

# Sachgerechte Langzeitlagerung von Analog- und Digitalbändern

Verfasser: Werner Singhoff, ca. 1992

Meine Damen und Herren,

ich denke, Sie werden weder befürchten noch hoffen, zum Thema "Sachgerechte Langzeitlagerung von Analog- und Digitalbändern" grundsätzlich Neues zu hören. Ich will vielmehr im Grunde Bekanntes auffrischen und in größere Zusammenhänge stellen, damit einige Faustregeln besser verständlich werden. Dazu will ich eine repräsentative Auswahl von Untersuchungsergebnissen der letzten Jahre Revue passieren lassen.

Es muß mittlerweile nicht mehr eigens betont werden, welcher Wert der Erhaltung der audiovisuellen Archive zukommt - die rege Beteiligung an dieser Veranstaltung spricht deutlich genug. Gehen wir also mitten in die Praxis und betrachten den Haupt-Gegenstand unserer Themas, das Magnetband.

## 1. Bandaufbau

Magnetband - Grundsätzlicher Aufbau

Magnetband ist ein Chemieprodukt mit einer sehr komplexen Struktur; weit komplizierter, als es den Anschein haben mag. Wird lange Lebensdauer angestrebt, müssen sich diese Verbindungen mit ihrer Umgebung in einem Gleichgewichtszustand befinden.

Ein modernes Studio-Magnetband besteht aus einer Rückschicht und einer oder zwei Magnetschichten übereinander, die auf einer Trägerfolie verankert sind.

### 1.1 Trägerfolie und Eigenschaften

#### **Azetylcellulose:**

ca. 1934 ... 1954

relativ geringe Elastizität und Reißfestigkeit

reißt jedoch glatt ab - leicht zu reparieren

relativ hohe Temperatur- und Feuchtlängungskoeffizienten; daher unzulässig hohe Wickeldrücke spröde; trocknet aus

#### **PVC**

ca. 1943 bis 1963 (BASF AG bis 1972: LR 56, LGR 30)

schmiegsamer als Azetylcellulose

höhere Belastbarkeit als Azetylcellulose

verdehnt sich beim Reißen - Beschädigung

war praktisch nie ganz lochfrei herzustellen

#### **Polyester (PET, Polyethylenterephthalat)**

Als *Trägerfolie* wird heute normalerweise *Polyester* eingesetzt, weil seine physikalische und chemische Stabilität über einen großen Klimabereich gewährleistet ist. Auch gegenüber Feuchte oder Nässe ist Polyester relativ unempfindlich. Die obere Temperaturgrenze liegt bei etwa 80 °C. Darüber verschlechtern sich die elastischen Eigenschaften von Polyester drastisch.

seit ca. 1955 praktisch einziger Trägerfolientyp

relativ hoch belastbar und gleichmäßig produzierbar; bei mechanischer Überlastung starke Dehnung - betrieblich nachteilig.

Die weitere Darstellung bezieht sich nur auf Polyester

### 1.2 Haftvermittler (kurz erläutern)

### 1.3 Schicht

Die Magnetschicht hat eine komplexe chemische Struktur: sie besteht aus den Magnetpartikeln, Bindemittel, Gleitmittel, Fungiziden, Zusätzen zur Einstellung einer bestimmten Leitfähigkeit, Stabilisatoren usw., um nur einige wichtige hier zu nennen. Alle diese Komponenten werden von einem polymeren Bindemittelsystem zusammengehalten - sie sind vernetzt - und stehen zusammen im chemischen Gleichgewicht.

#### 1.3.1 Magnetpigment

bis 1970 praktisch ausschließlich Eisenoxid, ab 1971 Chromdioxid, danach kobaltdotierte Eisenoxide, ab 1978 Metallpigment für , ca. 1980 Metaldampf-Schichten

Stabilität der meistverwendeten magnetischen Pigmente gilt als erwiesen - nach ca. 60-jähriger Praxis - (Ausnahmen: einige Magnetite  $Fe_3O_4$  und erste Bänder mit kobalt-dotierten Eisenoxiden); Hinweis auf RRG-Bänder und Bänder der BASF von 1936 ff.

Die Curie-Temperatur für Eisenoxid beträgt ca. 300 °C, die für Chromdioxid ca. 130 °C. Es ist daher nicht verwunderlich, daß Beschränkungen der Betriebs- und Lagertemperatur auf das eingesetzte Kunststoffmaterial zurückzuführen sind.

#### 1.3.2 Bindelack

Kritische Komponente Nr. 1 ist das Bindemittel zur Einbettung des Magnetpigments und zur Bindung an die Trägerfolie; gut erforscht sind Polyurethan-Lacke, daneben gibt es noch "konservative" Rezepturen, wie sie lange bei BASF bevorzugt wurden.

Bei sehr tiefen Temperaturen (ca. -40 °C) wird das Bindemittel brüchig. Bei Temperaturen über 65 °C erweicht das Bindemittel; es kann zu Verklebungen im Wickel kommen, so daß die Wickel lose werden und zerfallen.

#### 1.3.3 Gleitmittel

Bei hohen Temperaturen besteht die Gefahr, daß das Gleitmittel oxidiert, bei tiefen Temperaturen kann es kristallisieren bzw. nach längerer Lagerung bei Temperaturen unter 5 °C als weißliche Schicht austreten. Beide Effekte rufen Kopfzusetzer hervor. Bandhersteller empfehlen daher eine Lagertemperatur um 20 °C und eine relative Luftfeuchte um 45 %.

#### 1.3.4 Zuschlagstoffe wie Dispergierhilfsmittel, Fungizide

### 1.4 Die Rückschicht

oder Rückseitenmattierung besteht aus einer dünnen, meist schwarzen Beschichtung, deren Aufgabe es ist, statische Aufladung des Bandes im Betrieb zu verhindern und gleichzeitig das Ausschießen von einzelnen Windungen beim Umspulen zu vermeiden. Als nützliche Information haben manche Bandhersteller zusätzlich die Typenbezeichnung und die Chargennummer aufgedruckt.

Erlauben Sie mir einige Worte über die Verantwortlichkeit des Bandherstellers.

Da zu vermuten ist, daß jede Störung des Gleichgewichts-Zustandes eines Magnetbands Auswirkungen haben muß, hat der Bandhersteller dafür Sorge zu tragen, daß die Magnetschicht sich im Gleichgewicht mit sich selbst befindet, aber auch mit der Umwelt, in der Magnetbänder üblicherweise benutzt werden. Dazu kommen noch die mechanischen Anforderungen aus dem Aufnahmesystem, für das das Band konzipiert worden ist.

Jeder verantwortliche Bandhersteller prüft eine neue Bandrezeptur nach ausführlichen chemischen, physikalischen und betriebsnahen Verfahren. Danach schließt sich ein Praxistest bei ausgewählten Anwendern an. Die Lebensdauer oder Langzeitstabilität einer neuen Rezeptur läßt sich nur mit künstlichen Alterungstests abschätzen. Ein neuentwickeltes Band wird also einem mehrere Monate dauernden Wechselklima-Test unterzogen wird, nach folgenden Muster:

hohe Temperatur und hohe Feuchte  
hohe Temperatur und geringe Feuchte  
tiefe Temperatur

Während dieses Tests werden die Bänder in festgelegten Abständen geprüft. Nach jeder Prüfung kommen die Bänder in das Wechselklima zurück und die die Lagerzeit verdoppelt. Künstliche Alterungen finden unter streng kontrollierten Bedingungen statt, sind damit also nicht direkt auf die Praxis übertragbar. In der Wirklichkeit können die klimatischen Bedingungen, denen Magnetbänder

ausgesetzt sind, signifikant verschieden sein. Es ist zum Beispiel bekannt, daß Luftverschmutzungen durch bestimmte Chemikalien einen erheblichen Einfluß auf die Gesamtlebenszeit eines Magnetbandes haben. Bandhersteller sind daher gut beraten, in der Praxis bewährte Bandrezepturen zu erhalten und neue Rezepturen (oder auch nur "leichte Modifikationen derselben") sehr sorgfältig einzuführen.

## **2. Umwelteinflüsse, die Magnetband oder Aufzeichnungen gefährden können**

### **2.1 Zeit: Haltbarkeit magnetischer Aufzeichnungen**

Magnetostriktion durch Abspielen nur theoretisch von Bedeutung (Ausnahme: gewisse Magnetit-Bänder und frühe Co-dotierte Eisenoxide)

Stabilität der meistverwendeten magnetischen Pigmente gilt als erwiesen - nach ca. 60-jähriger Praxis - (Ausnahmen: einige Magnetite  $Fe_3O_4$  und erste Bänder mit kobalt-dotierten Eisenoxiden); Hinweis auf RRG-Bänder und Bänder der BASF von 1936 ff.

### **2.2 Temperatur- und Feuchtigkeiteinflüsse**

Temperatur vs. Magnetbandeigenschaften ("Thermometer")

Das für Magnetband verwendete vorgereckte Polyester schrumpft bei Erwärmung und dehnt sich bei Abkühlung aus. Zu warm gewordene Bandwickel können sich daher tellerartig verformen; zu kalt gelagerte Wickel können vom Kern fallen oder im Betrieb zu Cinch-Falten auf der Abwickelseite führen.

Längenänderungen; Auswirkungen auf Zustand des Bandwickels

Umgebungstemperatur von größter Bedeutung; Faustregel: bei Temperaturanstieg um 10 °C laufen chemische Prozesse mit doppelter Geschwindigkeit ab

Hinweis auf physikalische Verknüpfung von Temperatur und Feuchtigkeit; Achtung auf Taupunkt; deswegen neben Temperatur-Überwachung auch Feuchtigkeits-Überwachung nötig (tropische Länder!)- Falls zwischen dem Bandlager und dem Arbeitsraum, z.B. dem Studio, eine größere Temperatur- oder Feuchte-Differenz vorhanden ist, muß das Band im Arbeitsraum akklimatisiert werden.

Feuchte vs. Magnetbandeigenschaften ("Hygrometer")

### **2.3 Hydrolyse; Ursachen und Auswirkungen**

Bindemittel: Luftfeuchtigkeit läßt die langen Polymerketten aufbrechen, was Binde-Eigenschaften stark verschlechtert; freierwerdende Säure beschleunigt den Prozeß

Auslöser: Säurespuren oder Luftverschmutzungen

Folge: Band schmiert; Pegelverlust bzw. erhöhtes Farbrauschen

Abhilfe: sorgfältiges Austrocknen (Hinweis auf Ausarbeitung), mechanisches Reinigen, Sicherheitskopie

Hydrolyse vermeiden mit angemessener Temperatur und Feuchte

Hohe Luftfeuchte und *gleichzeitig* hohe Temperatur sind die Hauptfeinde der Magnetschicht. Zahlreiche moderne Rezepturen verwenden *Polyurethane* als Bindemittel, die sehr dauerhafte und elastische Schichten ergeben. Leider haben sich aber einige Polyurethane als sehr empfindlich gegen Feuchte und hohe Temperatur erwiesen. Kurz gesagt: wenn derartige Rezepturen längere Zeit hoher Feuchte und Temperaturen über 45 °C ausgesetzt bleiben, können die langen Polymerketten des Bindemittels zerbrechen. Oder, mit den Worten eines englischen Fachmanns:

*"Im Magnetband wird ein vernetzter Polyester-Polyurethan-Binder benutzt. Ein Polyester ist eine Kette von Ester-Verbindungen. Ester bilden sich aus chemischen Reaktionen zwischen Säuren und Alkoholen. Eine solche Reaktion setzt als Nebenprodukt Wasser frei. Magnetband ist in Anwesenheit von atmosphärischer Feuchtigkeit von Hydrolyse gefährdet. Bei dieser Reaktion verbindet sich Wasser mit einem Ester und bildet Karbolsäure und Alkohol. Weil aber der Ester Bestandteil der Verknüpfungen ist, die den Bindelack zusammenhalten, schwächt Hydrolyse diesen Bindelack, was zu Schichtabrieb führt. Daraus folgen wiederum drop out und allmähliches Unbrauchbarwerden des Bandes aufgrund starken Abbaus. Glücklicherweise ist Hydrolyse reversibel und tritt nicht notwendigerweise bei angemessenen Lagerbedingungen auf."* (Walter E. Davies, Preserving Magnetic Tape, Broadcast Engineering, October 1987)

Das Diagramm zeigt den kritischen Temperatur- und Feuchtebereich. Die Zone in der oberen rechten Ecke ist schlecht für Betrieb und Lagerung. Mehr als 20 % des Bindemittels werden durch Hydrolyse zerstört. Optimal ist natürlich der Bereich unten links ohne jede Hydrolysegefahr. Im mittleren Bereich, mit schwacher Hydrolyse, kann mit Magnetband gearbeitet werden, wenn die Arbeit in einem Arbeitstag abgeschlossen werden kann.

## 2.4 Verunreinigungen

Magnetband und Verschmutzungsquellen; Größenordnung

Der Einfluß von Luftverschmutzungen

Die Abb. ■■ zeigt Fremdkörper verschiedener Größen im Vergleich zu einer 5 µm Videoschicht und einem Videokopf.

Staub ist der lästigste Faktor unter den Verschmutzungsquellen. Als erstes ist der Bandweg auf der Maschine stets sauber zu halten. Hierzu ist fusselfreies Tuch sowie geeignetes Lösungsmittel zu verwenden. Zumindest sollten nach jeder Aufnahmesitzung Tonköpfe und Bandführungen geputzt werden, auch wenn keine Ablagerungen zu sehen sind.

"Saubere Luft im Archiv" heißt aber nicht nur Freiheit von Staub, sondern auch Freiheit von Chemikalien. Neuere Untersuchungen zeigen, daß saure Partikel in der Luft den Abbau einiger Bindemittel beschleunigen oder katalytisch auslösen können. Das passiert selbst dann, wenn Temperatur- und Luftfeuchte in Ordnung sind. So können z.B. Fußbodenreiniger, Poliermittel für Fußböden usw. saure Bestandteile enthalten. Oft werden wohl Luftfilter nötig sein.

Unter anderem zeigt die Skizze, daß denaturierter Alkohol, also Spiritus, nicht unbedenklich ist, falls Rückstände an bandberührenden Maschinenteilen verbleiben oder gar Tropfen auf das Magnetband gelangen. Ein Fingerabdruck kann 15 µm dick auftragen und verursacht dann bei 16 kHz und der Bandgeschwindigkeit 38 cm/s einen Pegel einbruch von 34 dB!

Fingerabdrücke bilden die zweite Standard-Verschmutzungsquelle. Sie sind ein idealer Haftgrund für Staub. Fingerabdrücke auf der Bandwickelfläche können katalytisch wirken und schädliche chemische Reaktionen hervorrufen. Wie schon gesagt, verursachen Staub- und Fingerabdrücke auf der Magnetschichtseite Signaleinbrüche infolge der Abstandsdämpfung. Händewaschen vor Bandbearbeitung ist daher erforderlich, und die Anwendung von Handcremes ist als kritisch einzustufen!

Einfluss von Abstands-Dämpfung durch Verschmutzung (Kurven)

Bekanntlich verursacht ein Abstand zwischen Wiedergabekopf und Band von *einer* Wellenlänge eine Dämpfung von 54 dB. Die Kurvenschar zeigt die Auswirkung verschiedener Abstände zwischen Kopf und Band bei verschiedenen Systemen. Ist ein Abstand von 1 Mikrometer bei 76 cm/s Bandgeschwindigkeit und 16 kHz mit 1.1 dB vielleicht noch tolerierbar, ist dies bei 19,05 cm/s mit 4.6 dB sicher nicht mehr der Fall. Bei DAT verursacht ein Stäubchen mit 1 µm Durchmesser einen Signaleinbruch von 100 dB. Abhängig von der Dauer, ist die Fehlerkorrektur sicher nicht immer in der Lage, zu korrigieren. Viele Partikel, die sich auf der Bandoberfläche wiederfinden, sind jedoch erheblich größer als 1 µm und selbst bei 76 cm/s Bandgeschwindigkeit eigentlich nicht mehr akzeptierbar.

Größere Staubpartikel, in den Bandwickel eingepreßt, können außerdem Verformungen verursachen, die natürlich auch wieder schädliche Auswirkungen auf das Wiedergabesignal haben.

Bedeutung antistatisch ausgerüsteter Kassettenwerkstoffe!

Staubvermeidung und Teppichböden schließen einander aus! Besser: versiegelte Holzböden, leicht zu reinigende Kunststoffbeläge, terrazzoartige Böden etc.

Rauchpartikel: digitale Träger hoher Datendichte und Tabakrauch schließen einander aus (Dimension von Rauchpartikeln / Abstandseffekte!). Folge: Bandarchive sind Nichtraucherzonen!

Papierabrieb: richtige Wahl der Kartonwerkstoffe und der Begleitpapiere; Radikallösung: Verpackung in schwerentflammbaren Kunststoff-Containern

## 2.5 Abgeleitete Empfehlungen: Lagertemperatur, Feuchtigkeit

Klimatisierung nur in Verbindung mit Kontrolle der Luftfeuchtigkeit

Optimum im Lagerraum: ca. 40 % RF und 18 ... 20 °C (Hydrolyse gleich Null!); im Bearbeitungsraum ca. 50 % RF und 20 .... 22 °C

Empfohlenen Temperaturbereich auch beim Transport einhalten (Gegenbeispiele: Flugzeug-Laderaum, Auto-Kofferraum im Winter: Folgen beim Benutzung ohne hinreichend Akklimatisierung: Temperaturschock, Kondensation, Durchfeuchtung des Bandes!)

## 2.4 Kopiereffekt; Ursache, abgeleitete Empfehlungen

Kopierdämpfung: Pegelverhältnis Vor-/Nachecho

Bild: Kopierdämpfung und Wickelsinn (1)

Bild: Kopierdämpfung und Wickelsinn (2)

Kopiereffekt - Ursachen, Auswirkungen (Schicht innen - Schicht außen: Vorecho - Nachecho): Einfluß Gesamtdicke / Wellenlänge; Pegel (Produktkennzeichen!); Einfluß mechanischer Belastung (Umspulen positiv!)

Kopierdämpfung in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur

Temperatur-Einfluß!

## 2.5 Entmagnetisierung; Schäden durch externe Magnetfelder

Magnetische Streufelder sind eigentlich kein Problem. Felder, die ein Band anlöschen könnten, sind sehr selten anzutreffen. Die einzige mir bekannte Gefahr stellen Kopfhörer dar, wenn diese auf dem Magnetband abgelegt werden. Das von Kopfhörern unmittelbar an der Kapsel austretende Magnetfeld kann 500 A/m und darüber betragen. Diese Feldstärke ist für eine Anlöschung ausreichend, insbesondere von hohen Frequenzen bzw. kurzen Wellenlängen, da für diese die wirksame Schicht quasi die Bandoberfläche darstellt und somit nahe an die Streufeldquelle gebracht werden kann.

Störfeldeinfluß auf Magnetband (Aschinger)

*Magnetisierungen: Tabelle aus den Aschinger-Messungen auf S. 47 f.*

Gleichfelder

Erhöhung des Rauschens ab

4.000 A/m (50 Oe)

Pegelverlust ab

8.000 A/m (100 Oe)

keine nennenswerten Verzerrungen unter

16.000 A/m (2.000 Oe)

Wechselfelder

Anlöschung eines Signals, verbunden mit dem "Aufprägen" eines 50 Hz-Feldes

800 A/m (10 Oe)

daraus, mit doppeltem Sicherheitsfaktor:

Gleichfelder nicht größer als

2.000 A/m (25 Oe)

Wechselfelder nicht größer als

400 A/m (5 Oe)

Vergleichswerte (Werte an Geräteoberflächen):

Kopfhörer

bis 18.400 A/m (230 Oe)

kleine (!) Lautsprecherboxen

bis 12.000 A/m (150 Oe)

dynamische Mikrofone, VU-Meter

bis 8.000 A/m (100 Oe)

stärkster gemessener Rahmendetektor (Flughafen)

398 A/m (5 Oe)

enorm starker Blitz durch Blitzableiteranlage (270 kA)

2.000 A/m

in 21 m Entfernung ("Normalblitz": 60 kA)

Größte notwendige Distanzen:

Lautsprecher

150 mm

Kopfhörer (Band und Kopfhörer in Tragetasche!)

70 mm

Mikrofone

30 mm

## 3. Behandlungseinflüsse, die Magnetband oder Aufzeichnungen gefährden können

Farb-Overheadfolie: hervorstehende Windungen

### 3.1 Glatte Wickel

Die wohl am meisten unterschätzte Lagerbedingung: einwandfreier Wickel - weder zu fest noch zu locker, vor allem völlig glatt!

#### 3.1.1 Ursachen für unebene Wickel

Wechsel zwischen Wickel- und Spielbetrieb führt oft zu Stufenbildung, auch in Kassetten; Folgerung: Band einmal komplett umspulen (übrigens auch vor dem Abspielen empfohlen!). Library Wind empfohlen: relativ langsames, kontinuierliches Durchspulen des Bandes bei kontrolliertem Bandzug  
Hervorstehende Windungen führen zu Verdehnungen, Knicken und Kantenwelligkeit, resultiert in Abstandseffekten, weil Band nicht mehr vollflächig am Kopfspiegel anliegt

Spulen sollten nicht an den Flanschen getragen werden. Flanschen sollten nicht zusammengedrückt werden; Spulen mit verbogenen Flanschen müssen aussortiert werden, bevor sie zu das Band beschädigt haben.

Achtung auf beschädigte Spulen: rigoros austauschen!

Signalfehler aufgrund von Verknickungen (Bild: CYR-001)

Farb-Overheadfolie: lockere Windungen im Bandwickel

### **3.1.2 Falsch eingestellter Bandzug**

Bandzug zu niedrig: In zu lockeren Wickel ist das Band noch "beweglich" (Test: am Bandende ziehen); Folge: faltenbildende Lagen und Schlaufenbildung (cinching)

Lockere Wickel auch auf Grund von Temperaturbelastungen (siehe oben)

Farb-Overheadfolie: lockere Windungen im Bandwickel

Farb-Overheadfolie: cinching mit Schlaufenbildung

Zu feste Wickel führen zu Bandverdehnungen (Folge z.B. für Videobänder liegen auf der Hand); zu lockere Wickel führen zum cinching, Fenster- oder gar Faltenbildung. Stufen führen nach längerer Lagerzeit zur "Halskrausendeformation". Wickel werden tellerförmig

Zu feste Wickel auch auf Grund von Temperaturbelastungen (siehe oben)

Schlecht gewickelte Bänder müssen vor dem Archivieren langsam zurückgewickelt werden (Abb. 5, 6 und 7).

Hier muß darauf hingewiesen werden, daß Bandbeschädigungen oder Verschmutzungen fast immer das Ergebnis schlechten Handlings beim Betrieb oder der Lagerung sind.

Farb-Overheadfolie: Verdehnte Bandlage

### **3.3 Aufbau von Spannungen im Bandwickel aufgrund des Durchlaufens von Temperaturzyklen**

abgeleitete Forderung: periodische Umspulen der Bänder, um Spannungen abzubauen

### **3.4 Klebestellen: "geklebte Bänder gehören nicht ins Archiv"**

## **4. Diverse Fehlerquellen und Schutzmaßnahmen**

Stahlregale müssen im Lieferzustand unmagnetisch sein (könnten durch Hubmagnet kräftig aufmagnetisiert sein)

## **5. Empfehlungen**

EBU und SMPTE haben für Archive und Betriebsräume die folgenden klimatischen Bedingungen empfohlen (Abb. 12). Die EBU Empfehlung deckt sich gut mit jüngsten Forschungsergebnissen. Die Luftfeuchtetoleranz nach SMPTE muß heute als zu hoch betrachtet werden und müßte auf 50 %  $\pm 10$  % geändert werden.

Die AES Arbeitsgruppe "Preservation and Restoration of Tapes" hat folgende Empfehlung für Langzeitarchive abgegeben:

Temperatur 21 °C  $\pm 5$  °C, relative Feuchte 40 %  $\pm 5$  %

Die verschiedenen Empfehlungen zusammenfassend kann man sagen, daß im Studio 15 °C bis 26 °C und eine relative Feuchte von 45 % bis 70 % eingehalten werden sollten. Im Archiv hingegen werden 15 °C und eine relative Feuchte von 40 % bis 60 % als ausreichend angesehen.

Wie bereits erwähnt, führen große Temperaturschwankungen zum Aufbau von Ungleichmäßigkeiten der Druckverteilung im Bandwickel. Bänder die z.B. während des Transportes

Temperaturunterschieden von > 20 °C ausgesetzt werden müssen vor der Einlagerung bei Archivtemperatur umgewickelt werden.

Da schon geringe Schwankungen von der Betriebstemperatur die Wickelhärte verändern, ist turnusmäßiges Umwickeln, insbesondere bei höheren Temperaturschwankungen im Archiv, zu empfehlen.

In jedem Falle sind rasche Temperaturwechsel zu vermeiden. Durch Ausdehnung oder Kontraktion des Trägers bei Temperaturwechsel entstehen hohe Drücke im Bandwickel. Die Längenänderung wird von den Elastizitätseigenschaften der Folie in Zugspannungen umgesetzt, die langsam wieder abgebaut werden müssen; dazu ist jedoch Zeit nötig.

### **Archiv-Boxen**

Papier- und Kunststoffbehälter können saure Bestandteile freigegeben. Säurehaltiges Papier oder Karton stellen eine Gefahr für archivierte Magnetbänder dar. Flammschutzmittel in Kunststoffbehältern stellen eine Gefahr in zweierlei Hinsicht dar. Sie geben saure Partikel ab und hinterlassen weiße, pulverige Rückstände auf der Behälterinnenseite, die dann auf das Band gelangen können. Schaumstoffe zerfallen im Laufe der Zeit. Sie geben Schadstoffe ab, die Magnetband negativ beeinflussen können und werden klebrig.

Am besten bewährt haben sich bis heute Behälter aus säurefreiem Karton oder Papier. Leider legen Videoarchivare besonderen Wert auf sogenannte Shipper aus Kunststoffen.

Wir müssen wieder lernen, daß auch Magnetband, wie andere Archivgegenstände, Filme oder Bücher zum Beispiel, unter geeigneten Bedingungen gelagert werden müssen und einer ständigen Pflege bedürfen, wenn die darauf gespeicherte Information über lange Zeit erhalten bleiben soll. Dabei sind Handhabung und Sauberkeit sowie die Arbeits- und Lagerbedingungen von großer Wichtigkeit. Unter Beachtung der geschilderten Arbeits- und Archivbedingungen, die keinesfalls eine starke Einschränkung darstellen, kann die Haltbarkeit von Magnetband entscheidend positiv beeinflusst werden.

Sie haben sicher bemerkt, daß ich mich um die Antwort auf die Frage: "Wie hoch ist die Lebenserwartung eines Magnetbandes?" etwas herumgemogelt habe. Sie werden das jedoch nun verstehen, denn die Antwort hängt von vielen "Wenn" und "Aber" ab. Trotzdem läßt sich jetzt eine brauchbare Antwort geben, die sich aus der jahrzehntelangen Erfahrung mit Magnetbändern und unterschiedlichsten Anwendungen ergibt.

Bei sorgfältigem Umgang und pfleglicher Archivierung können mehr als 50 Jahre erreicht werden. Die sogenannten Rundfunkbänder der Reichs-Rundfunkgesellschaft, die vorwiegend in den vierziger Jahren aufgenommen wurden, sind jedenfalls noch immer einwandfrei abspielbar und ein gutes Beispiel für die Langzeitstabilität magnetischer Aufzeichnungen.

An dieser Stelle möchte ich Ihnen nicht vorenthalten, wie 1989 das AES- Komitee "Preservation and Restoration of Tapes" die Frage nach der Lebensdauer von Magnetband beantwortet hat:

1. Wir haben eine Variationsbreite von kürzer als 5 Jahren und bis länger als 20 Jahren beobachtet.
2. Die Haltbarkeit wird sehr stark durch die Lagerbedingungen beeinflusst.
3. Wir nehmen an, ohne derzeit den Beweis antreten zu können, daß selbst kurzzeitiges Aussetzen des Magnetbandes extremen Bedingungen seine Haltbarkeit beeinflusst.
4. Aufgrund von vielschichtigen Erfahrungen ist es derzeit weder möglich, eine definitive Antwort auf die Haltbarkeitsfrage zu geben, noch eine Garantie für eine bestimmte Haltbarkeitszeit abzugeben.

An diesem Beschluß haben die damals wichtigsten vier Hersteller professioneller Magnetbänder mitgewirkt (Agfa, Ampex, BASF und Scotch (3M)).

Möglicherweise sind Sie von diesen Antworten doch nicht ganz befriedigt. Bedenken Sie bitte, daß in der 55jährigen Geschichte des Magnetbandes Totalverluste von Aufnahmen eine sehr seltene Ausnahme darstellen. In den mir bekannten Fällen handelte es sich stets um durch Brand unbrauchbar gewordenes Magnetband.

Magnetband hat wahrscheinlich eine weit längere Haltbarkeit, als manche Pessimisten annehmen. Es kann jedoch durchaus vorkommen, daß Sie irgendwann auf ein Band mit einer wertvollen Aufnahme treffen, das ungewöhnlich schmiert und daher nicht mehr durchgehend abspielbar ist. In einem



solchen Falle bitten Sie Ihren Bandlieferanten um Hilfe, da, ohne genaue Kenntnis der Fehlerursache, Selbsthilfe alleine zur Zerstörung der Aufnahme führen könnte. Deshalb ist es für den Anwender wichtig, daß sein Bandlieferant willens und in der Lage ist, jederzeit technischen Beistand zu leisten, selbst noch viele Jahre nach dem Bandkauf.

BASF Magnetics beschäftigt in der Anwendungstechnik eine Gruppe technischer Experten mit langjähriger Erfahrung, die weltweit jedem Kunden auf Anforderung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus haben diese Experten Zugang zum Wissen von Forschung und Entwicklung und können im Testzentrum der BASF Magnetics eigene Untersuchungen veranlassen.

BASF Magnetics ist bestrebt, Ihnen jederzeit Hilfe zu leisten, wann immer Sie ein Problem mit Magnetband oder auf einem verwandten Fachgebiet haben.

Anregungen und Auszüge aus

- Dietrich Schüller, Behandlung, Lagerung und Konservierung von Audio- und Videoträgern
- Rudolf Müller, Wertvolles Kulturgut auf verderblichen Bändern?

Höhere Datendichte moderner Formate verpflichtet zu größerer Sorgfalt

Trägermaterialien:

Azetatzellulose als ältestes Trägermaterial (1932 bis ca. 1955):

etwas besser temperaturbeständig als PVC; relativ hoher Ausdehnungskoeffizient unter Einwirkung von Feuchte und Wärme; relativ spröde: daher aber vorteilhafter, glatter Bruch bei mechanischer Überlastung; "vinegar syndrome" bei Bändern zwar aufgetreten, bisher aber ohne katastrophale Folgen wie beim Kine-Film

PVC als erster Kunststoff-Träger (1943 ... 1960); schmiegsamer, mechanisch stabiler als Azetatzellulose; weniger empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeitsschwankungen

Polyester hat größte Widerstandskraft gegen mechanische Belastung sowie gegenüber Feuchtigkeitsschwankungen; bei mechanischer Überlastung zunächst starke Dehnung (betrieblich nachteilig, da Signalverlust auf betroffenen Stellen!); Alterung infolge Hydrolyse (bei hohen Temperaturen und gleichzeitig hoher Feuchtigkeit) theoretisch möglich, aber bisher auch unter extremen Lagerungsbedingungen nicht aufgetreten

Magnetische Speichermaterialien:

Eisenoxide praktisch bis 1970

Chromdioxid und kobaltdotierte Eisenoxide ab etwa 1971

Metallpigmente ab ca. 1978 (Material der Wahl für Aufzeichnungsformate hoher Datendichte; insbesondere Video)

Metalldampfschichten sind derzeit etwas in den Hintergrund getreten

Stabilität der meistverwendeten magnetischen Pigmente gilt - nach ca. 60-jähriger Praxis - als erwiesen (Ausnahmen: einige Magnetite  $Fe_3O_4$  und erste Bänder mit kobalt-dotierten Eisenoxiden);

Hinweis auf RRG-Bänder und Bänder der BASF von 1936 ff.

Temperaturbelastung:

Curiepunkt von  $CrO_2$  ca. 130 °C, Eisenoxide ca. 300 ... 450 °C

Kritische Komponente Nr. 1 ist das Bindemittel zur Einbettung des Magnetpigments und zur Bindung an die Trägerfolie

gut erforscht das Polyurethan: Luftfeuchtigkeit läßt die langen Polymerketten aufbrechen, was Binde-Eigenschaften stark verschlechtert; freiwerdende Säure beschleunigt den Prozeß

Auslöser: Säurespuren oder Luftverschmutzungen

Folge: Band schmiert; Pegelverlust bzw. erhöhtes Farbrauschen

Abhilfe: sorgfältiges Austrocknen (Temperaturen um 55 °C und bandbreitenabhängiger

Temperaturanstieg - checken! ##), mechanisches Reinigen, Sicherheitskopie

Kritische Komponente Nr. 2 ist das Gleitmittel; kann nach längerer Lagerung bei Temperaturen unter 5 °C als weißliche Schicht austreten; Abhilfe: ähnlich wie bei Hydrolyse ##

Haltbarkeit magnetischer Aufzeichnungen

Magnetostriktion durch Abspielen nur theoretisch von Bedeutung (Ausnahme: gewisse Magnetit-Bänder und frühe Co-dotierte Eisenoxide)

bei Formaten, die mit rotierendem Kopf abgetastet werden, muß Risiko steigender Gefährdung wegen dünner Träger und größerer mechanischer Belastung einkalkuliert werden

Folgerungen:

- im Suchlauf Band nicht am Kopf entlangschleifen lassen; Standbildbeanspruchung nicht bei wertvollen Archivaufzeichnungen (Arbeitskopie!)

- ordnungsgemäße mechanische Funktion, perfekte Justage, absolute Sauberkeit der Oberflächen, insbesondere der bandführenden und bandberührenden Teile

- regelmäßige Entmagnetisierung, Gleichmagnetisierungen (Erhöhung des Grundrauschens usw.) zu vermeiden

- Cassetten nur am Bandanfang oder -ende entnehmen (an Bandstellen ohne Aufzeichnung), um drop-out-Anstieg infolge Beanspruchung durch Lademechanismus zu vermeiden

weitere Folgerung: Aufbewahrung eines einzigen Originals kann nicht als archivalische Sicherung bezeichnet werden; ein bis zwei gleichwertige Sicherheitskopien erforderlich

### **Umweltfaktoren, Behandlungs- und Lagerungsbedingungen**

Temperatur-Längungskoeffizient von Polyesterfolie: negativ (d.h., die Folie wird länger, wenn es kälter wird); große Bandlängen verursachen Aufbau z.T. erheblicher Wickeldrücke, Extremfall Verformung des Bandwickels (spoking) - schon in Ansätzen kritisch bei digitalen Datenträgern und/oder Trägern hoher Speicherdichte

Optimum im Lagerraum: ca. 40 % RF und 18 ... 20 °C; im Bearbeitungsraum ca. 50 % RF und 20 .... 22 °C

Empfohlenen Temperaturbereich auch beim Transport einhalten (Gegenbeispiele: Flugzeug-Laderaum, Auto-Kofferraum im Winter: Folgen beim Benutzung ohne hinreichend Akklimatisierung: Temperaturschock, Kondensation, Durchfeuchtung des Bandes!)

Staub: der lästigste Faktor unter den Verschmutzungsquellen. Bei Magnetbändern in der Regel Ursache für Abstandsdämpfungen - Höhenverluste bzw. drop out - Größenordnungen  
Abstandsverursacher - Wellenlänge der Aufzeichnung - Signalverlust!  
Bedeutung antistatisch ausgerüsteter Kassettenwerkstoffe!

Staubvermeidung und Teppichböden schließen einander aus! Besser: versiegelte Holzböden, leicht zu reinigende Kunststoffbeläge, terrazzoartige Böden etc.

Fingerabdrücke: zweite Standard-Verschmutzungsquelle; Abstandseffekte (siehe oben), idealer Haftgrund für Staub: Multiplikatorwirkung; Händewaschen vor Bandbearbeitung daher erforderlich, Anwendung von Handcremes kritisch einzustufen

Rauchpartikel: digitale Träger hoher Datendichte und Tabakrauch schließen einander aus (Dimension von Rauchpartikeln / Abstandseffekte!). Folge: Bandarchive sind Nichtraucherzonen!

Die wohl am meisten unterschätzte Lagerbedingung: einwandfreier Wickel - weder zu fest noch zu locker, vor allem völlig glatt!

Zu feste Wickel führen zu Bandverdehnungen (Folge z.B. für Videobänder liegen auf der Hand); zu lockere Wickel führen zum cinching, Fenster- oder gar Faltenbildung. Stufen führen nach längerer Lagerzeit zur "Halskrausendeformation".

Ausschießende Windungen werden geknickt; Folge sind Pegelverluste etc., weil Band nicht mehr vollflächig am Kopfspiegel anliegt (Bild: CYR-001); Achtung auf beschädigte Spulen: rigoros austauschen!

Achtung: Wechsel zwischen Wickel- und Spielbetrieb führt oft zu Stufenbildung, auch in Kassetten; Folgerung: Band einmal komplett umspulen (übrigens auch vor dem Abspielen empfohlen!). Library Wind empfohlen: relativ langsames, kontinuierliches Durchspulen des Bandes bei kontrolliertem Bandzug

Stahlregale müssen im Lieferzustand unmagnetisch sein (könnten durch Hubmagnet kräftig aufmagnetisiert sein)

Kopiereffekt - Ursachen, Auswirkungen (Schicht innen - Schicht außen: Vorecho - Nachecho): Einfluß Gesamtdicke / Wellenlänge, Temperatur; Pegel (Produktkennzeichen!); Einfluß mechnaischer Belastung (Umspulen positiv!)