgebungsgestaltung», Seite 21, und unter *Archiv*.

Relative Luftfeuchtigkeit (RF)
Masseinheit für das Verhältnis der absoluten Luftfeuchte zum maximal möglichen Wasserdampfgehalt der Luft, angegeben in Prozent. Siehe auch Kapitel «Materialien, Raumklima und Umgebungsgestaltung», Seite 21, und unter *Archiv*.

Restaurierung
Siehe Kapitel «Restaurierung», Seite 30.

RIFF Wave
Siehe unter *IFF*.

Spulenkern
Der Kern, auf den das Magnetband in einer Spule oder Kassette aufgewickelt wird.

Sticky Shed Syndrome
Siehe unter *Bindemittelzersetzung* sowie Kapitel «Zustandsbestimmung», Seite 16.

VOB
VOB (Video Object) ist ein Containerformat für DVD-Video-Medien. VOB kann digitales Video, digitales Audio, Untertitel, DVD-Menus und Verzeichnisse für die Navigation enthalten.

WAV
Siehe unter *IFF*.

Bibliografie

Standards

IASA-TC 03. Standards, Recommended Practices and Strategies. The Safeguarding of the Audio Heritage: Ethics, Principles and Preservation Strategy, Version 3, December 2005. Ed. by Dietrich Schüller, International Association of Sound and Audiovisual Archives, IASA Technical Committee. Printed in South Africa, 2006.

IASA-TC 04. Standards, Recommended Practices and Strategies. Guidelines on the Production and Preservation of Digital Objects. August 2004. Ed. by Kevin Bradley, International Association of Sound and Audiovisual Archives, IASA Technical Committee. Printed in South Africa, 2004.

IASA TC-05. Standards, Recommended Practices, and Strategies. Handling and Storage of Audio and Video Carriers. 2014. Ed. by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner, International Association of Sound and Audiovisual Archives, IASA Technical Committee. Printed in the UK, 2014.

Literatur

CALAS, Marie-France, FONTAINE, Jean-Marc: *La conservation des documents sonores.* CNRS Éditions, Paris, 1996.

BRADLEY, Kevin: *Risks Associated with the Use of Recordable CDs and DVDs as Reliable Storage Media in Archival Collections – Strategies and Alternatives.* Memory of the World Programme, Sub-Committee on Technology. National Library of Australia, Canberra, 2006.

BRADLEY et al: *Towards an Open Source Repository and Preservation System,* Paris, 2007.

BREEN, Majella, FLAM, Gila, et al: *Task Force to establish Selection Criteria of Analogue and Digital Audio Contents for Transfer to Data Formats for Preservation Purpose.* (Ed.) International Association of Sound and Audiovisual Archives, IASA Editorial Group, Printed in Hungary, 2003, 20 pp.

DEGGELLER, Kurt: «Fragen der Bewertung und Überlieferungsbildung im Bereich audiovisueller Medien». In: *Schweizerische Zeitschrift für Geschichte.* Vol. 51, 2001 (Sonderdruck).

LERSCH, Edgar: «Zum Stand der Überlieferungsbildung im Bereich audiovisueller Medien». In: *info 7* Nr.1, 2001.

HIELMCRONE, Harald v.: «Selection Criteria for Archiving Radio and Television Programmes – The Danish experience». In: *IASA-Journal* Nr. 20, Dezember 2002.

WATKINSON, John: *The Art of Digital Audio.* Second Edition, Oxford, 1994.Online-Publikationen

Online-Publikationen

Capturing Analog Sound for Digital Preservation: Report of a Roundtable Discussion of Best Practices for Transferring Analog Discs and Tapes, (Ed.) National Recording Preservation Board of the library of congress, Washington, D.C, March 2006. http://www.loc.gov/rr/record/nrpb/pub137.pdf

OCLC and CRL, Trustworthy Repositories. Audit & Certification: Criteria and Checklist, Chicago, IL, and Dublin, Ohio 2007. http://www.oclc.org/programs/ourwork/past/default.htm

Preserving Digital Information. Report of the Task Force on Archiving of Digital Information commissioned by The Commission of Preservation and Access and The Research Libraries Group, 1996. http://www.oclc.org/programs/ourwork/past/default.htm

Presto:
http://presto.joanneum.ac.at/projects.asp

Trusted Digital Repositories: Attributes and Responsabilities. An RLG-OCLC Report, Mountain View, CA, 2002. http://www.oclc.org/programs/ourwork/past/default.htm

MEMORIAV
Bümplizstrasse 192
CH-3018 Bern
www.memoriav.ch

Tel. +41 (0)31 380 10 80
Fax +41 (0)31 380 10 81
info@memoriav.ch