

Dietrich Schüller

Behandlung, Lagerung und Konservierung von Audio- und Videoträgern

Im "Schallarchiv", dem Vorläufer des "Audiovisuellen Archivs", erschien in der Nummer 13, April 1983, ein Aufsatz unter dem Titel "Behandlung, Lagerung und Konservierung von Schallträgern". Es handelte sich hierbei um eine aktualisierte und erweiterte Version einer Arbeit aus dem Jahr 1978, die unter dem Titel "Lagerung und Konservierung von Schallträgern" im "Schallarchiv" Nr. 3 erschienen war. Mittlerweile sind zehn Jahre vergangen, und die Situation der audiovisuellen Datenträger hat sich durch die Einführung neuer, auch digitaler Formate grundlegend geändert. Eine gründlich revidierte Neufassung war daher unumgänglich, wobei gleichzeitig auch die herkömmlichen opto-elektronischen Datenträger, also Videobänder und -kassetten sowie die Bildplatte mit einbezogen werden. Wo immer Passagen aus dem Jahr 1983 noch Gültigkeit haben, wurden sie in den neuen Text unverändert übernommen.

Einleitung:

Nicht zuletzt dank einer Erfahrung, die auf viele Jahrhunderte zurückblicken kann, sind die mit der Aufbewahrung von Schriftquellen verbundenen Sicherheits-, Lagerungs- und Konservierungsprobleme gut bekannte Größen. Man ist sich des zu ihrer Bemeisterung notwendigen qualitativen und quantitativen Aufwands bewußt, die Kosten sind kalkuliert und budgetiert. Sieht man von Weltkatastrophen ab, so wird auch bei Eintreten von Unglücks- und Kriegsfällen im bisher bekannten Ausmaß mit dem Verlust erheblicher Bestände des schriftlich fixierten Kultur- und Wissensgutes nicht zu rechnen sein.

Nicht ganz so günstig ist die Situation auf musealem Gebiet, also auf dem Gebiet der Sicherung von Kulturobjekten aller Art, ist doch die Szenerie durch die Vielfalt der Materialien und der auf sie einwirkenden Gefahren vielfältiger, komplexer, wesentlich teurer. Und wenn auch bestimmt von idealen Verhältnissen nicht gesprochen werden kann, so sind sich doch die verantwortlichen Stellen und ihre Geldgeber der

Konservierungsprobleme bewußt; man betreibt umfangreiche Forschungs-, bisweilen auch spektakuläre Rettungsprogramme, und eine qualifizierte Öffentlichkeit, die schließlich mit ihren Steuern die Mittel aufzubringen hat, ist positiv motiviert.

Auf dem Gebiet audiovisueller Datenträger hingegen fehlt ein solches Problembewußtsein weithin; lediglich die Verletzlichkeit der historischen Filmbestände hat beim durchschnittlichen kulturell Interessierten ein gewisses Maß an Bekanntheit erlangt. Es soll hier nicht über die sicher breite Palette der hiefür verantwortlichen Ursachen polemisiert werden. Einer der Hauptgründe ist aber sicher in dem Umstand zu suchen, daß die verantwortlichen Archivare als Fachleute auf Gebieten wie Geschichte, Musikwissenschaft und Linguistik von einer Problematik überfordert sind, die auf sehr komplexe physikalische und chemische Gegebenheiten zurückgeht, über die keine ausreichende zusammenfassende Literatur verfügbar ist.

Dieser Aufsatz hat nun keinesfalls die Ambition, die Lücke des fehlenden Handbuches auf diesem Gebiet zu schließen. Er beabsichtigt lediglich, die bisher vorliegenden Empfehlungen auf dem Gebiet der Behandlung, Lagerung und Konservierung von Schallträgern, Videobändern und Bildplatten - also aller gängigen audiovisuellen Datenträger mit Ausnahme des Films und der Photographie - zusammenzufassen. Er beruft sich hiebei im wesentlichen auf die Literatur auf diesem Gebiet, ergänzt durch persönliche Erfahrungen des Verfassers sowie auch durch solche, die im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit einen oral tradierten Standard bilden (1). Er ist weniger als "Do and Don't-Paper" angelegt, sondern legt bei der Vermittlung dieses Überblickes eher darauf Wert, die Gründe für die Empfehlungen zu beleuchten, wobei es sich oft erweisen wird, daß keine eindeutigen Ja/Nein-Antworten gegeben werden können. Hiebei wird angestrebt, eine für den technischen Laien verständliche Sprache zu sprechen, den Zugang zu der durch Mythenbildung oft verdeckten Problematik zu erleichtern und dadurch eine kritische Einstellung zu fördern. Der vorliegende Aufsatz enthebt die für audiovisuelle Sammlungen Verantwortlichen jedoch nicht des gründlichen Studiums sowohl der "Klassiker" wie auch der Spezialarbeiten auf diesem Gebiet. Aus praktischen Gründen beschränkt sich dieser Aufsatz auf die meistverbreiteten, eher rezenten Formate, wobei auf die vielfältigen Formate besonders im Magnetbandbereich nicht notwendigerweise einzeln eingegangen wird. Historische und exotische Formate wie Zylinder und Selbstschnittfolien bleiben hier unberücksichtigt.

ZUR STABILITÄT DER TRÄGER UND IHRER KOMPONENTEN

Unter Stabilität wird hier die mechanische, physikalische und chemische Integrität der verschiedenen Datenträger bzw. ihrer Eigenschaften unter "normalen" Bedingungen über längere Zeiträume hinweg verstanden, ohne daß zunächst besondere Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Erhöhung der Stabilitäten getroffen würden. Unter "normal" sollen hier klimatische bzw. Umweltbedingungen in gemäßigten Klimazonen der Erde verstanden werden.

Generell sei daran erinnert, daß audiovisuelle Datenträger - auch die digitalen, wie wir sehen werden - im Vergleich zu Schriftdokumenten ein ungleich höheres Maß an Integrität erfordern. Während ein Schimmelfleck in einem Buch oder eine eingerissene Seite im allgemeinen keinen wesentlichen Informationsverlust bedeutet, und selbst verlorene Buchstaben aus dem Zusammenhang zumeist richtig wieder ergänzt werden können, ist bei audiovisuellen Datenträgern die Redundanz geringer, und jedes Detail des Signals ist Information: Die verletzte Rille einer Schallplatte, ein gedehntes Magnetband, ein Kratzer auf einer CD - dies alles bedeutet Verzerrung bis hin zur Unspielbarkeit und damit dem Totalverlust der Information. Im allgemeinen sind hier moderne Formate wegen ihrer großen Datendichte vergleichbaren älteren gegenüber empfindlicher und damit auf größere Sorgfalt angewiesen.

Mechanische Träger: Schallplatten

Bei den uns hier interessierenden, in großen Mengen verbreiteten Schallplatten sind die Schellackplatten (bis Mitte der fünfziger Jahre) und die modernen Langspielplatten (ab ca. 1948) zu unterscheiden (2). Schellackplatten bestehen im wesentlichen aus verschiedenen Mineralstoffen, wobei als Bindemittel vornehmlich Schellack Verwendung findet [Lit.22,23,32]. Sieht man von einer Empfindlichkeit hoher Feuchtigkeit gegenüber ab, so sind Schellackplatten erstaunlich stabile Träger. Es gibt - vernünftige Lagerbedingungen vorausgesetzt - bis heute keine bekannten systematischen Schäden, die auf Alterung der Platten zurückzuführen wären. Daß sie sehr spröde sind und somit die einzig wirkliche Gefahr im Bruch durch mechanische Überforderung besteht, darf als allgemein bekannt vorausgesetzt werden.

Die Langspielplatten, auch Vinylplatten genannt, bestehen aus einem PVC/PVA-Copolymer [Lit.22,23,32]. Sie sind relativ temperaturempfindlich und erweichen bereits bei Temperaturen um 60°C. Obwohl PVC in letzter Zeit aus vielen Gründen als Kunststoff angefeindet wird, sind für PVC-Platten - die immerhin seit rund 50 Jahren existieren - ebenfalls keine systematischen Alterungsschäden bekannt.

Magnetische Träger

Als Trägermaterialien finden, in historischer Reihenfolge, Azetatzellulose, PVC und Polyester Verwendung. Azetatzellulose und PVC sind mittlerweile historisch geworden und wurden nur bei Tonbändern verwendet. Alle modernen Ton- sowie sämtliche Videobänder haben Polyesterträger.

Azetatzellulose hat eine etwas höhere Temperaturbeständigkeit als PVC, ihr Ausdehnungskoeffizient unter der Einwirkung von Wärme und Feuchtigkeit ist relativ hoch. Azetatzellulose ist gegenüber den anderen Basismaterialien spröde und bricht bei mechanischer Überbeanspruchung, was hinsichtlich der Erhaltung des Signals bei bespielten Bändern durchaus ein Vorteil ist, da ohne Signalverlust bzw. -verzerrung geklebt werden kann. Mit zunehmender Alterung verliert Azetatzellulose ihren Weichmacher, wodurch sich die Sprödigkeit drastisch erhöht und es überdies zu exzessiven mechanischen Verwerfungen durch die damit einhergehende Schrumpfung kommen kann [Lit.42].

Azetatzellulose unterliegt dem sogenannten "Vinegar-Syndrom", einem autokatalytischen Selbstzersetzungszustand, bei dem die namensgebende Essigsäure frei wird, die ihrerseits diesen Zersetzungszustand verstärkt. Das Trägermaterial wird zunächst weich und endet als Slime bzw. Pulver. Auslösend dürften sowohl Herstellungs- wie auch Lagerbedingungen sein [Lit.7]. Dieses Syndrom wurde mit katastrophalen Folgen bisher nur an Azetatzellulosefilmen, insbesondere in feuchtheißen Klimazonen, beobachtet. Es ist, wie man mittlerweile weiß, auch an Tonbändern zu beobachten, hat dort aber bisher nie zu Folgen geführt, die die Abspielbarkeit des Bandes beeinträchtigt hätten. Als Erklärung hierfür liegt der Umstand nahe, daß Filme stets größere Volumina einnehmen und es offenkundig einer bestimmten "kritischen Masse" bedarf, um den Prozeß in entsprechender Heftigkeit ablaufen zu lassen. Dies ist bei Tonbändern - zumindest bisher - nicht der Fall gewesen [Lit.37,42].

Das im Magnetbandbereich ebenfalls historische Trägermaterial PVC kennt - bisher, wie bei den Vinylplatten - keine systematischen Alterungsschäden. Es ist schmiegsamer und mechanisch stabiler als Azetatzellulose und auch Feuchtigkeitseinflüssen gegenüber wesentlich unempfindlicher. Sein großer Nachteil liegt - wie bei den Schallplatten - in der geringen Resistenz gegenüber erhöhten Temperaturen. Studien zur Langzeitstabilität von PVC in seiner spezifischen Verwendung als Basismaterial für audiovisuelle Datenträger stehen noch aus [Lit.42].

Polyester gilt als das stabilste Material und wird heute als Trägermaterial ausschließlich verwendet. Es ist weichmacherefrei und hat gegenüber anderen Materialien die größte Widerstandskraft gegen mechanische Beanspruchung sowie die geringste Empfindlichkeit gegenüber Wasser (Luftfeuchtigkeit). Sein Nachteil besteht darin, daß es sich bei zu großer mechanischer Beanspruchung vor einem allfälligen Bruch zunächst dehnt, wodurch Signale auf diesen Stellen verlorengehen. Obwohl

auch Polyester theoretisch einer Alterung durch Hydrolyse ausgesetzt ist [Lit.1], sind derartige Schäden in der Praxis bisher auch unter extremen Lagerbedingungen nicht aufgetreten.

Ein wesentlicher Bestandteil von Magnetbändern ist das Pigment, also das magnetisierbare Material. Sieht man von ganz frühen Bandtypen [Lit.30] ab, so war das erste, weit verbreitete Pigment $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Es wird praktisch exklusiv im Bereich der Spulenformate im analogen Audio verwendet, ferner für Compact Cassetten nach IEC I. Es ist außerdem das Pigment der 2-Zoll-Videobänder. Historisch gesehen das nächste Pigment ist das Chromdioxid (CrO_2) bzw. das ihm im wesentlichen gleichwertige kobalt-dotierte Eisenoxid (Chrom-Substitut). Im Audibereich findet es sich für Compact Cassetten nach IEC II sowie für Bänder für die digitalen DASH und PD Formatfamilien. Im Videobereich hat es die beherrschende Position und reicht von den 1-Zoll-Bändern über U-matic, die Konsumer Halb Zollformate hin zu D 1. Metallpulver-Bänder (MP) finden im Audibereich Verwendung für Compact Cassetten nach IEC IV und für R-Dat, im Videobereich für die anderen digitalen Formate jenseits D 1, für Betacam SP und M II sowie Video 8; manche Typen sind sogar für Video Hi8 verwendbar, für das normalerweise, wegen der extrem kurzen Wellenlängen und der daraus folgenden Forderung nach höchster Oberflächenglattheit, nur im Hochvakuum aufgedampfte Metallschichten (ME - metal evaporated) in Frage kommen.

Während die verschiedenen Oxide in ihrer chemischen Stabilität bisher nicht in Zweifel gezogen wurden, ist wiederholt Skepsis geäußert worden in bezug auf die Stabilität der MP- bzw. der ME-Bänder. Tatsächlich traten in der Frühzeit der Verwendung dieser magnetischen Pigmente Korrosionserscheinungen auf, die aber offenkundig mittlerweile beherrscht werden. Verschiedene Publikationen von Erzeugerfirmen [Lit.19,45] weisen auf diesen Umstand besonders hin und machen auch optimistische Versprechungen in Bezug auf die Langlebigkeit von Reineisenbändern. Firmenunabhängige Forschungen hiezu sollten wesentlich intensiviert werden (vergleiche auch Anmerkung (9)).

Die magnetische Stabilität der Pigmente war in der Geschichte der magnetischen Aufzeichnung stets Gegenstand skeptischer Spekulationen. Tatsächlich tritt bei allen Pigmenten ein meßtechnisch gerade erfaßbarer Pegelverlust durch Magnetostriktion, also die mechanische Beanspruchung von Magnetbändern insbesondere bei kurzen Wellenlängen auf, der sich aber nach wenigen Abspielungen stabilisiert. Gravierendere Instabilitäten früher kobalt-dotierter Eisenoxidpigmente sind bekannt [Lit.25,31], moderne kobalt-dotierte Bänder erweisen sich mittlerweile - jedenfalls über den Beobachtungszeitraum der letzten 15 Jahre hinweg - als stabil. Darüber hinaus sind magnetische Instabilitäten - sofern keine exzessiven thermischen, mechanischen und magnetischen Einflüsse einwirken - in der bisherigen Geschichte der Magnetaufzeichnung, die im Bandbereich bald 60 Jahre währt, in signifikanter Weise nicht manifest geworden. Historischen Bändern mit ihren teilweise sehr gering-

koerzitiven Pigmenten wird man - auch aus anderen Gründen - allerdings mit Vorsicht zu begegnen haben.

In diesem Zusammenhang ist der Curie-Punkt zu beachten, also jene Temperatur, deren Überschreitung zur magnetischen Desorientierung und damit zum Verlust der Aufzeichnung führt. Bei Chromdioxid beträgt diese Temperatur lediglich rund 120°C, bei Eisenoxid über 300°C.

Die kritischste Komponente von Magnetbändern ist das Bindemittel, mit dem das Oxid- bzw. das Metallpulver in sich und an das Trägermaterial gebunden wird. In diesem Bereich treten auch die größten bisherigen Schwierigkeiten im Umgang mit Magnetbändern auf. Gut erforscht ist das neben anderen Materialien als Oxidbindemittel gerne verwendete Polyurethan, seit an ihm in den späteren siebziger Jahren Fälle von Hydrolyse aufgetreten waren [Lit.4,6,17,43]. Die durch Luftfeuchtigkeit verursachte Hydrolyse führt zu einem Brechen der langen Polymerketten, wodurch deren Bindemittleigenschaften erheblich geschwächt werden. Diese Reaktion läuft umso stärker ab, je saurer die Umgebung ist; überdies werden durch die Hydrolyse Säuren frei, die den Prozeß autokatalytisch beschleunigen. Säurespuren können auslösende Wirkung haben, ebenso Luftverschmutzungen wie Schwefeldioxid oder NO_x [Lit.43]. Als Folge tritt in feuchter Umgebung ein Abschmieren, im getrockneten Zustand ein Abstauben der Schicht ein, was nach mehr oder minder kurzer Zeit zu einem Zuschmieren der Köpfe und zu einer Behinderung der Aufnahme, bzw. der Wiedergabe bereits aufgenommener Signale führt. Bei Tonaufnahmen macht sich das zunächst durch einen Pegelverlust, insbesondere bei den hohen Frequenzen, bei Videosignalen durch erhöhtes Farbrauschen bemerkbar; in gravierenden Fällen kann es zu einem völligen Zusammenbruch der Wiedergabe führen. Bei digitalen Aufzeichnungen führt stärkerer Abrieb zu exzessiven Fehlerraten und in der Folge zu einer Stummschaltung (muting).

Der Prozeß ist jedoch - in nicht zu fortgeschrittenem Stadium - bis zu einem gewissen Grad reversibel, d.h. durch sorgfältiges, vorsichtiges Austrocknen der Bänder und nachfolgende mechanische Reinigung mit einem Vlies kann in aller Regel eine einwandfreie Abspielung erreicht werden. Über die Temperaturen, die dabei verwendet werden sollen, herrscht Uneinigkeit. Insbesondere wird davor gewarnt, Videobänder auf Temperaturen zwischen 50 und 60°C zu erhitzen, wie dies für Audiobänder bisweilen empfohlen wird. Es könnten bei Videobändern durch diese Temperaturen mechanische Veränderungen ausgelöst werden, die die Abspielbarkeit des Videosignals beeinflussen würden. Nur in wenigen Fällen kommt es zu einem exzessiven Schichtverlust - bei Trockenheit kann das zum Ablösen größerer Schichtflächen führen - sodaß substantielle Aufzeichnungsteile unwiederbringlich verlorengehen.

Um die mechanischen Gleiteigenschaften zu verbessern enthalten Magnetbänder, insbesondere Videobänder, Gleitmittel. Bei längerer Lagerung bei niederen Temperaturen (unter 5°C), aber auch durch andere bisher nicht immer eindeutig

geklärte Faktoren kann es zu einem Gleitmittelaustritt kommen, wobei das Gleitmittel in Form einer weißlichen Schicht an der Oberfläche der Bänder in Erscheinung tritt. Beim Abspielen lagert sich dieses Gleitmittel an Bandführungsteilen und den Wiedergabeköpfen ab, sodaß es in der Folge zu denselben Erscheinungen kommt, wie beim Abschmieren der Oxidschicht als Folge der Hydrolyse des Oxidbindemittels. Zur Kurierung dieses Schadens empfehlen die Bandhersteller, ähnlich wie im Hydrolysefall, eine vorsichtige Erwärmung der Bänder, verbunden mit einer entsprechenden mechanischen Reinigung (3). Wenn auch diese Prozedur nicht unaufwendig ist, so kann doch das aufgezeichnete Signal in aller Regel wieder gelesen werden.

Hydrolyse und Gleitmittelaustritt führen bisweilen neben Kopfverschmutzungen zu Adhäsionserscheinungen zwischen den Bandlagen (man könnte auch von einem eher leichten Verkleben sprechen), die sich beim Abspielen durch das Geräusch der Trennung ("Zupfen") der Bandschicht vom Wickel akustisch bemerkbar machen. Bisweilen tritt auch in Abhängigkeit von der jeweiligen Adhäsion an den Köpfen ein Quietschen (squeeling) auf, wobei es bei Videobändern bis zum Blockieren der Kopftrommel kommen kann. Diese Phänomene führten zur Bezeichnung "Sticky Tape Syndrome", das aber, wie beschrieben, auf zwei verschiedene Ursachen zurückzuführen ist.

Wenn immer derartige Schäden auftreten, wird dringend empfohlen, zunächst mit den Herstellern der betroffenen Produkte Kontakt aufzunehmen, um von allfälligen direkt an gleichgelagerten Fällen erprobten Methoden profitieren zu können.

Eine profunde Darstellung der verschiedenen im Magnetbandbereich verwendeten Oxidbindemittel, auch im historischen Überblick, sowie eine Untersuchung ihrer chemischen und mechanischen Eigenschaften wäre ein vordringliches Anliegen der konservierenden Kunststoffforschung.

Optische Träger: Compact Disc und Bildplatte (Laser Vision Disc)

Die bereits weit verbreitete Compact Disc und ihre "Mutter", die von Philips entwickelte Laser Vision Disc bestehen in ihrem Grundkörper aus Polycarbonat, einem glasklaren und relativ widerstandsfähigen Polymer. Auf einer der Grundkörperoberflächen, bei der Compact Disc auf der oberen, bei der zweiseitigen Bildplatte auf den jeweils inneren, sind in spiralförmiger Anordnung die sogenannten Pits, die bei der Compact Disc die digitale Ton-, bei der Bildplatte die analoge Videoinformation tragen, eingepreßt. Darüber befindet sich eine reflektierende Schicht, bei CDs zumeist aus Aluminium, überzogen von einem Schutzlack, der im Falle der Compact Disc den Labelaufdruck enthält. Während die CD nur einseitig ausgeführt ist, werden bei der Bildplatte zwei solcher Platten zusammengeklebt, sodaß ihre Spielflächen (bei der CD die Unterseite) jeweils nach außen schauen.

Aus der Frühzeit der jeweiligen Systeme sind eine Reihe von Instabilitäten bekannt: So wurde von einer Vertrübung durch Spannungsriß-Bildung (crazing) des Polycarbonatkörpers berichtet, wodurch der Laserstrahl dispergiert wurde und sein Ziel nicht mehr erreicht konnte, was zum Zusammenbruch der Ablesung führte. Eine weitere Instabilität bestand in Delaminationserscheinungen, die natürlich ebenfalls zur Unspielbarkeit führten. Schließlich wurde über Oxidationen an der reflektierenden Schicht berichtet, zumeist als Folge von ausblutenden Farben des Labelaufdrucks bei den CDs, die den Schutzlack durchdrangen und einen solchen Effekt auslösten; auch diese Schäden führen im allgemeinen zur Unspielbarkeit.

Mit zunehmender Verbreitung und Marktdurchdringung treten diese Instabilitäten immer seltener auf, sodaß mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß es sich hierbei um überwundene Probleme der Anfangszeit handelt. Mittlerweile werden die Lebenserwartungsprognosen dieser optischen Träger - bei ihrer Einführung optimistisch hoch eingeschätzt, bei Auftreten der ersten Fehler sofort mit größter Skepsis beurteilt - wieder nach oben hin korrigiert. Trotzdem bleibt die Verletzlichkeit des Schutzlackes weiterhin zu bedenken, weshalb das direkte Beschreiben mit permanenten Filzschreibern bzw. das Verwenden von Klebeetiketten wegen der Gefahr der Durchdringung des Schutzlackes durch die darin enthaltenen Lösungsmittel und wegen der Gefahr der Verletzung der reflektierenden Schicht unbedingt zu unterlassen ist.

Auf die magneto-optischen Platten, die derzeit als Mini-Disc (MD) auf den Markt kommen, als Computerperipherie in vielfältigsten Produkten aber schon länger existieren, und die in Zukunft durchaus eine wichtigere Rolle bei der Speicherung audiovisueller Daten spielen könnten, wird hier wegen der fehlenden Erfahrungen im Bereich der Archivwelt noch nicht eingegangen. Es darf aber erwähnt werden, daß für verschiedene dieser Produkte firmenseitig "Archivqualitäten" reklamiert und Versprechungen von Lebenszeiten in der Größenordnung von ein bis zwei Jahrzehnten gemacht wurden, während noch vor kurzer Zeit zum Thema Lebenserwartung nichts gesagt wurden.

Ganz allgemein läßt sich die Aussage treffen, daß am Beginn neuer Technologien fast immer Stabilitätsprobleme auftreten, die nach einiger Zeit jedoch beherrscht wurden. Es ist daher weise, sich erst nach einiger Zeit des Zuwartens und des Austestens, besonders in feucht-heißen Klimazonen, im Archivbereich einer neuen Technologie zu überantworten.

Zusammenfassend läßt sich zum Thema "Stabilität" feststellen, daß man zunächst von keinem der Polymere eine Stabilität erwarten darf, die geschichtliche Epochen, also mehrere Jahrhunderte, überdauern würde, wie wir das von den bisherigen Schriftquellen im wesentlichen doch gewohnt sind, abgesehen davon, daß der Grad der Integrität, die man von audiovisuellen Datenträgern fordern muß, wesentlich größer ist, als dies für Schriftdokumente der Fall sein muß. Die Schwierigkeit der Abschätzung der (Rest-)Lebenszeit besteht darin, daß schon für die einzelnen Komponenten, aus

denen die meist zusammengesetzten Datenträger bestehen, eine absolute Lebenszeit mit hinreichender Genauigkeit nicht gegeben werden kann (4). Dies gilt umso mehr für den Verbund dieser Materialien, deren Interaktionen im Detail oft schwer abschätzbar sind, wozu noch die großteils unbekanntes Umwelteinflüsse durch Luftverschmutzung etc. hinzutreten. Wir befinden uns allgemein in einer Situation, in der die Hersteller notorisch optimistisch, die wenigen in der Archivwelt mit entsprechenden Forschungen beschäftigten Wissenschaftler notorisch pessimistisch sind. Es sind daher gezielte Forschungen zur Feststellung der Lebenszeiten der verschiedenen Datenträger auf einer breiten wissenschaftlichen Basis das größte Desideratum auf dem Gebiet der Konservierung audiovisueller Datenträger (5).

ABNÜTZUNG DURCH ABSPIELUNG:

Nach der Behandlung der inhärenten Stabilitätsfragen ist es, bevor auf die Behandlungs- und Lagerungsfragen selbst eingegangen wird, notwendig, sich über die Abnutzung der Datenträger, das heißt die Veränderung (Verzerrung) der aufgezeichneten Signale bzw. den Verlust von Daten durch die bloße Benützung Rechenschaft zu geben, weil die Resistenz der Datenträger ihrer bloßen Benützung gegenüber einen wesentlichen Faktor beim Entwurf einer Sicherungsstrategie neben Lagerungs- und Konservierungsbedingungen bildet. Diese Resistenz gegenüber der Abnutzung ist - wie wir sehen werden - bei den verschiedenen Datenträgern äußerst unterschiedlich.

Mechanische Träger: Schallplatten

Sie unterliegen, sehen wir von fahrlässigen Beschädigungen einmal ab, einer ständigen Abnutzung, bedingt durch den Reibungskontakt zwischen Rille als Informationsträger und der Abtastnadel als dem von der Rille ausgelenkten Übertragerteil. Diese Abnutzung bedingt eine Deformierung der Rille und damit eine Verzerrung des ursprünglichen gespeicherten Signals. Die Frage nun, wie oft eine Platte ohne nennenswerten Qualitätsverlust abgespielt werden kann, wird äußerst unterschiedlich beurteilt. Persönliche Meinungen von Archivtechnikern reichen von "zehn bis dreißig" bis zu "einigen hundert" Malen. Modellversuche, diese Abnutzung und den damit einhergehenden Verlust des Originalsignals zu quantifizieren, haben eher nur theoretische Bedeutung, weil eine Fülle von Faktoren eingeht, die in der Praxis schwer kontrolliert werden kann.

In grober Vereinfachung handelt es sich hiebei um folgende Faktoren:

Material der Platten

Aufgezeichnetes Signal (hohe Frequenzen und hohe Aussteuerungen unterliegen größerer Abnutzung)

Form und Zustand der Abtastnadel (kleinere Auflageflächen bedingen bei gleichen Auflagekräften höhere Auflagedrücke und somit größere Abnutzung, deformierte Nadeln können die Aufzeichnungen schon bei einmaligem Abtasten schwer beschädigen)

Auflagekraft des Nadel (fälschlich "Auflagedruck")

Justage der Nadel

Nadelnachgiebigkeit (Compliance)

Resonanzen des Abtastsystems

Resonanzen des Tonarms

Es bedarf nun schon einigen Aufwandes und strikter Disziplin, zur Minimierung störender Einflüsse wenigstens die Nadeljustage, den Nadelzustand und die Auflagekraft regelmäßig zu kontrollieren und vor allem bei Verdacht, etwa nach Fallenlassen des Tonarms, diese Kontrolle sofort durchzuführen. Darüber hinaus kann lediglich die Reibung durch Naßabtasten vermindert werden. Da die Abastflüssigkeiten aber zumeist Alkohol enthalten, sollen sie nur auf PVC-Platten (Langspielplatten) verwendet werden (6). Trotz dieser Vorsichtsmaßnahmen verbleibt auf Grund der übrigen nur schwer oder gar nicht zu beeinflussenden Faktoren, ganz abgesehen von der stetigen Gefahr der Beschädigung durch Unachtsamkeit, ein so erhebliches Sicherheitsrisiko, daß das bloße Aufbewahren einer Schallplatte und deren mehrmaliges Abspielen im Falle des Gebrauches nicht als gesicherte Archivierung angesprochen werden kann.

Magnetische Träger: Ton- und Videobänder (-kassetten).

Bei den magnetischen Trägern ist die Beeinflussung eines bespielten Bandes durch das bloße Abspielen zwar wesentlich geringer als bei den mechanischen, trotzdem werden die Gefahren, die damit verbunden sind, meist unterschätzt.

Kernpunkt ist zunächst die Frage, inwiefern die magnetische Aufzeichnung selbst durch (wiederholtes) Abspielen leidet. Es ist gewiß richtig, daß theoretisch durch die mechanische Beanspruchung eine entmagnetisierende Wirkung auf den magnetischen Datenträger ausgeübt wird (Magnetostriktion), jedoch bewegt sich die Größenordnung dieses Effekts bei magnetischen Aufzeichnungsmedien, die dem Standard entsprechen, in einer so geringen Größenordnung, daß sie auch bei vielmaligem Abspielen vernachlässigbar ist. Eine gewisse Ausnahme bilden hier nur historische, kobalt-dotierte Bänder, die besonders im kurzwelligen Bereich mit steigenden Abspielungen einer Pegelverminderung ausgesetzt waren [Lit.25,31]. Diese Probleme treten aber bei den modernen kobalt-dotierten Bändern, wie sie im Audio- und Videobereich

verwendet werden, längst nicht mehr auf. Vorsicht ist allenfalls bei sehr frühen Bändern angebracht, die sehr niedrig-koerzitive und damit magnetisch weniger stabile Oxide verwendet haben (7).

So kann man sicher von Aufzeichnungen auf analogem Studiotonband, die mit entsprechenden professionellen Geschwindigkeiten gemacht werden, behaupten, daß sie viele hundert Male ohne meßbaren Qualitätsverlust abgespielt werden können. Mit der zunehmenden Datendichte und der mit ihr zumeist einhergehenden geringeren mechanischen Stärke der verwendeten Bänder sowie größerer mechanischer Beanspruchung (Reibung) (8), wie dies bei Formaten mit rotierenden Köpfen der Fall ist, sinkt diese Prognose, jedoch nicht aus einer inhärenten Instabilität der magnetischen Aufzeichnung selbst, sondern wegen des steigenden Risikos der mechanischen Verletzung der Bänder, des Bandabriebes bzw. der zunehmenden Verschmutzung und den sich daraus ergebenden drop-outs bzw. Lesefehlern, insbesondere bei Kassettenformaten und hier wieder besonders bei den digitalen. So ist etwa für das extrem datendichte R-Dat-Format ein meßbarer Anstieg der Fehlerraten mit steigender Zahl von Abspielungen nachweisbar (9).

Ferner sind an Archivbändern sämtliche Suchläufe zu unterlassen, bei denen im schnellen Vor- oder Rücklauf Kontakt zwischen dem Band und dem Kopf bzw. der Kopftrommel besteht. Diese Betriebszustände führen zu wesentlich erhöhten Reibungswerten und damit zu einem erhöhten Abrieb der Bandoberfläche. Bei den Videoformaten ist zusätzlich der Standbildmodus zu vermeiden, weil dadurch einzelne Stellen gegenüber anderen unnötig abgenützt werden. Sollten sich derartige Anforderungen zwangsläufig ergeben, so wäre jeweils vorher von den Archivkopien eine Arbeitskopie herzustellen.

Voraussetzung für eine Integrität der Daten und eine mechanische Schonung der Datenträger ist die ordnungsgemäße mechanische Funktion der Abspielgeräte, die perfekte Justage und der einwandfreie, saubere Oberflächenzustand aller bandführenden, bzw. bandberührenden Teile. Diese Forderungen sind umso strikter einzuhalten, je größer die Datendichte des jeweiligen Formates ist.

Insbesondere für den analogen Audiobereich ist auch die regelmäßige Entmagnetisierung der bandführenden Teile wesentlich, weil durch Aufbau von magnetischen Gleichfeldern das Grundrauschen erhöht, eine nichtlineare Verzerrung eingeführt und in Extremfällen eine Anlöschung der Aufzeichnung zustandekommen kann. Als Sicherheitsmaßnahme ist zusätzlich das Werkzeug zu entmagnetisieren, mit dem Aufzeichnungs- und Wiedergabegeräte gewartet werden.

Eine wesentliche Gefahr für alle Kassettenformate besteht in der oberflächlichen Beschädigung des Bandes durch den Lademechanismus, der die Drop-out-Rate bei oftmaligem Ein- und Ausfädeln an derselben Stelle ganz entscheidend erhöht. Es ist daher ganz wichtig, Kassetten nur an ihren Enden ein- bzw. auszufädeln und zu vermeiden, daß diese Enden ein Nutzsignal tragen.

Trotz aller dieser Maßnahmen wird stets ein erhebliches Restrisiko bei der Abspielung bespielter Magnetdatenträger bestehen bleiben, das bei Kassettenformaten größer ist als bei Spulenformaten und bei datendichteren Formaten gegenüber weniger dichten ebenfalls steigt. Speziell bei Kassettengeräten kann die ernsthafte Beschädigung eines bespielten Bandes durch einen defekten Lademechanismus nie ausgeschlossen werden. Darüber hinaus kann es natürlich stets auch zu einer unabsichtlichen Löschung kommen.

Aus all diesen Gründen kann die Aufbewahrung nur eines einzigen Originals nicht als archivalische Sicherung verstanden werden, sondern es müssen mindestens ein bis zwei weitere, möglichst gleichwertige Träger als Sicherheitskopien stets vorhanden sein (s.u.).

Optische Träger

Bei den optischen Formaten ist die Abnutzung durch den Abspielungsprozeß selbst praktisch mit Null anzusetzen. Trotzdem bleibt auch hier wegen der - wie wir später sehen werden - hohen Verletzlichkeit der Leseseiten-Oberfläche ein erhebliches Restrisiko durch die Benützung, dem nur mit äußerster Disziplin begegnet werden kann. Verantwortungsvolle Archive werden sich auch im Falle von optischen Trägern niemals nur mit einem Exemplar begnügen.

UMWELTFAKTOREN, BEHANDLUNGS- UND LAGERUNGSBEDINGUNGEN

Temperatur und Luftfeuchtigkeit:

Luftfeuchtigkeit ist die Ursache für hydrolytische Prozesse, unter denen die Kunststoffmaterialien, mit denen wir es im audiovisuellen Datenbereich zu tun haben, alle mehr oder minder leiden, wobei höhere Luftfeuchtigkeiten einen entsprechend höheren negativen Einfluß haben.

Die Umgebungstemperatur ist konstitutiv für jeden chemischen Prozeß, wobei erhöhte Temperaturen eine Beschleunigung der Prozesse verursachen. Als grober Richtwert kann für bestimmte Systeme angegeben werden, daß chemische Prozesse bei einer Erhöhung der Temperatur um 10°C mit doppelter Geschwindigkeit ablaufen. Aus dieser Beziehung wird klar, daß sich der Alterungsprozeß audiovisueller Datenträger umso rascher vollzieht, je höher Temperatur und/oder Luftfeuchtigkeit sind. Dies ist

auch der Grund, warum in feuchtheißen Klimazonen Instabilitäten viel früher bzw. häufiger auftreten als in den gemäßigten Klimazonen.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind miteinander verknüpft. Ein vorgegebenes Volumen Luft kann umso mehr Wasserdampf aufnehmen, je höher die Temperatur ist. Sinkt umgekehrt die Lufttemperatur, so steigt in einem abgeschlossenen System zunächst die relative Luftfeuchtigkeit (RF) bis zum Sättigungspunkt (100% RF), jenseits dessen das Luftvolumen die vorhandene Wassermenge als Dampf nicht mehr vollständig halten kann. Diesen Punkt nennt man Taupunkt, weil hierbei der überschüssige Wasserdampf kondensiert und sich als Tau niederschlägt. Auf diesen Umstand des Zusammenhanges zwischen Temperatur und Luftfeuchtigkeit kann nicht eindringlich genug hingewiesen werden, weil alle Klimatisierungsmaßnahmen, die nicht beide Parameter kontrollieren, nutzlos - und wie das Beispiel vieler tropischer Länder zeigt - vermutlich sogar schädlicher sind, als wenn keine Maßnahmen ergriffen worden wären (10).

Aus den bisherigen Feststellungen ergäbe sich zunächst die Forderung, audiovisuelle Datenträger bei möglichst niedrigen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten zu lagern. Nun haben sowohl Temperatur wie auch Luftfeuchtigkeit einen Einfluß auf die Dimension der Datenträger, was bei bandförmigen Trägern von besonderer Bedeutung ist. Sie dehnen sich mit der Erhöhung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit aus, wobei vom letzteren Phänomen insbesondere Azetatbänder betroffen sind. Im umgekehrten Falle verkürzen sie sich, schrumpfen sie.

Gerade für Bänder sind derartige dimensionale Änderungen tunlichst zu vermeiden, weil bei ihren oft respektablem Längen durch Ausdehnung zu lockere Wickel, durch Kontraktion nicht unerhebliche Drücke entstehen können, die in Extremfällen zur Verformung der Bandwickel führen können. Solche Bänder erkennt man an einem speichenähnlichen Effekt, der sich bei schräg einfallendem Licht auf der Wickeloberfläche beobachten läßt (spoking). Besonders bei den mittlerweile historischen Azetatbändern sind derartige Effekte häufig, auch in exzessiver Form zu beobachten [Lit.42]. Wenngleich auch Polyesterbänder einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, so sind doch Temperaturschwankungen wegen der höheren Datendichte und vor allem der delikaten Dimensionen der Spuren bei modernen Videoformaten wie auch bei R-Dat zu vermeiden.

Wegen der hydrolytischen Wirkung besonders auf die Oxidbindemittel wird seit den ersten Forschungen auf diesem Gebiet Ende der Siebzigerjahre erhöhte Aufmerksamkeit der Luftfeuchtigkeit gewidmet. Dies hat seither zu einer Herabsetzung der für Lagerungszwecke empfohlenen Luftfeuchtigkeitswerte geführt.

Aus all den vorangegangenen Erwägungen ergibt sich, daß ein vernünftiger Kompromiß zwischen den für die Datenträger idealen Lagerbedingungen, dem lokal vorherrschenden Klima, den menschlichen Komfortbedürfnissen in Arbeitsräumen und dem kommerziell vertretbaren Maß an Energieeinsatz gewählt werden muß. So wird

sich für Duplikatsarchive, die praktisch nie benützt werden müssen, ein ideales Lagerungsklima bei etwa 10°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit bei 35% mit jeweils sehr geringen Schwankungen ergeben. Sollten aber Bestände, die unter derartigen Bedingungen gelagert werden, in normal temperierten Arbeitsräumen kopiert werden, so wäre eine vorsichtige und langsame Akklimatisierung wegen der Gefahr der Taubildung sicherzustellen.

Abgesehen von den hohen Kosten, die eine derartige Lagerung selbst in gemäßigten Klimazonen der Erde verursachen würde, muß in aller Regel doch von einer mehr oder minder regelmäßigen Benützung der Bestände ausgegangen werden. Unter diesen Voraussetzungen wird im allgemeinen eine Archivtemperatur von 20°C ± 3° empfohlen. Unter dem Eindruck der Hydrolyse von Polyurethanbindern empfehlen BERTRAM/ESHEL für Magnetbänder sogar 18°C ± 1.5°. Ist in älteren Publikationen noch die empfohlene relative Luftfeuchtigkeit mit 50% ± 10% angegeben, so empfehlen BERTRAM/ESHEL 40% ± 5%, GILMOUR/FUMIC sogar weniger als 35% und SMITH zwischen 30 und 40% [Lit.4,17,43](11).

Zu trockene Lagerung wiederum führt zu einer Erhöhung des elektrostatisch verursachten Knisterns beim Abspielen von Magnetbändern und Schallplatten sowie - bei relativen Luftfeuchtigkeitswerten unter 20% - zu einer rascheren Versprödung von Azetatzellulose.

Wichtig erscheint, daß die gewählten Parameter möglichst frei von täglichen und saisonalen Schwankungen eingehalten werden, und daß nicht nur die Lagerräume, sondern auch die Arbeitsräume, in die diese Bänder mehr oder minder oft gebracht werden, nicht wesentlich abweichende Klimabedingungen aufweisen. Unter diesem Prätext erscheint es günstiger, von vornherein höhere Temperaturen, vielleicht auch Luftfeuchtigkeiten zuzulassen, als das Archivgut einer ständigen klimatischen Schwankung auszusetzen. Es ist schwer, solche weiteren Grenzen zu empfehlen, weil es im einzelnen unvorhersagbar ist, welche der konkret gelagerten Materialien durch ungünstigere Bedingungen wann und wie negativ beeinflusst werden. Man kann aber sicher sagen, daß als dauernde Lagerbedingen Temperaturen über 25°C und relative Luftfeuchtigkeiten über 60% vermieden werden müssen. Gleichzeitig muß freilich sofort zugestanden werden, daß derartige Bedingungen wenigstens bei Außenaufnahmen in feuchtheißen tropischen Gegenden unerfüllbar sind. Während die zeitweilige Überschreitung dieser Grenzen wohl nicht zu vermeiden ist und sich zumindest nicht unmittelbar negativ auswirkt, führt die mehr oder minder dauernde Überschreitung der Feuchtigkeitsgrenzen sehr bald zu empfindlichen Schäden: So wird in karibischen Ländern aus praktischer Erfahrung die Lebenszeit von Videokassetten mit lediglich 1-8 Jahren angegeben. Dieser alarmierende Befund ist wohl im wesentlichen dem Umstand zuzuschreiben, daß viele audiovisuelle Sammlungen in tropischen Gegenden in Räumen aufbewahrt werden, die mitunter kräftig gekühlt werden, deren Luft aber nicht eigens entfeuchtet wird. Die Folge davon sind exzessive Durchfeuchtungen, die vor allem bei Audio- und Videokassetten neben der Hydrolyse

von Oxidbindern auch den massiven Befall von Schimmel (s.u.) hervorrufen, wodurch die Bänder nach relativ kurzer Zeit unspielbar werden. Gute Wärmeisolation und eine umfassende Klimatisierung, die vor allem dem Parameter Luftfeuchtigkeit großes Augenmerk widmet, würde die Situation vermutlich entscheidend verbessern.

Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen in großem Ausmaß treten naturgemäß bei Transporten auf. Das Standard-Dilemma ist hier der zu kalte Transport und das Verbringen solcherart unterkühlter Datenträger in eine warme und relativ feuchte Atmosphäre. Derartige Situationen, die besonders für Magnetbänder gefährlich sind, treten z.B. nach langen Flügen auf, wenn Bänder im Reisegepäck und damit im Frachtraum des Flugzeugs aufbewahrt in relativ kaltem Zustand in feucht-heißen Klimazonen landen, oder wenn sie in unseren Breiten im Winter im Kofferraum eines Autos befördert werden und dann in einem temperierten oder gar warmen Raum verwendet werden. Durch die starke Temperaturdifferenz tritt Taubildung auf, und die Bänder werden einer Durchfeuchtung ausgesetzt, die zu Schädigungen führen kann (12). Es wird daher dringend empfohlen, leere wie bespielte Datenträger (sowie die Aufnahmegeräte) bei Flugreisen nur in der Kabine, bei Autofahrten im Fonds zu befördern. Umgekehrt muß freilich auch die Situation der Erwärmung auf überhöhte Temperaturen, wie sie etwa beim Transport zwischen klimatisierten Räumen bald auftreten kann, tunlichst vermieden werden. Es wird also zusammenfassend empfohlen, die Transportkonditionen möglichst an die normalen Lagerbedingungen anzunähern und dies durch entsprechend überlegte Behältnisse zu unterstützen.

In diesem Zusammenhang muß auch auf die Gefährlichkeit von auch nur kurzzeitigen Erhitzungen hingewiesen werden, wie sie beim Umgang mit Datenträgern stets auftreten können. Nahe Lampen, Heizkörper, selbst die Sonneneinstrahlung auf einem Fensterbrett können Temperaturen hervorrufen, die der Integrität von Datenträgern schaden. Gefährdet sind vor allem Vinylplatten, die sich unter verhältnismäßig harmlos scheinenden Wärmeinwirkungen so verwerfen können, daß sie nicht mehr spielbar sind.

In dieses Kapitel fallen auch Überlegungen hinsichtlich der Durchfeuchtung von Bild- und Tonträgern durch Wasser nach Rohrbrüchen, Überschwemmungen etc. Während für manche Datenträger der kontrollierte Kontakt mit Wasser durchaus zulässig erscheint (siehe Kapitel "Reinigung"), besteht das Problem in solchen Fällen in den Schmutz- bzw. Inhaltsstoffen, die mit dem Wasser befördert werden sowie in der Forderung, die Datenträger so rasch wie möglich zu trocknen, um Schimmelbefall zu vermeiden. Im Falle der Schmutzentfernung wird man über den Einsatz von Reigungsmaßnahmen individuell entscheiden müssen (vgl. Kapitel "Reinigung"). Das Gebot des raschen Handelns ist dann schwierig zu meistern, wenn viele Einzelstücke betroffen sind [Lit.28]. Überläßt man die Austrocknung der Zeit, dann macht sich in fast allen Fällen heftiger Schimmelbefall bemerkbar, der die Datenträger selbst, bisweilen auch die Umhüllungen, beschädigen bzw. unbrauchbar machen kann.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle auch die Gefährdung durch Getränke aller Art erwähnt (siehe auch unten unter Schmutz).

Schimmelbefall:

Schimmel tritt stets als Sekundärfolge hoher Luftfeuchtigkeit bzw. direkter Durchnäßung und langsamer Austrocknung auf. Alle Datenträger sind schimmelgefährdet, wobei der Grad sehr unterschiedlich und abhängig von den verschiedenen Füllmaterialien bei mechanischen, von den Oxidbindemitteln bei magnetischen Datenträgern ist. Überdies sprechen die Verpackungsmaterialien unterschiedlich auf Schimmel an. Und schließlich wird es wohl auch regionale Unterschiede hinsichtlich der Schimmelpopulationen geben. KNIGHT nennt genaue Bekämpfungs- und Verhütungsmaßnahmen [Lit.24], inwiefern allerdings die schimmelinhibierenden Chemikalien (Formaldehyd) nicht in anderer Weise den Datenträgern schaden, wäre seriös zu überlegen. Im allgemeinen dürfte aber im mitteleuropäischen Klima Schimmelbefall bei Einhaltung der angegebenen Feuchtigkeitsbedingungen mit Sicherheit vermieden werden können. Das gelegentlich empfohlene Einschweißen in Plastikbehälter setzt absolut sterile Verpackungsbedingungen voraus und wird gerade in tropischen Gebieten schwer zielführend zu realisieren sein. Eine gute Durchlüftung wird, wenn höhere Luftfeuchtigkeiten nicht vermieden werden können, die ärgste Gefahr abwenden, ist aber bei den Kassettenformaten schwer durchführbar.

Schmutz:

Staub stellt unter den verschiedenen Verschmutzungsquellen den wohl lästigsten Faktor dar. Dies gilt umso mehr, je moderner der Datenträger und je größer hiemit die Aufzeichnungsdichte wird. Auf mechanischen Schallträgern verändern Staubpartikel den Nadelweg und führen damit zu Knacksern, bei Magnetbändern führen sie entweder zu kurzzeitigen drop-outs bzw. bei Ablagerung an den Wiedergabeköpfen zu Abstandsdämpfungen, die bei analogen Tonaufnahmen zunächst zur Dämpfung der hohen Frequenzen, in extremen Fällen und bei anderen magnetischen Formaten bis zum Signalzusammenbruch führen können. Bei optischen Platten verdecken sie mehr oder minder große Datenmengen und verursachen bei Überschreitung der Korrekturkapazität unerwünschte Fehlerverdeckungen (Interpolationen) bzw. Stummschaltungen.

Der beste Schutz ist wohl zunächst die Verhinderung des Eindringens bzw. des Entstehens von Staub in allen Räumen, in denen Datenträger hantiert und gelagert werden. Dazu gehört zunächst das möglichst sorgfältige Abdichten von Gebäudeöffnungen gegen außen und die rigorose Staubfilterung der Luft überall dort, wo Klimaanlage eingesetzt werden. Bewährt hat sich die Herstellung eines leichten

Überdruckes in allen künstlich klimatisierten Räumen, wodurch allein schon das Eindringen von Staub wesentlich minimiert wird. Zur Verhinderung des Entstehens von Staub müssen Werkstätten entsprechend getrennt und abgeschirmt werden. Teppichböden sind - auch in reinen Verwaltungsräumen von Archiven - unbedingt zu vermeiden. Bewährt haben sich versiegelte Holzböden in den Arbeitsräumen sowie, in Archivräumen, leicht zu reinigende Kunststoffbeläge, terrazzoartige Böden sowie staubfreie, allenfalls versiegelte Estriche (13). Wenngleich bisher keine systematischen Lagerschäden durch den oft jahrzehntelangen Einfluß von Kunststoffkomponenten in Bodenbelägen oder Versiegelungslacken auf gelagerte Datenträger bekannt sind, wäre doch eine diesbezügliche Studie mit generellen Empfehlungen äußerst wünschenswert. Es wird jedenfalls aber sinnvoll sein, im Zuge von Lackierungen bzw. Versiegelungen Datenträger nicht den hiebei entstehenden Dämpfen auszusetzen und die Räume vor ihrer Besiedelung gründlichst abzulüften.

In letzter Konsequenz wäre zur Verhinderung der Entstehung von Staub auch die Kleidung der Mitarbeiter in die Überlegungen mit einzubeziehen - angesichts der hohen Datendichte digitaler Audio- und Videokassettenformate vermutlich bereits heute eine durchaus empfehlenswerte Maßnahme.

Der Staubschutz der Datenträger etwa durch Plastikhüllen, wie wir sie von Schallplatten oder Tonbändern her kennen, verliert angesichts des viel rigoroseren allgemeinen Bedarfes an Staubbefreiheit für moderne, insbesondere digitale Träger sehr an Bedeutung, und ist allenfalls als Schutz vor Fingerabdrücken oder mechanischer Beschädigung beim Herausnehmen/Hineingeben von Vinylplatten in ihre Covers sinnvoll (siehe auch unter Verpackung).

Für die Formate mit hoher Datendichte stellen die Kassetten einen wichtigen Staubschutz dar, wobei viele völlig geschlossen sind und erst im Gerät geöffnet werden. Wichtig ist nun, daß während der Benützung der Träger in den Geräten die Behältnisse (Boxen) nicht offenliegen bleiben und damit unnötig verstauben, dies gilt natürlich auch für CDs und Bildplatten. Wichtig ist ferner, daß die Lademechanismen von Kassettengeräten, CD- und Bildplattenspielern nicht unnötig ausgefahren bzw. geöffnet verbleiben, weil sonst Staub über diese Geräteteile in die Kassetten bzw. auf die CDs und Bildplatten befördert wird. Die Entstaubung von Magnetbändern in Kassetten ist schwierig und nur mit Hilfe wohlkonstruierter Reinigungsgeräte zu bewerkstelligen. Ein Hindernis ist hiebei die Tendenz des Kassettenmaterials selbst, Staub anzuziehen bzw. festzuhalten. Neuerdings werden Kassettengehäuse mit ausdrücklich antistatischen Eigenschaften angepriesen (14).

Neben Staub aller Art stellen Fingerabdrücke die zweite Standard-Verschmutzung audiovisueller Datenträger dar. Zunächst bilden sie auf datendichten magnetischen Formaten dank ihrer physikalisch bereits relevanten Ausdehnung einen Fall für mangelnden Band/Kopfkontakt mit allen Folgen, auf optische Formaten "verdunkeln" sie gleichsam den Blick des Laserstrahls und führen zu Lesefehlern. Daneben bilden sie einen idealen Haftgrund für Staub, sodaß sich ihre Wirkung multipliziert. Das

Angreifen von Spielflächen mit bloßen Fingern ist daher unbedingt zu vermeiden, was bei modernen Kassettenformaten insofern - jedenfalls unabsichtlich - nicht möglich ist, weil die Kassetten völlig geschlossen sind. In jedem Fall gehört die gründliche Reinigung der Hände vor dem Umgang mit jedweden AV-Trägern zu den selbstverständlichen Rahmenbedingungen der Arbeit in audiovisuellen Archiven; die Verwendung von Handcremen ist entsprechend kritisch einzustufen.

Es wird immer häufiger über die Lästigkeit von Papierabrieb bzw. Papierstaub, der durch den Zuschnitt entsteht, in Verbindung mit datendichten Formaten berichtet. In letzter Konsequenz hieße dies die Verbannung von schriftlichen Beilagen sowie die Fragwürdigkeit von Archivkartons aus Pappe, die besonders im europäischen Bereich gerne Verwendung finden.

War in früheren Arbeiten der Tabakrauch schon wegen der relativ unkritischen Datendichten der damaligen Formate nicht angefeindet, so kann dies angesichts der immer mikroskopischer werden Aufzeichnungen heute nicht mehr aufrecht erhalten werden. Rauchpartikel sind groß genug, um bei magnetischen Formaten mit hoher Dichte zu einer konsiderablen Abstandsdämpfung zu führen. Es muß daher dringend gefordert werden, in allen Räumen, in denen mit audiovisuellen Datenträgern umgegangen wird, nicht zu rauchen.

In diesem Zusammenhang ist es gute Praxis, Essen in Arbeitsräumen schon wegen der Verschmutzung der Finger zu unterlassen und bei der Handhabung von Getränken stets die Gefahr des Verschüttens auf Datenträger und die dann notwendigen peniblen Reinigungsarbeiten in Sinn zu haben.

Es ist selbstverständlich, daß man Audio- und Videoträger in solchen Umgebungen benützt und lagert, die auch für den Menschen angenehm und gesund sind. Es erübrigt sich daher, vor chemisch deutlich verschmutzten Atmosphären zu warnen. So können etwa SO_2 und NO_x hydrolytische Prozesse auslösen bzw. verstärken [Lit.43]. Inwiefern auch andere Luftverschmutzungen, mit denen Menschen leben (müssen), auf lange Sicht nicht auch einen ungünstigen Einfluß auf audiovisuelle Datenträger haben, ist noch nicht hinlänglich erforscht (15). Als vorbeugende Maßnahme ist es angebracht, bei Archiven in Industriegebieten entsprechende Luftfilterungen vorzusehen.

Reinigungsmaßnahmen, Bandklebestellen:

Wie sooft gerade in kritischen Bereichen der Konservierung audiovisueller Datenträger beruhen die schriftlich und mündlich tradierten Reinigungsempfehlungen auf den Empirien von Technikern und Archivaren, die durch systematische Untersuchungen von Kunststoffchemikern nicht hinlänglich geprüft bzw. untermauert sind. Der Verfasser gibt Gelesenes, Gehörtes und selbst Erfahrenes mit der ausdrücklichen Warnung wieder, unkritisch scheinbar positive Resultate auf die jeweilig vorliegende

Situation zu übertragen. Bei rezenten Datenträgern sollte immer der Kontakt mit den Herstellern gesucht werden, bei historischen der mit interessierten Kunststoffchemikern und erfahrenen Archivaren. Neben der Abschätzung von Spätfolgen besteht das größte Problem in dem Umstand, daß man zunächst nicht genau weiß, welche detaillierte Zusammensetzung ein Datenträger hat und wie er daher z.B. auf die in scheinbar gleichgelagerten Fällen bewährten Methoden, insbesondere die Lösungsmittel, reagiert. Der Verfasser lehnt daher ausdrücklich jede Verantwortung für unmittelbare Schäden oder Spätfolgen ab, die durch die Übernahme der hier berichteten Reinigungsmaßnahmen entstehen sollten: solange nicht Empfehlungen aufgrund eingehender, systematischer Forschungen gegeben werden können, handelt jeder auf eigene Gefahr.

Generell sei vorangeschickt, daß jede Reinigungsmaßnahme einen mechanischen und/oder chemischen Streß für den jeweiligen Datenträger bedeutet und daher erst an zweiter Stelle nach entsprechenden Vorbeugungsmaßnahmen vorzunehmen ist.

Ferner kann generell gesagt werden, daß bei Anwendung von Flüssigkeiten neben der Löslichkeit von Bestandteilen auch das Anquellen zu bedenken ist. Daraus folgt, daß der Kontakt mit jedweden Reinigungsflüssigkeiten so kurz wie möglich zu erfolgen hat und nachher für eine gründliche Trocknung zu sorgen ist.

Für Schallplatten hat sich die Reinigung mittels Ultraschalles und/oder unter Zuhilfenahme von Maschinen mit mechanischen Vorrichtungen (Bürsten) mit nachfolgender Absaugung (16) bewährt. Als Reinigungsflüssigkeit empfiehlt sich zunächst destilliertes Wasser unter Beifügung von etwas Geschirrspülmittel, für Vinylplatten wird auch Isopropylalkohol oder ein Gemisch aus destilliertem Wasser und Äthylalkohol verwendet. Dem früher gerne verwendeten Freon steht man wegen seiner ozonzersetzenden Wirkung kritisch gegenüber. Wichtig ist, daß die Etiketten entsprechend geschützt und die Platten nach der Reinigung gut gespült und (im Luftstrom) gründlich getrocknet werden.

Bei Magnetbändern genügt im allgemeinen die mechanische Reinigung mit faserfreiem Vlies. Wegen des gegenüber Platten viel komplexeren Aufbaues von Bändern unter der Verwendung verschiedener Materialien ist die Anwendung von Lösungsmitteln besonders kritisch. Wasserlösliche Verschmutzungen sollten daher unter sparsamer Verwendung von destilliertem Wasser, natürlich unter gründlicher nachfolgender Trocknung, gereinigt werden. Darüber hinaus wird, für moderne Bänder, die vorsichtige Anwendung von Freon berichtet, das gut fettlösend wirkt und rasch verdunstet. Häufigster Reinigungsanlaß an Ton- wie auch alten Zwei-Zoll Videobändern sind Klebestellen, bei denen zu viel Klebstoff über die Klebestelle ausgetreten ist, benachbarte Bandlagen erreicht sowie dort oft die Pigmentschicht angegriffen hat. Als Reinigungsmittel für Bandklebstoff werden berichtet: "Ronson lighter fluid, mineral spirits and isopropyl alcohol diluted with distilled water, all applied with a cue-tip and talcum powder" [Lit.44]. Im Phonogrammarchiv wurde im Jahr 1970 an historischen Azetat- und PVC-Bändern der fünfziger Jahre hierfür

vorsichtig Wundbenzin verwendet, ohne daß bis heute ein sichtbarer Schaden entstanden wäre. Inwiefern sich als Spätfolge ein solcher noch einstellt, oder inwieweit Wundbenzin - offenbar mit "Ronson lighter fluid" vergleichbar - auch an anderen Bändern harmlos ist, sei dahingestellt. Nach gründlicher Reinigung wird die Klebestelle durch ein modernes Klebeband, das sich über Jahre bewährt haben sollte, ersetzt. Amerikanische Archive verbieten aufgrund der schlechten Erfahrungen in den fünfziger Jahren den Einsatz von Klebestellen - auch das Anbringen von Vorspannbändern - auf neu hergestellten Archivbändern. Europäer sind - mangels entsprechend desaströser Erfahrungen - weniger furchtsam und gestatten Vorspanne. Darüber hinaus sollten aber nur ungeschnittene Bänder archiviert werden.

Wegen der Gefahr des Crazing sollten Compact Discs nur mit destilliertem Wasser benetzt werden, es ist zusätzlich wichtig, bei mechanischer Unterstützung der Reinigung nur radiale und keine kreisenden Bewegungen auszuführen, weil durch Schmutzpartikel feine Kratzer entstehen können, die entlang der Aufzeichnungsspuren zu erheblichen Lesefehlern führen würden, während radiale Kratzer vom Fehlerkorrektursystem wesentlich leichter zu bewältigen sind. Von der Benetzung der Schutzlackseite wird vielfach abgeraten.

Darüber hinaus wird zu Vorsicht gegenüber Mitteln geraten, die chemisch nicht deklariert sind und speziell für Enthusiasten angeboten werden. Besonders für den Bereich von mechanischen Tonträgern werden Mittel mit Eigenschaften zur Verminderung der Abriebs, der Härtung von Oberflächen etc. ausgelobt. Solche Produkte sollten nur angewendet werden, wenn durch Untersuchungen und lange Erfahrungen ihre Unschädlichkeit hinlänglich erwiesen ist.

Das Kapitel schließt mit der nochmaligen Warnung, auf dem Gebiet der Reinigung nur mit besonders kritischer Vorsicht vorzugehen. Gleichzeitig werden intensive Forschungen auf diesem wichtigen Teilgebiet dringend moniert.

Mechanische Integrität, Bandwickel, Spulen und Lagerposition:

In diesem Kapitel werden Maßnahmen zusammengefaßt, die vor allem der mechanischen Integrität der Datenträger dienen.

Im Vordergrund steht zunächst die peinlichste Vermeidung von Kratzern. Bei analogen Schallplatten sind diese häufig ein Resultat eines unfachgemäßen Umgangs mit der Abtastnadel, in zweiter Linie, insbesondere bei den weichen Vinylplatten, die Folge des Schiebens der Platten über eine staubbedeckte Fläche. Genau dieser sorglose Umgang hat bei CDs - vermutlich encouragiert durch eine allzu optimistische Propagierung ihrer angeblichen Unverletzlichkeit - anfangs zu vielen Fällen von Stummschaltungen bis hin zu Abspielverweigerungen geführt, weil zahlreiche mikroskopische Kratzer den abtastenden Laserstrahl so zerstreuen, daß er die Aufzeichnung nicht mehr lesen kann. Es wird berichtet, daß in solchen Fällen

bisweilen das vorsichtige Auspolieren solcher Stellen mit allerfeinsten Poliermitteln, z.B. Zahnpasta, die Lesbarkeit wieder herstellen kann. Es sind daher plattenförmige Träger nur auf saubere, weiche Unterlagen zu legen und senkrecht wieder abzunehmen, CDs sind nur in ihren mitgelieferten Behältern, den sogenannten Jewel-Boxen, die eine schwebende Aufhängung garantieren, aufzubewahren und sollten auch nicht kurzzeitig anderswo zwischengelagert werden.

Bei Bändern werden Kratzer durch verletzte Bandführungsteile hervorgerufen. Die regelmäßige Kontrolle der Geräte ist daher auch zur Minimierung dieser Verletzungsgefahr unumgänglich.

Weitere Maßnahmen sind auf die Vermeidung von Deformationen gerichtet. Dies bedeutet zunächst die Vermeidung von mechanischem Streß, der bei entsprechender Größe zum Brechen bei Platten, insbesondere Schellackplatten, bei Bändern zum Reißen führen kann. Aber auch geringere Kräfte können mechanische Deformationen hervorrufen: bei Bändern durch schlecht justierte Geräte, bei Vinylplatten durch unnötiges Verbiegen, womöglich unter gleichzeitiger Einwirkung von Wärme. Auch die CD sollte nicht durch Verbiegen aus ihrer Federhalterung gequält, sondern durch Drücken auf eben diese Halterung leicht entnehmbar gemacht werden.

Deformationen entstehen aber auch oft durch langzeitige Einflüsse, die durch die Lagerposition gegeben sind. Bei plattenförmigen Trägern wird - weiche Selbstschnittfolien ausgenommen - die senkrechte Lagerposition empfohlen. Es ist darauf zu achten, daß sie nicht zu fest gepackt werden, aber auch nicht so locker, daß Schiefstände möglich sind, die zu Verbiegungen führen würden. Werden mehrere Platten für längere Zeit aus dem Regal entfernt, sind Platzhalter einzustellen. Begleithefte, die zu einer bauchigen Lagerung von LPs führen, müssen entfernt und getrennt gelagert werden. CDs stehen ebenfalls, in ihren Boxen, aufrecht.

Bei allen bandförmigen Trägern ist die Situation wesentlich komplexer. Bei den vergleichsweise relativ unkritischen analogen Tonaufzeichnungen führen Dehnungen zu Zeitfehlern, wellige Bänder, Falten und Knicke zu schlechten Band/Kopf-Kontakten und den damit verbundenen Pegelschwankungen bzw. Aussetzern. Bei den Schrägspur-Videoformaten ist die Situation wesentlich heikler, weil schon kleine Deformationen, insbesondere Kantenfehler, zu erheblichen Bildstörungen führen können. Bei den digitalen Formaten ist schließlich die mechanische Integrität der Bänder schon wegen der erheblichen Datendichte konstitutiv für die Wiedegabe.

Die wohl meist unterschätzte Lagerbedingung ist der einwandfreie Bandwickel, der weder zu fest, noch zu locker sein darf und vor allem völlig glatt sein muß. Zu feste Bandwickel führen zu einer Dehnung der Bänder (17), zu lockere führen beim Abspielen zum Durchrutschen des Bandes - und den damit verbundenen unerwünschten Reibungseffekten - bis hin zur Fenster- oder gar Faltenbildung. Stufen im Bandwickel führen bei längerer Lagerung aufgrund des Bandzuges zu einer halskrausenartigen Deformation an der Stufe bzw. bei "ausschießenden" Windungen.

Dies führt bei analogen Tonbändern zu partiell schlechten Band/Kopf-Kontakten, bei Stereoaufnahmen zu links-rechts-Schwankungen, bei Videoaufnahmen bzw. R-Dat kann dies die Ursache erheblicher Kantenfehlern mit allen Konsequenzen bis hin zur Unlesbarkeit sein. Digitalen Aufnahmen mit stationären Köpfen, so auch der DCC, wird die Beleidigung einer Randspur auch nicht gut tun.

Es ist daher für alle Bandformate der absolut glatte Wickel vor der Ablage des Bandes (der Kassette) sicherzustellen. Weil sich zwischen Wickel- und Spielbetrieb meist eine Höhenverschiebung des Bandes ergibt, die eben zu der zu vermeidenden Stufenbildung führt, bedeutend dies, das nach teilweiser Benützung eines Bandes (einer Kassette) dieses bis zum Ende vor- und dann in einem zurückzuwickeln ist (18). Weitere Voraussetzung für einen glatten Wickel ist sodann ein einwandfrei funktionierender Wickelmechanismus sowie eine perfekte Justage aller bandführenden Teile. Es ist ferner sicherzustellen, daß die Bandzüge so justiert sind, daß der bereits geforderte nicht zu lockere, vor allem aber nicht zu feste Wickel gut erreicht wird. Dies bedingt, daß im Archivbetrieb nur entsprechend justierbare, professionelle Geräte benützt werden und, sofern die Kontrolle und Justage nicht selbst vorgenommen werden können, engster und regelmäßiger Kontakt mit gut informierten und versierten Generalrepräsentanzen gehalten wird.

BERTRAM/ESHEL [Lit.4] untersuchen den Bandwickel von Computerbändern mit Polyesterbasis und kommen zu dem Schluß, daß der beste Wickel durch Umspulen mit konstantem Drehmoment (im Gegensatz zu konstantem Bandzug) erzielt wird. Sofern enge Lagerbedingen eingehalten werden (18°C, 40% RF), empfehlen sie lediglich ein Umspulen alle 3 1/2 Jahre zur Erhaltung eines geringen Bandzuges. Diese Daten lassen sich auf Videobänder extrapolieren. Vor allem ältere Empfehlungen fordern für analoge Audiobänder die jährliche Umwicklung, und dies wird für die besonders temperatur- und feuchtigkeitsempfindlichen Azetatzellulosebänder wohl seine Berechtigung gehabt haben (19). Die vorsichtige Umrechnung der BERTRAM/ESHEL-Angaben für moderne Polyesterbänder im Audibereich ergibt aber Größenordnungen von Elongationen, die in diesem Format belanglos sind. Trotzdem wird wichtig sein, dem Faktor der Schrumpfung/Dehnung auch im Bereich moderner analoger Audiobänder wenigstens durch Stichproben Augenmerk zu leihen (20).

Große Bedeutung kommt den Kernen bei flanschloser Lagerung mit oder ohne Kassette wie auch bei Spulen zu. Diese müssen absolut zylindrisch sein, um einen kegeligen Wickel, der sich letztlich gegen Spulenflansch oder Kassettengehäuse preßt und dann stufig ausweicht, zu vermeiden. Schlitze hinterlassen nach längerer Lagerung eine entsprechende Deformation des Bandes durch einige Lagen hindurch: daher sollte man schlitzenlosen Spulen (Kernen) den Vorzug geben. Verbogende Spulen stellen beim Abspielen, insbesondere beim schnellen Wickeln, eine nicht zu unterschätzende Beschädigungsfahr für die Bänder dar und sind daher rigoros auszutauschen. Spulen unterscheiden sich auch bisweilen durch ihre Flanschstärke, was bei irregulären

Stärken zu einer Fehlposition des Bandes auf dem Spulenkern und zu einen Quetschen gegen einen Flansch führt; auch solche Spulen sind unbedingt zu tauschen.

Die Lagerposition aller Bandformate, auf Spulen wie auf Kassetten, ist aufrecht. Bei analogen Audiobänder ist bei der am europäischen Kontinent üblichen flanschlosen Lagerung darauf zu achten, daß der Kern in der Schachtel hängt und der Wickel keinesfalls auf seinem Rand lagert.

Verpackung und Lagerregale:

Verpackungen haben in erster Linie den Sinn, den audiovisuellen Datenträgern den nötigen mechanischen Schutz zu gewähren. Dies gilt vornehmlich für alle plattenförmigen Träger. Im allgemeinen werden die Verpackungen, in denen Träger geliefert werden, günstig sein, sollten jedoch im Einzelfall daraufhin untersucht werden.

Neben den Außenhüllen, Boxen, Schachteln, etc. erhebt sich die Frage der Sinnhaftigkeit von Innenhüllen, wie sie oft als "Plastiksackerln" als zusätzlicher Schutz mitgeliefert werden. Bei den Vinylplatten ist so ein Schutz schon aus mechanischen Gründen erwünscht (s.o.). Zur Verwendung dieser mehr oder weniger luftdichten Innenhüllen, insbesondere für Bänder, gibt es darüber hinaus eine Reihe von Argumenten für und wider ihre Verwendung:

Zunächst ist die Frage des Staubschutzes angesichts der immer wichtiger werdenden allgemeinen Senkung des Staubpegels in Archiv- und Arbeitsräumen nur mehr sekundär.

Ferner ist zu überlegen, inwiefern nicht mittel- oder langfristig durch die Einsperrung ein ungünstiger chemischer Effekt erzielt wird. Dies ist beim "Vinegar-Syndrome" der Fall, bei dem nicht-entweichende Spaltprodukte den Zersetzungsvorgang beschleunigen. Es dürfen daher Azetatzellulose-Bänder keinesfalls luftdicht verpackt werden. SMITH [Lit.43] stellt die Hydrolyse des Oxidbindemittels Polyurethan ebenfalls als autokatalytischen Prozeß dar, der durch die Einsperrung natürlich gefördert würde.

Demgegenüber steht aber die Tatsache, daß, ebenfalls nach SMITH, eine solche Hydrolyse durch eine saure Umgebung wesentlich gefördert wird. In diesem Fall kann nur dann eine Empfehlung pro oder kontra Plastikhüllen getroffen werden, wenn geklärt ist, von wo die größere Gefahr lauert: von außen durch einen sauren Anstoß oder durch endogene Auslösung. Eine Entscheidung wird dann in Zusammenhang mit der Effektivität von chemischen Luftfilterungen zu treffen sein.

Inwiefern diese Überlegungen auch für andere Materialien längerfristig von Bedeutung sein könnten, müßte noch erforscht werden.

Ferner - dies gilt vor allem für feucht-heiße Gebiete - kann Absperrung zu einem unkontrollierbaren Mikroklima führen, das Biodegradation fördert, statt verhindert.

Schließlich führt der niedere Schmelzpunkt von Materialien, aus dem solche Säckchen vielfach hergestellt sind, im Falle von großer Hitze im Falle eines Brandes etwa zum Aufkleben des Materials auf dem Wickel, was sicher in einigen Grenzfällen Bänder unbrauchbar macht, die andernfalls vielleicht noch zu retten gewesen werden (21).

Zu den Innenhüllen kann somit zusammenfassend festgestellt werden, daß ihre Verwendung, außer für Vinylplatten, zumindest kritisch neu gesehen werden sollte.

Ganz allgemein ist das Thema Verpackung noch nicht systematisch genug untersucht. Wohl haben PICKETT und LEMCOE [Lit.32] z.B. sehr elaborierte Plattenhüllen entworfen, die sich auch zum Verschweißen eignen. Es ist allerdings fraglich, ob diese frühen Überlegungen im Licht der bisherigen Erfahrungen nicht revisionsbedürftig sind. Auch bieten verschiedene Hersteller immer wieder Produkte mit den Zusatz "archival" an. Schließlich besteht, besonders bei der Revision alter Sammlungsbestandteile, immer wieder die Notwendigkeit, Behältnisse in großen Stückzahlen frisch anfertigen zu lassen.

Aus allen diesen Gründen erscheint es lohnend, auf dem Stand der heutigen Kunststofforschung die Frage der Verpackung unter dem Gesichtspunkten des mechanischen Schutzes der Träger, der Stabilität der Behälter selbst sowie der allfälligen Interaktion mit den Trägern und ihren Komponenten gründlich zu untersuchen. Unbestritten ist jedenfalls die Verwendung von säurefreien Materialien. Wo sich säurefreie Zustände nicht herstellen lassen, weil etwa Tausende von industriell mitgelieferten, sonst brauchbaren Kartons ausgetauscht werden müßten, ist die Verwendung von alkalischen Puffern erwägenswert.

Die Lagerregale oder -kästen wurden ursprünglich aus nicht-magnetischem Material, also aus Holz oder Aluminium gefordert, es liegen jedoch keine negativen Berichte über die vielerorts verwendeten Stahlregale vor. Sicherheitshalber sollte jedoch bei der Bestellung gefordert werden, daß Stahlregale in unmagnetischem Zustand geliefert werden, zumal es nicht ausgeschlossen werden kann, daß im Zuge des Produktionsprozesses Hubmagneten etc. verwendet wurden (22). Bezüglich der Verwendung von Holzregalen wurde der Einwand gemacht, daß enthaltene Holzkonservierungsmittel einen ungünstigen Einfluß auf die gelagerten Datenträger haben könnten. Mobilregalanlagen haben sich dort, wo nicht allzuoft Zutritt erforderlich ist und nicht mehrere Archivare gleichzeitig arbeiten müssen, als platzsparend äußerst bewährt. Bei motorgetriebenen Mobilregalen sind nur die negativen Einflüsse des Streufelds des Motors (s.u.) zu bedenken.

Kopiereffekt:

Während der Kopiereffekt, der bei Schallplatten auftritt, produktionsbedingt ist und daher als nicht lagerungsabhängig hier nicht zur Betrachtung kommt, stellt dieser Effekt bei Tonbändern eine Beeinträchtigung dar, die oft zu einer - wie wir sehen werden - übertriebenen Skepsis diesem Schallspeicher gegenüber geführt hat. Vorausgeschickt sei, daß der Kopiereffekt nur bei analogen direkten Tonaufzeichnungen von Belang ist: Er tritt also bei allen herkömmlichen Tonbändern und Audiokassetten sowie auf den longitudinalen analogen Randspuren der verschiedenen Videoformate störend auf. Er ist belanglos in allen frequenzmodulierten Aufzeichnungsverfahren, also im gesamten Bereich der analogen magnetischen Videoaufzeichnung und beim HiFi-Ton bei Videorecordern, sowie bei allen digitalen Aufnahmeverfahren.

Eine wichtiger Parameter bei allen magnetischen Aufzeichnungsverfahren ist die Koerzitivkraft, das magnetischen Beharrungsvermögen eines magnetischen Materials, das sich gegen eine Änderung einer einmal angenommenen magnetischen Ausrichtung wehrt. Die Neuaufzeichnung (Umorientierung) ist nur möglich, wenn ein die Koerzitivkraft überschreitendes Feld dem magnetischen Medium angelegt wird. Nun haben aber nicht alle Oxidpartikel in einem Pigment die genau gleichen Koerzitiv-Werte: es gibt einen gewissen Anteil von Partikeln mit höherer, aber auch solche mit niedriger Koerzitivität. Letztere sind es, die wegen ihres geringen magnetischen Beharrungsvermögens bereits von den Magnetfeldern der anliegenden Bandwindungen umorientiert werden (23).

Es ergibt sich also eine gegenseitige Beeinflussung der aneinanderliegenden Signale, die als Vor- und Nachecho besonders in Pausen bisweilen recht deutlich und störend hörbar werden. Da es sich aber um eine Reaktion instabiler Magnetpartikel handelt, kann der Kopiereffekt mittels verschiedener Maßnahmen ganz oder teilweise zum Verschwinden gebracht werden.

Die Stärke des Kopiereffektes wird in dB angegeben und drückt das Verhältnis zwischen dem kopierenden Original und dem kopierten Echosignal aus (24). Sie hängt im einzelnen von folgenden Faktoren ab:

Pigment: Das Ausmaß seiner Anfälligkeit hängt zunächst vom Ausmaß der magnetisch instabilen Teilchen im Pigment ab: Je steiler und enger die Verteilung der Teilchen um den mittleren Wert der Koerzitivkraft streut, desto geringer, je flacher und breiter die Verteilung, desto größer die Neigung zum Kopiereffekt. Pigmente, die geringes Rauschen und hohe Aussteuerbarkeit (LH-Pigmente) ermöglichen, neigen zu starken Kopiereffekten. Seit Ende der siebziger Jahre ist es allerdings gelungen, Pigmente zu erzeugen, die neben LH-Eigenschaften auch geringes Kopieren ("low print") garantieren.

Zeit: Der Kopiereffekt steigt logarithmisch mit der Zeit, d.h. er beginnt unmittelbar nach dem ersten Kontakt zweier Bandlagen, wächst aber mit immer schwächer

werdender Zunahme an; der Zuwachs der 1. Stunde beträgt soviel wie der von der 1. zur 10. Stunde, soviel wie von der 10. zur 100. Stunde (oder jeder anderen Zeiteinheit).

Temperatur: Je höher die Temperatur, desto steiler wird der Anstieg des Kopiersignalzuwachses. Regelmäßige Temperaturschwankungen befördern das Kopieren zusätzlich.

Banddicke: Die Stärke des Kopiereffekts hängt von der Geometrie des Bandes ab. Das Vorecho, d.h. das kopierte Signal auf der äußeren Lage (vom Spulenkern aus betrachtet) ist - bei der Schichtlage innen - höher als das auf der inneren, kernnäheren Lage. Die Kopierneigung fällt, unter Vernachlässigung des Einflusses des Verhältnisses von Träger zu Schichtdicke, mit zunehmender Dicke des Bandes. Daraus resultiert eine Abhängigkeit von der

Wellenlänge, die sich je nach gewählter Bandgeschwindigkeit bei gleicher Bandstärke in verschiedenen

Frequenzen darstellt. So tritt bei einem Standardband von 52 µm Dicke bei 38 cm/s das Kopiermaximum bei rund 1000 Hz auf, bei 19 cm/s bei 500 Hz, bei 9.5 cm/s bei 250 Hz (25). Da die Empfindlichkeit des Ohres bei 1000 Hz wesentlich größer ist als bei 250 Hz, sinkt mit abnehmender Geschwindigkeit die

Lästigkeit. Diese wird überdies bei Sprache wesentlich größer empfunden als bei Musik, auch ist ein Vorecho als unnatürliches Ereignis lästiger als ein Nachecho, das überdies oft von ausklingenden Nutzsignalen überdeckt wird.

Pegel: Die absolute Höhe des Nutzsignalpegels geht innerhalb des normalen Aussteuerungsbereiches nicht in die Kopierneigung ein, das heißt das Verhältnis zwischen Nutz- und Kopiersignal ist unabhängig von der Aussteuerung, bei sonst gleichen Bedingungen, stets gleich. Bei geringer Aussteuerung wird allerdings das Kopiersignal vom Bandrauschen meist maskiert, während es bei hohen Aussteuerungen, besonders bei rauscharmen Bändern, deutlich hörbar wird.

Magnetwechselfelder: Während regelmäßige Temperaturschwankungen als kopierfördernd schon genannt wurden, bringen Magnetwechselfelder eine drastische Erhöhung des Kopiereffektes mit sich (siehe unten).

Da jedoch das Kopiersignal im Gegensatz zum Nutzsignal instabil ist, läßt sich das Phänomen relativ gut beherrschen, wenn man folgende Richtlinien beachtet:

Wahl des Bandes: Für die Archivzwecke sollen nur Standardbänder mit 52 µm Dicke und einem Pigment mit "low-print"-Eigenschaften verwendet werden [vgl. hierzu Lit.33].

Lagerung und Umspulen: Die mechanische Beanspruchung des Umspulens löscht einen großen Teil des aufgebauten Kopiersignals. Messungen [Lit.33] haben ergeben, daß dreimaliges Umspulen bei einer Reihe von Bändern, die für

Archivzwecke verwendet werden, die über rund 200 Tage aufgebauten Kopiersignale zumindest auf den Wert dämpft, der nach 24 Stunden erreicht wird. Hieraus folgt als günstigste Lagerempfehlung der etwa jährliche Wechsel der Lagerposition (rechte Spule - linke Spule) durch dreimaliges Umspulen: dadurch wird das Kopiersignal wesentlich abgebaut, während die Reste durch die neue Lagerposition zugunsten eines neuen Kopiersignals entfernt werden. Das dreimalige Umspulen ermöglicht die Beibehaltung derselben (etikettierten) Spule (desselben Kerns). Bei erhöhten Temperaturen erfolgt ein steilerer Anstieg, ein Band also, das die erste Zeit seiner Bespielung auf einem warmen Tonbandgerät zugebracht hat, wird daher einen relativ ungünstigen Ausgangswert haben, wenn man die Lagerposition rechts ("tails out"), wie dies bisher von allen Autoren empfohlen wurde, beibehält. So gut diese Position für den Wickel sein mag, so ungünstig ist sie für den Kopiereffekt, zu dessen Minimierung das Abkühlen des Bandes und nachheriges Rückwickeln in die Lagerposition links zu empfehlen wäre.

Bezüglich Schutz vor Magnetfeldern und Lagertemperatur sind die dort angegebenen Richtlinien einzuhalten.

Sollten sich darüber hinaus weitere Maßnahmen als notwendig erweisen, so kann mit entsprechender Vorsicht eine selektive Löschung, wie sie etwa bei DANIEL und AXON [Lit.8] beschrieben ist, vorgenommen werden. Es sei sicherheitshalber daran erinnert, daß Maßnahmen gegen den Kopiereffekt nur auf den Bändern, auf denen er entstanden ist, zielführend sind. Wird eine Aufnahme mit Kopiereffekt auf ein anderes Band kopiert, so ist das mitkopierte Echosignal auf dem Duplikat ebenso magnetisch stabil wie das ursprüngliche Nutzsignal.

Magnetfelder:

Es ist selbstverständlich, daß Magnetfelder, ob es sich nun um Gleich- oder Wechselfelder handelt, einen bis zur Löschung gehenden Einfluß auf die magnetische Aufzeichnung haben. Am empfindlichsten reagieren die analogen, direkten Audioformate einschließlich der longitudinal aufgezeichneten Audiospuren mancher Videoformate, während alle frequenz-modulierenden Verfahren (analoge Videoformate, HiFi-Ton bei manchen analogen Videoformaten, digitale Formate) wesentlich unempfindlicher sind. Der Einfluß von Magnetfeldern auf analoge direkte Audioaufnahmen wurde von ASCHINGER [Lit.2] eingehend untersucht. Hält man seine Empfehlungen ein, so wird man für alle anderen magnetischen Verfahren eine hohe Sicherheitsreserve haben.

ASCHINGER unterscheidet zwischen den Einflüssen von Gleich- und Wechselfeldern:

Gleichfelder:

Erhöhung des Rauschens ab	4000 A/m (50 Oe)
Pegelverlust ab	8000 A/m (100 Oe)

keine nennenswerten Verzerrungen unter

16000 A/m (200 Oe)

Wechselfelder (50 Hz):

Anlöschung des Signals, verbunden mit einem Aufspielen eines 50 Hz-Feldes ab 800 A/m (10 Oe)

Bereits früher stellte KNIGHT [Lit.24] ein rapides Ansteigen des Kopiereffekts unter dem Einfluß von Magnet-Wechselfeldern fest. Aufgrund ASCHINGERs Messungen dürfen daher bei doppeltem Sicherheitsfaktor Gleichfelder 2000 A/m (25 Oe), Wechselfelder 400 A/m (5 Oe), nicht überschreiten, womit frühere Literaturangaben, z.B. KNIGHT, deutlich differenziert und korrigiert werden. Feldstärken dieser Größenordnungen kommen in AV-Archiven durchaus vor. ASCHINGER mißt eine Reihe von Gegenständen wie Lautsprecher, Mikrophone, Kopfhörer, Tonbandgeräte, Anzeigergeräte (VU-Meter) etc. an ihrer Oberfläche und gibt jeweils die Distanz an, bei der das Magnetfeld auf den gefahrlosen Wert von 400 A/m (5 Oe) abgefallen ist. (Die Feldstärken nehmen mit der Entfernung kubisch ab.) Die größten Feldstärken an Geräteoberflächen treten bei Kopfhörern (bis 18400 A/m, 230 Oe!) und kleinen (!) Lautsprecherboxen (12000 A/m, 150 Oe), gefolgt von dynamischen Mikrophenen und VU-Metern (8000 A/m, 100 Oe) auf. Nicht unbedenkliche Wechselfelder finden sich bisweilen an schlecht abgeschirmten Netztransformatoren, wie sie in fast jedem Elektrogerät zu finden sind (800 A/m, 10 Oe). Die Größe der magnetischen Streufelder hängt aber nicht nur von der Stärke des Magneten, sondern auch von seiner Form und Größe ab. Daher bedarf es jeweils unterschiedlicher Distanzen bis zu jenem Wert, der als gefahrlos angesehen werden kann. Als größte notwendige Distanz gibt ASCHINGER für Lautsprecher 150 mm, für Kopfhörer 70 mm, für Mikrophone 30 mm an. Seine Messungen sind hier zur Erfassung der Größenordnungen erwähnt; es sei ausdrücklich vermerkt, daß andere individuelle Geräte auch höhere Felder aufweisen können. Es wird somit notwendig sein, dieser Gefahr besondere Aufmerksamkeit zu schenken und das Personal entsprechend zu instruieren, Kontakte zwischen Magnetbändern und Lautsprechern, Anzeigeeinstrumenten, dynamischen Mikrophenen, Motoren etc. peinlich zu vermeiden. Wo durch Routinen, etwa an Übertragungstischen, ein näherer Kontakt z.B. mit Lautsprechern nicht mit Sicherheit vermieden werden kann, sind sorgfältige Messungen und gegebenenfalls Umstellungen durchzuführen. Ebenso ist darauf zu achten, daß magnetische Gegenstände, etwa Haftmagnete für Anschlagtafeln, Magnetverschlüsse von Türen, Kästen und Laden in audiovisuellen Archiven nicht verwendet werden.

Beim Transport bespielter Bänder, vor allem bei Außenaufnahmen, ist auf die peinliche Trennung von Bändern und Mikrophenen/Kopfhörern zu achten. So werden etwa halb bespielte Tonbänder, die auf tragbaren Geräten eingespannt bleiben, durch Mikrophone oder Kopfhörer in Außentaschen von Tragtaschen mit Sicherheit lokal angelöscht!

Normale Wechselstromleitungen sind unbedenklich, Leitungen aber, deren einzelne Leiter weit distanziert sind und die hohe Ströme leiten, können ein Risiko sein, ebenso Gleichstromleitungen, etwa in Laboratorien. Es ist auch besonders auf Haustransformatoren, Aufzugsmotoren etc. zu achten, die sich etwa an Rückseiten der Archivaußenwände befinden könnten und daher leicht übersehen werden. Wenn auch Behälter aus hochpermeablen Metallen den Magnetbändern wirksamen Schutz bieten, so wird es einfacher und wesentlich billiger sein, die Gefahrenquellen zu beseitigen bzw. ihren Einfluß durch entsprechende Maßnahmen zu minimieren.

Unklarheit besteht weithin über den Einfluß von auf Flugplätzen installierten Metalldedektoren, die als Handapparate oder Rahmen, durch die man gehen muß, Verwendung finden. GELLER [Lit.16] gibt als stärkstes Magnetfeld, das bei einem Durchgangs-Dedektor gemessen wurde, 398 A/m (5 Oe) an, was immerhin die Sicherheitsgrenze beträgt. Handapparate erzeugen nach GELLER kleinere Feldstärken. Da sich erfahrungsgemäß Kontrollbeamte entsprechenden Argumenten nicht verschließen, ist es einfacher und sicherer, Rahmendedektoren zu umgehen und die Kontrolle auf andere Weise durchführen zu lassen, wenn man etwa von einer Expedition mit wertvollen magnetischen Aufnahmen heimkehrt.

KNIGHT's Studie behandelt auch die möglichen Gefahren, die von Blitzableitern beim Einschlag eines Blitzes ausgehen. Er kalkuliert bei einem Blitzschlag von 270 kA ein Magnetfeld von 2000 A/m in 21 m Entfernung vom Blitzableiter, was zweifellos bereits über der angegebenen Toleranzgrenze liegt, meint aber, daß die statistische Wahrscheinlichkeit für einen Blitz in dieser Stärke sehr gering ist und daß nur 5 % aller Erdblitzes 80 kA überschreiten. Einer Darstellung von FRITSCH [Lit.15] ist zu entnehmen, daß die Blitzgefährdungsziffern für Wien im Verhältnis zu anderen österreichischen Gebieten eher gering sind und daß in Ebenen und Mittelgebirgen etwa 60% aller Blitzschläge Stromstärken unter 30 kA aufweisen und nur 10-15% höhere als 60 kA. Auf Grund eingehender Messungen wurde zur sicheren Dimensionierung von Blitzschutzanlagen der österreichische "Normalblitz" mit 60 kA definiert. Es wird daher sinnvoll sein, der Lage der Blitzableiter in dem Gebäude eines audiovisuellen Archivs Aufmerksamkeit zu schenken und vor allem zu bedenken, daß nicht zufälligerweise Metallregale in den Weg des Blitzes einbezogen werden (26).

Licht, UV- und Röntgenstrahlung:

Die schädliche Wirkung, die Licht- und UV-Strahlung auf praktisch alle Schallträgermaterialien mit einer gewissen Ausnahme von Schellackplatten hat, ist bei PICKETT und LEMCOE [Lit.32] eingehend diskutiert. Allerdings sind die normalerweise auftretenden Dosen unkritisch und werden überdies durch die Schutzhüllen wirksam abgehalten. Auch Röntgenstrahlung ist nur bei absichtlicher Applikation hoher Dosen materialgefährdend. Über den Einfluß dieser und anderer Strahlungen (Radar, Mikrowellen, Laser-, Gamma-Strahlen) auf die Magnetisierung

referiert S.B. GELLER auf Grund einer Studie des National Bureau of Standards, Washington (heute National Institute of Standards and Testing, NIST), und konstatiert, daß negative Beeinflussungen nicht zu befürchten sind [Lit.16]. Allerdings galt die Studie Computerbändern, deren Signale erst bei erheblicher Beeinflussung unlesbar werden. Mit gewisser Vorsicht sind diese Daten auf die digitalen Ton- und Bildträger extrapolierbar, in der analogen Domäne wird man allerdings - bis entsprechende Studien vorliegen - sicherheitshalber besonders vorsichtig sein.

Allgemeine Gefahren:

Neben den bisher behandelten Momenten, die die für Audio- und Videoträger spezifischen Gefahren aufgezeigt haben, wird es nützlich sein, kurz auf allgemeine Gefahren einzugehen (27). Die Gefahren durch Einbruch oder Diebstahl dürften jedermann bewußt sein; zur Feuergefahr ist zu bemerken, daß ein Brandschutz ausschließlich des Archivraums selbst keinesfalls ausreicht, um Schaden zu verhindern, wenn einzelne Träger schon bei Temperaturen über 50°C irreparable Schäden erleiden. Es wird daher notwendig sein, den Brandschutz so vorzusehen, bzw. die Brandmeldeanlagen so zu installieren, daß durch Brände in der Nähe der Archivräume unzulässig hohe Temperaturen im Archivraum selbst vermieden, bzw. die Gefahr entsprechend rechtzeitig automatisch gemeldet wird. Eine entsprechende Isolierung wird diese Gefahr verringern und gleichzeitig durch Förderung der Temperaturkonstanz Klimatisierungskosten senken helfen.

Mit den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Löschmittel, seien sie in Handfeuerlöschern oder in automatischen Löschanlagen verwendet, beschäftigen sich die vorläufigen Feuerschutzempfehlungen des Technical Committee der IASA [Lit.34]. Halon wird dort eine Präferenz wegen seiner relativen Harmlosigkeit den Trägern, Geräten sowie der Gesundheit gegenüber eingeräumt. Kohlendioxyd gefährdet das Leben, während Wasser sowohl Träger wie Geräte gefährdet. Pulverlöscher sollten jedenfalls wegen der enormen Staubeentwicklung, die sowohl für Träger wie für Geräte äußerst unangenehm ist, vermieden werden. Diese Ansicht wird im gesamten Gebiet des Kulturgüterschutzes mittlerweile geteilt, und automatische Halonlöschanlagen finden sich in allen Bereichen, wo unersetzliches Kulturgut vor Feuer geschützt werden muß. Halon gehört aber zur Gruppe der FCKWs, also der chlorierten und fluorierten Kohlenwasserstoffe, die für die Zersetzung der UV-dämmenden Ozonschicht verantwortlich gemacht werden. Auf Grund des *Protokolls von Montreal* haben sich die wichtigsten Staaten auf einen systematischen Rückzug aus der Verwendung von FCKWs verpflichtet. In dieser Situation hat das Technical Committee der IASA anläßlich der Jahrestagung der IASA in Cambridge 1989 eine *Anti Halon Ban Declaration* erlassen, die angesichts der Alternativlosigkeit zu Halon aufruft, eine Verwendung für audiovisuelle Archive so lange zu gestatten, bis entsprechende Substitute entwickelt sind. Es wird insbesondere darauf verwiesen, daß bei Bränden von audiovisuellen Datenträgern - ganz abgesehen vom immateriellen Schaden -

Produkte von erheblicher Giftigkeit entstehen und dadurch die Umwelt ganz erheblich mehr belasten als dies durch das Freiwerden von Halon, einschließlich statistisch zu erwartender Fehlauflösungen, der Fall ist. Derzeit ist in manchen Staaten die Errichtung oder der weitere Betrieb von Halon-Löschanlagen verboten, manche, darunter Österreich, gestatten für den Kulturgüterschutz eine Ausnahme.

Im individuellen Fall sind die günstigsten Feuerschutzmaßnahmen nach dem Studium der vorliegenden Empfehlungen unter Berücksichtigung der lokalen Vorschriften mit der zuständigen Feuerwehr zu besprechen und vor allem die Mitarbeiter eingehend zu instruieren.

Sehr genau sind wirkungsvolle Maßnahmen gegen Wassereinträge zu überlegen, wobei es sich um Leitungswasser, Löschwasser, Regenwasser nach Unwettern, Wasser aus verstopften Abflüssen und Kanälen, aus lecken Zentralheizungen und Klimaanlage handeln kann. Besonders kritisch sind hierbei unter dem Straßenniveau liegende Archivräume (28). Bei der Planung von audiovisuellen Archiven sollte daher die Lage der Lagerräume in dem jeweiligen Objekt sehr genau überlegt werden. Neben der erwähnten Gefahr für Wassereinträge sind Kellerräume auch deshalb ungünstig, weil in ihnen die Luftfeuchtigkeit in der warmen Jahreszeit, besonders bei feuchter Witterung, stark ansteigt und meist nicht ohne erheblichen Maschineneinsatz auf vernünftige Werte gebracht werden kann. Wenn immer möglich, sollte daher eine gut isolierte Kubatur im Inneren eines unteren Stockwerkes eines Hauses, aber nicht unter dem Straßenniveau, gewählt werden, weil sich dort im allgemeinen ein guter Kompromiß zwischen Sicherheit und preisgünstig herzustellendem Klima erreichen läßt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Will man audiovisuelles Archivgut wohlbehalten künftigen Generationen weitergeben, so bedarf es neben der Einhaltung aller Sicherheitsmaßnahmen einer Fülle von zusätzlichen Maßnahmen und Überlegungen, die nicht nur das verbleibende Restrisiko für die Träger selbst möglichst minimieren sollen.

Materialkontrolle

Bei allen Archiven, die vorfabrizierte Datenträger, vor allem massenvervielfältigte Konsumerformate sammeln, ist wenigstens auf die innerhalb der Gegebenheiten einwandfreie Beschaffenheit der gelieferten Exemplare zu achten, wenn schon auf die Wahl der Materialien selbst kein Einfluß genommen werden kann. In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, daß etwa im Magnetbandbereich

hinsichtlich der Stabilität erhebliche Unterschiede zwischen industriell duplizierten Kassetten untereinander und auch zu professionellen, für Archivzwecke im allgemeinen gut bewährten Materialien auftreten können. Aus der Sicht des allfälligen nicht unerheblichen Konservierungsaufwandes für billige Massenprodukte wäre es günstig, für die Erhaltung solcher Träger selbst keine Anstrengungen zu unternehmen, sondern sich auf die Bewahrung der Inhalts auf anderen Trägern zu konzentrieren. Dem widersprechen in manchen Ländern definitive gesetzliche Auflagen, die die Bewahrung des *Pflichtstückes* fordern. Schon zur Entlastung künftiger Generationen vor hoffnungslosem Konservierungsaufwand sollten derartige Bestimmungen entsprechend modifiziert werden. Es genügt nach Ansicht des Verfassers vollständig, wenn einzelne Stücke in beispielhafter Auswahl wie museale Objekte bewahrt werden, von der Menge der massenvervielfältigten Träger aber nur der Inhalt aufgehoben wird, wenn dies konservatorisch der günstigere Weg ist.

Bei der Wahl von Materialien zur Aufnahme - heute im wesentlichen also magnetische Träger - entscheidet man sich für hinlänglich ausgetestete Produkte von Markenherstellern. Es hat sich bewährt, stets größere Mengen möglichst aus einer Charge zu kaufen, wenn irgendmöglich einen Jahresvorrat im voraus. Sollten sich Schwierigkeiten mit diesen Produkten ergeben, was sehr selten vorkommt, aber nie ausgeschlossen werden kann, so verständigen die guten Firmen ihre Kunden, und man kann das Material austauschen, bevor es noch bespielt wurde.

Idealerweise sollte auf jeder angefertigten Aufnahme, jedenfalls aber auf jedem Archivmaster, eine Reihe von Testsignalen aufgespielt werden, die später als technische Referenz für die Aufnahmebedingungen sowie zur Bewertung der Degradation des bewahrten Aufzeichnung über die Zeit hinweg herangezogen werden können. Zwischen einer möglichst ausführlichen Signalfolge, die eine umfassende Qualitätsbeurteilung zuläßt, und der gebotenen Kürze derartiger Präfixe wäre ein vernünftiger Kompromiß zu wählen. Für den Audiobereich wurde eine derartige digital generierte Folge von kurzen Testsignalen unter der Mitarbeit des Verfassers vorgeschlagen [Lit.13,14]; deren Implementierung als Hardware ist derzeit in Entwicklung.

Für jede Charge von Aufnahmematerial, das für Archivzwecke herangezogen wird, sollte mindestens ein Stück nur mit den Testsignalen, möglichst an verschiedenen Stellen (etwa Anfang, Mitte, Ende), bespielt werden. Die unmittelbar nach der Aufnahme erzielten Wiedergabeergebnisse sind zu protokollieren, der Rest des Mediums bleibt für spätere Testzwecke frei. Die Teststücke sollen in lokaler Einheit mit den Archivmastern derselben Charge aufbewahrt und regelmäßig, etwa einmal jährlich, inspiziert werden. Auf diese Weise kann nicht nur ein sehr guter Nachweis über Erhalt (oder Verlust) der Signalqualität gewonnen werden, sondern auch mit hoher Wahrscheinlichkeit ein bedrohlicher Fehler oder Schaden rechtzeitig entdeckt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Obsolenz der Hardware

Mit fortschreitender Technik, insbesondere im Videobereich und bei der digitalen Signalspeicherung ganz allgemein, werden Abspielgeräte immer teurer, komplexer. So enthalten, sehen wir von den hochpräzisen mechanischen Teilen ab, moderne Recorder und Wiedergabegeräte hochintegrierte Bausteine, die eigens für diese Gerätegruppen hergestellt werden. Das heißt, daß die Abspielgeräte und ihre höchst spezifischen Ersatzteile zu vernünftigen Preisen nur so lange erhältlich sind, als das jeweilige Format, für das sie bestimmt sind, "lebt", also ein ausreichender Marktanteil die Nachfrage nach solchen Geräten garantiert. "Stirbt" ein Format kommerziell, so ist sehr bald schon mit fehlenden Ersatzteilen zu rechnen. Der Unterschied zu historischen Formaten liegt nun in der Komplexität der Wiedergabegeräte: Während es etwa leicht, wenn auch nicht gerade billig ist, einen Zylinderspieler mit heutigen Mitteln zu konstruieren, der besser ist, als alle historischen Wiedergabegeräte (29), ist es wohl technisch denkbar, aber praktisch unbezahlbar, etwa einen CD-Spieler als Einzelstück nachzubauen, wenn das Format längst aufgegeben und der letzte Ersatzteil dereinst einmal aufgebraucht sein wird. Bei den digitalen Videoformaten ist die Situation noch viel gravierender.

Die Frage der Erhaltung audiovisueller Datenträger ist also nicht nur eine, die sich auf die physische und chemische Integrität der Träger bezieht, sondern zusätzlich eine Frage der künftigen Verfügbarkeit der immer komplexeren Lesegeräte, ohne die wir auch mit den besterhaltenen Trägern nichts anfangen könnten. Im Audio- und Videobereich war es bis vor relativ kurzer Zeit der professionelle Markt, der die Entwicklung vorantrieb und dem der Konsumermarkt mit entsprechend "abgespeckten" Derivaten folgte. Vor allen der Audibereich zeichnete sich durch eine ungeheure Formatstabilität aus: Die Makrorillenplatten waren 50 Jahre am Markt, bald ebenso lang die nunmehr von der CD abgelösten Langspielplatten; die professionelle Magnetbandtechnik gibt es seit fast 60 Jahren. Die langen Einsatzzeiten haben weltweit so ungeheure Bestände an Archivgut geschaffen, daß selbst bei diesen nun in Ablösung begriffenen Techniken nicht zu fürchten ist, daß in absehbarer Zeit ein Mangel an Abspielgeräten eintreten wird (30). Angesichts der relativ geringen Komplexität dieser Formate wird es auch in Zukunft immer möglich sein, Geräte gleichsam "aus dem Block zu schnitzen".

Nicht ganz so ruhig verlief die Situation auf den Videosektor: Nach etwa 25 Jahren Lebenszeit des Zwei-Zoll-Formates folgte eine zirka halb so lange Periode der 1-Zoll-Formate B und C, die jetzt zu Ende geht, wobei sich ein eindeutiges professionelles Nachfolgeformat noch nicht abzeichnet. Es findet vielmehr eine Art Entwicklungswettlauf statt, der in immer kürzeren Abständen neue Formate auf den Markt bringt, wobei man nicht sagen könnte, daß den jeweilig früheren Entwicklungen eine nennenswerte Marktdurchdringung gelungen wäre, jedenfalls nicht gemessen an den Stückzahlen in den klassischen Formaten. Zunehmend wird auch der Konsumermarkt der Leitmarkt; das zeigt sich im Audibereich durch die Einführung

der CD und das Eindringen von R-Dat in den professionellen Bereich, für den es ursprünglich überhaupt nicht gedacht war. Im Videobereich ist wiederum der Einsatz für Reportagen (ENG, Electronic News Gathering) für die Formatentwicklung mitverantwortlich. Gemeinsam ist allen neuen Tendenzen ein für die Archivare betrüblicher Umstand: zunächst ist immer die Optimierung der Datendichte, nicht der Datensicherheit, im Vordergrund, auch wenn sich sowohl Rundfunk- und Fernsehanstalten wie auch Systementwickler zunehmend der Bedeutung und der Problematik der Archivierung audiovisueller Bestände bewußt werden.

Vollautomatische, "ewige" Archivsysteme

Die Lösung dieses Problems wurde vom Verfasser schon vor mehr als drei Jahren aufgezeigt [Lit.40] und nimmt auch, jedenfalls für den Audibereich, mittlerweile ganz konkrete Formen an. Sie besteht in der Errichtung von automatisch zugänglichen, sich selbst kontrollierenden und regenerierenden Archivsystemen. Im Vordergrund stünde nicht mehr die Erhaltung eines bestimmten Trägers, sondern des in Form eines Computerfiles abgelegten Dokumenteninhalts. Da diese Inhalte in digitaler Form gespeichert sind, ist eine fortlaufende verlustlose Weiterkopierung für beliebige Zeiten möglich. Der vollautomatische Zugriff würde auch die völlig selbsttätige Umformatierung auf neue Träger gestatten, womit auch eine graduelle Anpassung an den technischen Fortschritt ermöglicht würde und alte Techniken nicht unnötig fortgeschleppt werden müßten. Außer der jeweils ersten Eingabe der Dokumente - sowie der Wartung und Fortentwicklung des Systems selbst - ist kein Arbeitseinsatz mehr nötig. Gerade diese enorme potentielle Arbeitersparnis ist es, die derartige Systeme für Rundfunkanstalten als zentrale Infrastrukturen für einen automatischen Sendeablauf so interessant machen. Ganz folgerichtig weisen auch hier die gegenwärtigen Überlegungen der großen europäischen öffentlich-rechtlichen Sendeanstalten in diese Richtung, aber auch die großen nationalen Schallarchive überlegen Systeme zu ihrer automatischen Benützung von auswärts (31). Für den Audibereich wäre es hierbei aber wesentlich, daß für Archivzwecke - worunter wir die unverfälschte Bewahrung historischer Dokumente über längere Zeiträume verstehen - keine Datenreduktionsalgorithmen eingesetzt werden. Wenn immer ein volles Signal vorhanden ist, so müßte dieses in seiner Gesamtheit ohne Datenreduktion für künftige Zwecke aufbewahrt werden (32).

Auf dem Videosektor ist die konkrete Entwicklung zur vollautomatischen Sendeabwicklung noch nicht so weit vorangeschritten, wäre technisch aber mit heutigen Mitteln durchaus realisierbar.

In beiden Fällen scheint es, daß weniger das konkrete Speichermedium im Vordergrund stehen sollte. Wichtig ist vielmehr die Einigung auf ein mittelfristig stabiles, digitales Speichermedium, wobei das System nicht einmal für extrem kurze Zugriffszeiten ausgelegt sein müßte, zumal der Sendeablauf selbst von anderen, für

diesen Zweck entsprechend optimierten Zwischenspeichern weg erfolgen könnte [Lit.18].

Vorläufige, traditionelle Strategien

Bis es aber tatsächlich zur Einführung derartiger, sich selbst regenerierender Archivsysteme kommt, ist es notwendig, traditionelle Strategien zu pflegen.

In jedem Fall gilt, daß von jedem vorhandenen Original mindestens ein technisch möglichst gleichwertiger Archivmaster, idealerweise ein zweiter, angelegt wird, wobei Original und Archivmaster, bzw. die beiden Archivmaster an zwei verschiedenen Stellen zu lagern sind. Wenn immer eine intensivere Benützung vorgenommen wird, ist zusätzlich eine Arbeitskopie anzufertigen. Nach übereinstimmender Meinung aller Fachleute (33) ist der international akzeptierte Archivmaster immer noch das analoge Bandformat unter Verwendung von archivtauglichem Material, also Polyester-Standardband (52 µm Stärke) mit low-noise, high-output und low-print Qualitäten [Lit.33]. Gleichzeitig ist es natürlich bedauerlich, daß in diesem Fall von digitalen Originalen, wie sie z.B. gerne in der kulturanthropologischen Feldforschung heute mittels R-DAT hergestellt werden, ein Teil der Qualität verloren geht. Es hat sich in vielen Archiven nun die Praxis durchgesetzt, von solchen digitalen Originalen neben dem analogen Archivmaster eine digitale Kopie (Clon) herzustellen, wozu sich sowohl R-DAT selbst wie auch die aufnehmbare CD (CD-R) anbietet. Einige Institutionen stellen solche digitalen Kopien auf beiden Formaten her, um den Unsicherheiten der Stabilität der Träger selbst sowie der künftigen Verfügbarkeit von Abspielgeräten möglichst vorzubeugen. Dieses Vorgehen erfolgt in der Hoffnung, daß die so hergestellten digitalen "Archivmaster" (denen man die Stabilität, die man dem Analogband zutraut, mangels Erfahrungen noch nicht zubilligen möchte) so lange abspielbar sind, bis die oben beschriebenen Archivsysteme verfügbar werden.

Auf dem Videobereich ist die Situation nicht so einfach, weil durch die nachgerade inflationäre Entwicklung digitaler Videoformate sich derzeit noch keine entsprechende Marktstabilität für ein bestimmtes Format abzeichnet (34).

Jede digitale Archivierung hat aber die genaue Kenntnis des Zustandes der vorliegenden Digitalkopie bzw. der Genauigkeit ihrer Reproduktion zur Voraussetzung. Es muß stets gewährleistet sein, daß digitale Kopien nur innerhalb der vollen, code-regenerierenden Fehlerkorrektur hergestellt werden und nicht Fehlerverdeckungen (Interpolationen) aufweisen, die nicht mehr das volle Signal, sondern eben nur Abschätzungen darstellen. Es wäre daher zu fordern, daß von jedem digitalen Archivstück ein genauer Fehler-Statusreport vorliegt, der zusätzlich auch Aufschluß darüber gibt, wie sich der Träger über die Zeit hinweg bzw. in Abhängigkeit von der Zahl der Abspielungen verhält. Möglicherweise wird dieser Idealzustand nicht stets erreichbar sein, es müßte aber jedenfalls eine stichprobenartige Registrierung des Fehlerstatus durchgeführt werden, damit Serienfehler nicht unaufgedeckt bleiben.

Material in eine strukturell andere Verhaltensweise gebracht wird, die keine zwingenden Schlüsse auf das Verhalten bei Normaltemperaturen zuläßt.

Die in Anm. (1) erwähnten Arbeitsgruppen bemühen sich auch um eine Standardisierung von Alterungs-Testverfahren.

(5) Zur besseren systematischen Erforschung der Stabilitätsproblem audiovisueller Datenträger haben das Phonogrammarchiv der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, das Österreichische Kunststofforschungsinstitut, das Deutsche Bundesarchiv und das Centre for Archival Polymeric Materials der Manchester University ein Kooperationsabkommen geschlossen, dem als Projekt EU 892 - EURO CARE AVIDA der EUREKA-Status zuerkannt wurde.

(6) Überdies wurde von Systemherstellern darauf verwiesen, daß die äußerst delikate Lagerung der Nadelträger durch Alkohol in ihren mechanischen Eigenschaften geändert werden könnte und damit eine Veränderung der Compliance einherginge.

(7) Siehe hierzu insbesondere MÜLLER [Lit.30]. Man muß natürlich aber auch damit rechnen, daß in relativ jüngerer Zeit unerfahrenere, neu auf den Markt kommende Bandhersteller in ihrer Anfangszeit ungeeignete Materialien verwendet haben.

(8) Man bedenke hierbei, daß im Videobereich die Schreib- bzw. Lesegeschwindigkeiten zwischen 40 m/s (2-Zoll Quadruplex) und rund 5 m/s (VHS) liegen und bei R-Dat immerhin noch rund 3 m/s betragen, also rund um den Faktor 100 größer sind als im analogen Audiobereich.

(9) Siehe hierzu [Lit.20,46,49]. Wesentlich wäre bei allen digitalen Formaten, daß die Fehlerrate über eine möglichst hohe Zahl von Abspielungen im Bereich der vollen Fehlerkorrektur verbleibt und keine Fehlerverdeckung (error concealment, Interpolation, also eine bloße Abschätzung des Signals) stattfindet. So treten bei Herlas Tests, die er 1988 an frühen Dat-Bändern gemacht hat, Interpolationen bei den besten Bändern schon bei 80 Abspielungen auf. Der rezente Test in Studio Sound zählt nur Fehler und keine Interpolationen und stellt erstaunliche Unterschiede zwischen guten und schlechten Bändern fest. Dies legt die Vermutung nahe, daß eine Bandhersteller in letzter Zeit wesentliche Verbesserungen in Hinblick auf die Stabilität, die hier in erster Linie wohl auf die Abriebfestigkeit zurückzuführen ist, erzielen konnten. Jüngste Untersuchungen bei CBC (Canadian Broadcasting Corporation), die schriftlich leider noch nicht vorliegen, haben jedenfalls ergeben, daß Dat wesentlich verlässlicher und stabiler ist, als ursprünglich angenommen wurde (mündl. Mitteilung auf der Jahrestagung der IASA, Helsinki, August 1993).

(10) Im Rahmen einer Konsultation im Auftrag der UNESCO, die der Verfasser im Februar 1992 in Grenada, Trinidad & Tobago sowie in Guayana zur Verbesserung des audiovisuellen Archivwesens in diesen Ländern durchgeführt hat, wurde als Standard-Szenario die Kühlung audiovisueller Sammlungsbestände ohne begleitende Trocknungsmaßnahmen festgestellt.

(11) Die jeweiligen Empfehlungen stehen offenkundig unter dem Eindruck der Erfahrungen der Autoren: Besonders australische Archive haben an Teilen ihrer Sammlungen böse Hydrolyseprobleme beobachtet [Lit.6,17]. Der genaue Grund dafür ist nicht restlos geklärt, die Hypothese dürfte aber nicht abwegig sein, daß ein langer Seeweg am Beginn der Lebenszeit der Bänder einen später auftretenden nachhaltigen Schaden beschert. An Rundfunk-Bändern deutscher Provenienz traten derartige Schäden unseres Wissens bisher nie auf, was sich offenkundig auch in den lockereren Empfehlungen der jüngsten BASF Kundeninformation [Lit.3] widerspiegelt.

(12) Die lediglich drei Fälle von Hydrolyse von Oxidbindemittel im Umfeld des Phonogrammarchivs sind alle assoziiert mit sogenannten Amateurbändern, die nach langen Interkontinentalflügen in feucht-heißen Gegenden landeten.

(13) Besonders bewährt haben sich dunkle (schwarze) Oberflächen, weil sie Verschmutzungen unbarmherzig sichtbar machen und so die Kontrolle einer effektvollen Reinigung erst ermöglichen.

(14) Ob derartige antistatische Ausrüstungen allenfalls unerwünschte andere Nebenwirkungen zeigen, mußte systematisch hinterfragt werden.

(15) Dieser Umstand wird suggeriert durch Erfahrungen des unterschiedlichen Verhaltens von Trägern der gleichen Charge an verschiedenen Orten unter sonst annähernd gleichen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen.

(16) Weite Verbreitung haben Plattenreinigungsmaschinen der englischen Firma Keith Monks erfahren sowie Produkte der amerikanischen Marke Nitty Gritty.

(17) Dies führt besonders bei Azetatzellulosebänder zu dem im Abschnitt Temperatur und Luftfeuchtigkeit beschriebenen Speichereffekt, mitunter auch zu erheblichen Abspielschwierigkeiten [Lit.42].

(18) Wer bei analogen Bändern auf tails-out-Lagerung besteht (s.u. unter Kopiereffekt), verfährt umgekehrt.

(19) Für die Umwicklung alter, spröder Audiobänder sowie für solche ohne Rückseitenmattierung empfiehlt sich die Verwendung langsamer Wickelgeschwindigkeit in der Größenordnung bis zu 1 m/s herab. In Amerika werden solche langsamen Wickelgeschwindigkeiten generell (Terminus "library wind") empfohlen; es sind jedoch nicht alle Studiogeräte dafür eingerichtet. In diesem Zusammenhang wird daran erinnert, daß die alte deutsche Bandbreite im Gegensatz zur späteren internationalen Norm von 6,3 mm mit 6,5 mm genormt war und deutsche Produkte bis Anfang der fünfziger Jahre so geschnitten wurden. Es muß also jeweils untersucht werden, ob die zur Verfügung stehenden Wickel- oder Abspielgeräte nicht die Kanten solcher historischen Bänder beschädigen. So verlockend der Einsatz historischer Maschinen in diesem Zusammenhang auch sein mag, so eindringlich sei davor gewarnt, weil die viel zu robusten mechanischen Eigenschaften derartiger Geräte die brüchigen alten Bänder meist allzusehr ruinieren [Lit.39].

(20) Die Forderung des jährlichen Umwickelns würde im kleinen Phonogrammarchiv mit seinen rund 5000 Bändern mindestens eine Halbtagskraft dauernd beschäftigen.

(21) Im Fall von Vinylplatten ist diese Überlegung hinfällig, weil das Plattenmaterial selbst einen sehr niedrigen Erweichungspunkt aufweist.

(22) Tatsächlich ergab im Phonogrammarchiv eine diesbezügliche Kontrolle an Stahlregalen ein Magnetfeld, das allerdings in seiner Größenordnung völlig unbedeutend war.

(23) Die Erklärung erfolgt hier in stark simplifizierter Form. Eine gute Zusammenfassung aller den Kopiereffekt betreffenden Faktoren geben unter Einschluß ausführlicher Literaturangaben BERTRAM, STAFFORD und MILLS [Lit.5].

(24) Zur Messung des Kopiereffekts haben sich in Europa weitgehend die Empfehlungen nach DIN 45 519 durchgesetzt [Lit.9].

(25) Bei dünneren Bändern liegen die Maxima bei entsprechend höheren Frequenzen.

(26) Die Berechnung der Feldstärke erfolgt nach der Formel

$$H \text{ (Stärke des Magnetfeldes)} = \frac{I}{2\pi r} \text{ A/m oder } \frac{2I}{10^3 r} \text{ Oe}$$

wobei I die Stromstärke in Ampere und r die Distanz vom Blitzableiter in Metern ist [Lit.24]. Beim Einsetzen der im jeweiligen Archiv zu erwartenden Größen kann man sich die Gefährdung ausrechnen. Bei mehreren Blitzableitern im Haus findet eine, wenn auch ungleichmäßige, Verteilung der Stromstärke auf die einzelnen Ableiter statt. Der Verfasser dankt Herrn Prof. Volker FRITSCH für seine liebenswürdigen Auskünfte und den Literaturhinweis.

(27) Eine sehr eingehende Behandlung allgemeiner Sicherheitsbestimmungen findet sich bei Dietrich LOTICHIUS [Lit.27].

(28) Eine Methode zur Trocknung von durchfeuchteten Tonbändern beschreibt LOTICHIUS [Lit.28].

(29) Es wurden in letzter Zeit von mehreren Archiven derartige Zylinderspieler gebaut [Lit.26], deren Gestehungskosten bei Herstellung in kleiner Serie etwa um US \$ 5000.-liegen würden.

(30) Wohl werden aber die Preise für die Geräte zur Wiedergabe der dann historischen Träger schon wegen der kleineren Produktionszahlen steigen. Auch ist anzunehmen, daß sich an Stelle der großen Konzerne eher kleine Unternehmungen dieses Marktes bemächtigen werden, wie dies derzeit sehr gut beim Markt für Abspielgeräte und Zubehör für Makrorillenplatten zu sehen ist.

(31) Bei der Tonmeistertagung 1993 wurden derartige, vollautomatische Archivsysteme konkret vorgeschlagen, das Programm Blue Danube Radio des ORF arbeitet bereits nach solchen Prinzipien und mit dem Jukebox Projekt von drei Nationalen Schallarchiven (London, Rom, Aarhus) wird eine Pilotstudie zum telematischen Abruf von Daten zwischen diesen Archiven mit EG-Unterstützung durchgeführt. Diese Projekte bzw. Realisationen arbeiten allerdings mit datenreduzierten Formaten (s. u. Anm.32)

(32) Während bisher die Tonaufnahme-, Übertragungs-, Speicher- und Wiedergabetechnik bemüht war, das akustische Ereignis (Schallfeld) möglichst naturgetreu einzufangen und bei der Wiedergabe zu rekonstruieren, so nützen datenreduzierte Formate (im Konsumerbereich z.B. DCC und MD) psychoakustische Erkenntnisse aus, auf Grund derer der Mensch nur einen Teil dessen tatsächlich wahrnimmt, was an Schall an sein Ohr dringt. Es wird also nicht ein Analogon eines Ereignisses übertragen, sondern der Versuch unternommen, denselben Eindruck zu erwecken, den jemand am Ort der Aufnahme gehabt hätte. Die bisher vorliegenden Datenreduktionsalgorithmen sind gut ausgetestet und tatsächlich - sieht man von extrem kritischen Signalen ab - in vergleichenden Hörtests nicht wahrzunehmen. Schwierigkeiten ergeben sich aber bei der Kaskadierung, das heißt dem mehrmaligen Durchlaufen von Kodierung und Dekodierung sowie bei der Nachbearbeitung, also der Filterung und gegenseitigen Vermischung derartiger Signale. Schließlich kann nicht ganz ausgeschlossen werden, daß die an den heutigen Ohren erprobten Reduktionsverfahren durch entsprechende Schärfung der Aufmerksamkeit nach einiger Zeit künftigen kritischen Hörern nicht mehr so leicht verborgen bleiben.

Datenreduktion stellt somit ein sehr effektvolles Mittel dar, wenn es gilt, für Hörzwecke hochqualitative Signale über relativ schmalbandige Kanäle (Leitungen, Sender) zu befördern. Wenn es aber darum geht, Geschichte festzuhalten und zu vermitteln, so sollte von diesem Verfahren - sofern man ein volles Originalsignal zur Verfügung hat - kein Gebrauch gemacht werden. Angesichts der Tatsache, daß die reinen Lagerkosten nur einen geringen Prozentsatz der gesamten Archivkosten ausmachen (ca. 5 %), trägt eine Verringerung des reinen Lagervolumens wenig zur Kostensenkung im Archivbereich bei [Lit.10]. Vgl. hierzu auch [Lit.18,41] Dieses Thema nahm auf der Jahreskonferenz der International Association of Sound Archives, August 1993 in Helsinki, breiten Raum ein. Die dort vorgetragenen Papiere werden in einem der nächsten IASA-Journals erscheinen.

(33) IASA Technical Committee; AES Standards Committee SC-3, Subcommittee on the Preservation and Restoration of Audio Recordings; AES/ANSI Joint Technical Commission on Stability of Optical and Magnetic Systems (IT9-5).

(34) H. Pichler und D. Schüller bereiten derzeit eine Studie vor, in der die heute entwickelten digitalen Audio- und Videoformate in Hinblick auf ihre Datensicherheit untersucht werden.

Literatur:

- [1] N. ALLEN et al : Factors Influencing the Degradation of Polyester Based Cinematographic Film and Audio-Visual Tapes. In: Boston, G. (Ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the Third Joint Technical Symposium, Ottawa 1990. 1992
- [2] E. ASCHINGER, Report on Measurements of Magnetic Stray Fields in Sound Archives. In: Phonographic Bulletin 27/1980
- [3] BASF, Archivierungs- und Handlungsvorschriften (Mannheim, 1992)
- [4] N. BERTRAM and A. ESHEL, Recording Media Archival Attributes (Magnetic), New York 1980
- [5] N. BERTRAM, M. STAFFORD and D. MILLS, The Print-through Phenomenon. In Journal of the Audio Engineering Society 10/1980
- [6] K. BRADLEY, Restoration of Tapes with a Polyester Urethane Binder. In: Phonographic Bulletin 61/1992
- [7] K. BREMS, The Archival Quality of Film Bases. In: Orbanz, E. (Ed), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the (2.) Joint Technical Symposium, Berlin 1987. Berlin 1988
- [8] E.D. DANIEL and P.E. AXON, Accidental Printing in Magnetic Recording. In: BBC Quarterly 5, 1950/51
- [9] DIN 45 519, Teil 1, Magnetbänder für Schallaufzeichnung, Bestimmung der Kopierdämpfung, Februar 1976
- [10] C. L. DUISBURG, Costs of Storage in Sound Archives. In: Phonographic Bulletin 54/1989.
- [11] EBU - TECHNICAL CENTRE, Study of the Storage of Sound Programmes Recorded on Magnetic Tape, Brüssel 1971
- [12] J.-M. FONTAINE, Conservation des Enregistrements Sonores sur Bandes Magnétiques: Étude Bibliographique. In: Analyse et Conservation des Documents Graphiques et Sonores: Travaux du Centre des Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques 1982-1983. Paris 1984.
- [13] H. FRANK, H. PICHLER und D. SCHÜLLER, "Rosetta Tone" - a Technical Quality Fingerprint for Audio Recordings. Paper read at the 92nd AES Convention, Vienna, March 1992. AES Preprint 3342.
- [14] H. FRANK, H. PICHLER und D. SCHÜLLER. "Rosetta Tone Generator" - Implementation of a DSP-Generated Test Signal in a Re-Recording Setup. Paper read at the 94th AES Convention, Berlin, March 1993. AES-Preprint 3617.
- [15] V. FRITSCH, Errichtung und Überprüfung von Blitzschutzanlagen, Einführung in die physikalisch-technischen Grundlagen, Beilage zu: ÖVE-E 49/1973 + ÖVE-E 49a/1976, Blitzschutzanlagen, Wien 1977 (1973)
- [16] S.B. GELLER, Erasing Myths about Magnetic Media. In: Datamation, March 1976
- [17] I. GILMOUR and V. FUMIC, Recent Developments in Decomposition and Preservation of Magnetic Tape, in: Phonographic Bulletin 61/1992

- [18] A. HÄFNER, The Introduction of Digital Mass Storage Systems in Radio Broadcasting: A Report on the Progress within the ARD. Paper read at the IASA Annual Conference, Helsinki, August 1993 (in print for IASA Journal)
- [19] F. HAYAMA et al., Study of Corrosion Stability on DAT Metal Tape. Paper read at the 92nd AES Convention, Vienna, March 1992. AES Preprint 3237
- [20] S. HERLA, Is R-DAT a Recording Format for Professional use? - Measurements and Considerations. Paper read at the 86th AES Convention, Hamburg, March 1989. AES Preprint 2769
- [21] IASA - TECHNICAL COMMITTEE, Standard for Tape Exchange between Sound Archives, in: Phonographic Bulletin 19/1977
- [22] W.R.ISOM, Evolution of the Disc Talking Machine. In: Journal of the Audio Engineering Society 10-11/1977
- [23] S.K. KHANNA, Vinyl Compound for the Phonographic Industry. In: Journal of the Audio Engineering Society 10-11/1977
- [24] G.A. KNIGHT, Factors Relating to Long Term Storage of Magnetic Tape. In: Phonographic Bulletin 18/1977
- [25] F. KRONES, Guidelines for the Conservation of Magnetic Tape Recordings. In: FIAF, Preservation and Restoration of Moving Images and Sound, Brussels 1986
- [26] F. LECHLEITNER, A Newly Constructed Cylinder Replay Machine. In: Boston, G. (Ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the Third Joint Technical Symposium, Ottawa 1990. 1992
- [27] D. LOTICHIUS, Sicherheit zuerst - auch für Tonträger. In: Phonographic Bulletin 4/1972
- [28] D. LOTICHIUS, Measures for the Preservation and for the Protection of Archived Program Property on Sound Carriers. In: Phonographic Bulletin 31/1981
- [29] J. McWILLIAMS, The Preservation and Restoration of Sound Recordings, Nashville 1979
- [30] R. MÜLLER, On Improvements of Magnetic Tape. Shown by Measurements on Early and Newer Tapes. In: Journal of the Audio Engineering Society 10/1988
- [31] K.E. NAUMANN and E.D. DANIEL, Audio Cassette Chromium Dioxide Tape, In: Journal of the Audio Engineering Society 10/1971
- [32] A.G. PICKETT and M.M. LEMCOE, Preservation and Storage of Sound Recordings, Washington 1959. Reprint by ARSC, 1991
- [33] D. SCHÜLLER, Archival Tape Test. In: Phonographic Bulletin 27/1980
- [34] D. SCHÜLLER, Preliminary Recommendations for Fire Precautions and Fire Extinguishing Methods in Sound Archives. In: Phonographic Bulletin 35/1983
- [35] D. SCHÜLLER, Konservierung, Restaurierung und Obsoleszenz. In: Das Schallarchiv 22/1987
- [36] D. SCHÜLLER, Data Density versus Data Security. Pleading for Formats Suitable for Archival Purposes. In: Orbanz, E (Ed), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the (Second) Joint Technical Symposium, Berlin 1987. Berlin 1988
- [37] D. SCHÜLLER, Sound Tapes and the "Vinegar Syndrome". In: Phonographic Bulletin 54/1989
- [38] D. SCHÜLLER, Audiovisuelle Archivierung an der Schwelle des digitalen Zeitalters. In: Das Audiovisuelle Archiv 27/28, 1990 (1991)
- [39] D. SCHÜLLER, The Ethics of Preservation, Restoration and Re-Issues of Historical Sound Recordings. In: Journal of the Audio Engineering Society 12/1991
- [40] D. SCHÜLLER, Towards the Automated "Eternal" Sound Archive. In: Boston, G. (Ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the Third Joint Technical Symposium, Ottawa 1990. 1992
- [41] D. SCHÜLLER, Auf dem Weg zum "ewigen", vollautomatischen Schallarchiv. In: 17. Tonmeisterstagung Karlsruhe 1992, Bericht. München, London, New York, Oxford, Paris 1993

- [42] D. SCHÜLLER, Early Stereophonic Recordings on Magnetic Tape (1943 and 1944) and Their State of Preservation. Paper read at the 94th AES Convention, Berlin, March 1993. AES-Preprint 3523. Deutsche Fassung: Frühe Stereo-Magnetband-Aufzeichnungen (1943 und 1944) und deren Erhaltungszustand. In: Heinz H. K. Tiehle (Hrsg.), 50 Jahre Stereo-Magnetbandtechnik. Die Entwicklung der Audio Technologie in Berlin und den USA von den Anfängen bis 1943. Berlin 1993
- [43] L.E. SMITH, Factors Governing the Long Term Stability of Polyester-Based Recording Media. National Institut of Standards and Technology (NIST), Washington 1989
- [44] S. SMOLIAN, Preservation, Deterioration and Restoration of Recording Tape. In: ARSC Journal, 2-3/1989.
- [45] SONY, Archived Stability of Metal Video Tapes, MPG Technical Report, vol. 6
- [46] J. WATKINSON, DAT Errors. In: Studio Sound, June 1993
- [47] G. WELZ, On the Problem of Storing Videotapes. In: Orbanz, E. (Ed), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the (2.) Joint Technical Symposium, Berlin 1987. Berlin 1988
- [48] J. WHEELER, Archiving the Various Audio and Video Tape Formats. In: Orbanz, E. (Ed), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the (Second) Joint Technical Symposium, Berlin 1987. Berlin 1988
- [49] S. WISE, DAT Tape Tests, In: Studio Sound, May 1993

Danksagung:

Der Autor dankt zunächst seinen Kollegen im Technical Committee der IASA sowie im Technical Co-ordinating Committee of the International Federations for Audio, Film and Television Archives (TCC) für die langjährige formelle und informelle Zusammenarbeit, die erst die Basis bildet, auf Grund derer eine Arbeit wie diese entstehen kann.

Gerald D. Gibson, Library of Congress, Dipl. Ing. Albrecht Häfner, Südwestdeutscher Rundfunk, Friedrich Engel sowie Rudolf Müller (BASF Magnetics) verdankt der Verfasser viele wertvolle Hinweise.

Besonderer Dank gilt Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. Otto Hinterhofer und Univ.-Doz. Dipl. Ing. Dr. Konrad Binder vom Österreichischen Kunststoffinstitut, die bei den chemischen Inhalten der Arbeit beratend und helfend zur Seite gestanden sind.