

Potsdam, den 10. Oktober 2008

## Immer wieder? ... Neue Medien!

### Empfehlungen für die Bestandserhaltung und Langzeitarchivierung von Bild- und Ton-Datenträgern

Begleittexte zu einer Weiterbildungsveranstaltung des Kompetenzzentrums Bestandserhaltung für Archive und Bibliotheken in Berlin und Brandenburg, der Studio Babelsberg AG und der Hochschule für Film und Fernsehen „Konrad Wolf“ Potsdam-Babelsberg

#### INHALT:

- 1.0 Problembeschreibung
- 2.0 Beschreibung der zur Zeit in Videotheken und Archiven gebräuchlichen Bild- und Ton-Datenträger und deren Eignung für Verleih und Langzeitarchivierung
  - 2.1 Scheibenförmige Datenträger
    - 2.1.1 Industriell hergestellte Kauf-CDs
    - 2.1.2 Industriell hergestellte Kauf-DVDs
    - 2.1.3 Einmal beschreibbare CD-R und DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R
    - 2.1.4 Mehrfach beschreibbare DVD („DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW“, „DVD-RAM“)
    - 2.1.5 DVDs für das HighDefinition-Format („Blu-ray“)
    - 2.1.6 Magneto-Optical-Discs
    - 2.1.7 Schallplatten
    - 2.1.8 Disketten
    - 2.1.9 Festplatten(HardDrives)
  - 2.2 Bandförmige Datenträger
    - 2.2.1 Tonbänder und Audiokassetten
    - 2.2.2 Analoge Videobänder (VHS, S-VHS, BetaMax, U-Matic, u.ä.)
    - 2.2.3 Digitale Audiokassetten (DASH, DAT, DTRS, ADAT )
    - 2.2.4 Kinefilm
- 2.3 Flash-Speicher
- 2.4 Holografische Speicher
- 3.0 Einschätzung des materiellen und personellen Aufwandes für die Schaffung eines Datenträger-Sicherungs-Archivs für Videotheken
- 4.0 Überdenkenswertes
  - 4.1 Der schmale Grat zwischen Restaurierung und Verfälschung
  - 4.1 Neue Trends in der konventionellen Videotechnik
  - 4.2 Langzeitarchivierung ohne Grenzen?
- 5.0 Zusammenfassung der Tipps und Hinweise
- 6.0 Literaturangaben
- 7.0 Anhang
  - 7.1 Kurze Entwicklungsgeschichte der „bewegten“ audiovisuellen Datenträger
  - 7.2 Technische Kalkulationsgrundlagen für Magnetband-Transfers

### In eigener Sache:

Die folgenden Erläuterungen wenden sich in erster Linie an das Fachpersonal der Videotheken und Archive.

Dem Verfasser ist daran gelegen, diesem Anwenderkreis, der sich für die praktische Nutzung, aber nicht unbedingt für die Physik der Informationsträger interessiert, in verständlicher Form Hinweise für die Behandlung historischer und moderner AV-Datenträger zu geben.

Im Interesse eines überschaubaren Umfangs werden nur die „bewegten“ audiovisuellen Informationsträger behandelt. Die Archivierungsproblematik der „statischen“ Informationsträger, wie geschriebene Texte, Abbildungen und Fotos bleibt den dafür zuständigen Fachleuten vorbehalten.

Die im Folgenden getroffenen Aussagen widerspiegeln die Erfahrungen und Ansichten des Verfassers und stellen keine unanfechtbaren Wahrheiten dar.

### Kurzbiografie des Verfassers:

Ulrich Illing gehört zum Jahrgang 1945 und lebt heute in Nuthetal nahe Berlin. Von 1965 bis 1970 studierte er an der Technischen Universität Ilmenau mit dem Abschluss ‚Dipl.-Ing. für Informationstechnik‘.

Seit 1970 war er in der Medienstadt Babelsberg als Service-Ingenieur, wissenschaftlicher Geräteentwickler und Chefingenieur der Tonabteilung Babelsberg tätig. Ulrich Illing ist Mitglied der Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft (FKTG) und arbeitet heute noch als Berater bei der Studio Babelsberg AG.

## **1.0 Problembeschreibung**

Mit rasanter Geschwindigkeit vollzog sich in den vergangenen Jahren in allen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens der Wechsel von der analogen zur digitalen Technik. In der Medienbranche brachten digitale Systeme enorme Vorteile für die schnelle, hochqualitative Signalverarbeitung, und vor allem, für die schnelle Vervielfältigung und platzsparende Speicherung von Bild- und Tonaufzeichnungen.

Die anfängliche Euphorie über die leicht kopierbaren, „störungssicheren“ Digitaldatenträger ist inzwischen einem aus der praktischen Erfahrung heraus entstandenen Problembewusstsein gewichen.

Heute weiß man, dass die digitalen Datenträger neben ihren unzweifelhaft großen Vorteilen auch große Gefahren in sich bergen: Sie können schnell wieder verschwinden!

### Hier einige Ursachen dafür:

- Im Gegensatz zur technisch recht komplizierten analogen Aufzeichnung von Mediendaten, werden bei der digitalen Technik nur Folgen von einfachen Ja-Nein-Zuständen festgehalten. Diese Ja-Nein-Folgen müssen aber nach einem jeweils genau definierten Code angelegt werden, um sie später wieder in das analoge Ausgangssignal zurückwandeln zu können.  
Wenn der digitale Codec aber in Vergessenheit gerät (Das geschieht Stück für Stück mit jeder Software-Erneuerung!), sind die alten Digitaldaten irgendwann nicht mehr auslesbar, also verloren.
- Die physikalisch einfache Aufzeichnung von digitalen Ja-Nein-Signalen hat den großen Vorteil, dass man leicht vervielfältigbare scheibenförmige Datenträger (CD, DVD) verwenden kann.  
Wie die jetzt erst möglich werdende Langzeiterfahrungen zeigen, sind diese Datenträger aber zum Teil sehr alterungsempfindlich (chemische Prozesse in der metallischen Spiegelschicht, Lackfraß-Schäden, Schimmelbefall).  
Die Musik-CD-Bibliotheken der 80er/90er Jahre sind auf diese Weise schon zum erheblichen Teil unbrauchbar geworden!
- Digitale Datenträgersysteme wurden und werden aus Marketing-Gründen oft übereilt und unzureichend erprobt eingeführt. Dies und der Druck zur ständigen technischen Weiterentwicklung erzeugen kurzfristige Softwaresystem- und Trägermedien-Wechsel.  
Wenn der Anwender nicht ständig die Systemwechsel nachvollzieht, kann er in absehbarer Zeit seine Datenbestände wegen Geräte- oder Softwareausfällen nicht mehr

- aufrufen/abspielen. (Mit jeder neuen Speichermedien-Generation wachsen die Datenfriedhöfe !)
- Das Bestreben, eine immer höhere Datenpackungsdichte auf den Trägermedien zu erreichen (z.B. Einführung der Blu-ray-DVDs), hat immer schwieriger auslesbare und deshalb auch immer leichter zu beschädigende Datenträger zur Folge.
  - Das Aufzeichnen von digitalen Daten muss mit sehr hohen Datenübertragungsgeschwindigkeiten erfolgen. (Ja-Nein-Wechselfrequenzen bis zu einigen 10.000.000 mal pro Sekunde!)  
Das führt auf den physikalisch strukturierten Trägerschichten, wie bei DVDs oder Magnetbändern, zwangsläufig zu mehr oder weniger großen Datenausfällen. (Abhängig von der Güte der eingesetzten Gerätetechnik und Roh-Datenträger !)  
Aus gleichem Grunde können digitale Datenträger auch nicht unbegrenzt oft verlustfrei kopiert werden.  
Jede Aufzeichnung und Kopierung von realen Digitaldatenträgern erzeugt Bit-Verluste, die zwar durch die systeminternen Rekombinations-Algorithmen unauffällig gemacht werden, sich jedoch addieren und in einer folgenden Kopien-Generation plötzlich als Knacker im Ton oder Würfelstrukturen im Bild erscheinen.
  - Da digitale Datensätze i.d.R. durch ein internes Inhaltsverzeichnis („TOC“) verwaltet werden müssen, führt eine geringfügige Beschädigung dieses Verzeichnisses u.U. zum Totalverlust des gesamten Datenträgers. (z. B.: Die DVD wird plötzlich nicht mehr erkannt.)  
Das „Herausschneiden“ beschädigter Passagen ist ohne Spezialwissen und Datenrettungs-Software nicht mehr möglich.
  - Und nicht zuletzt führt die kostengünstige Erstellung, Anschaffung und Kopierung von digitalen Datenträgern schnell zu einer Überflutung der Archive mit wertverfallenen oder minderwertigen Datenträgern. Wichtige Daten werden dabei „zugeschüttet“ und fallen irgendwann dem Vergessen oder dem „großen Kehraus“ nachfolgender Nutzer-Generationen zum Opfer.

Die Erkenntnis des leichten Verlusts digitaler Daten hat weltweit besonders in Archiven und Medieninstitutionen große Besorgnis und die Suche nach langzeitsicheren Datenträgern ausgelöst.

Eine zuverlässige, allgemeingültige Lösung ist noch nicht gefunden worden.

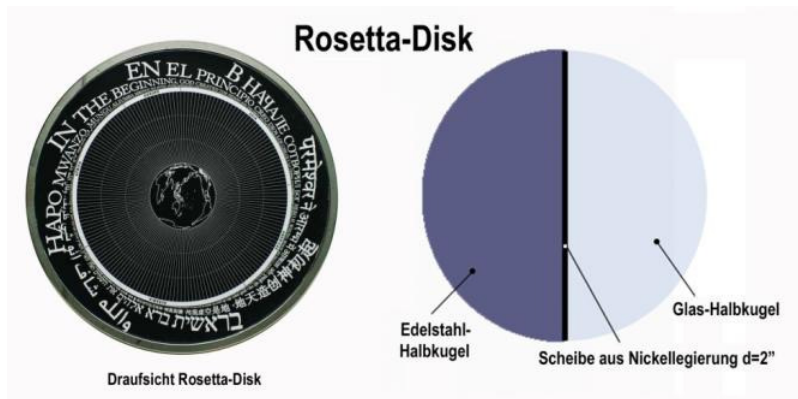
Neben einer weltweit zu beobachtenden Ratlosigkeit bemühen sich inzwischen die Rundfunkanstalten, Archive und Bibliotheken mit eigenen Zwischenlösungen, ihre bereits sterbenden digitalen Mediendatenträger der 70er/80er Jahre zu retten.

Die nachfolgenden Überlegungen und Vorschläge können deshalb auch nur der Versuch sein, eine längerfristige Interimslösung für die Sicherung der Arbeits- und Archivbestände von Videotheken, Bibliotheken oder Lehrinrichtungen zu finden.

Wenn im Nachfolgenden von „Langzeitarchivierung“ gesprochen wird, so ist damit ein für Mediatheken relevanter Zeitraum von 20 bis 50 Jahren gemeint.  
Historische Langzeitarchivierung (100 bis mehrere Tausend Jahre) stellt ein gesondert zu behandelndes Problem dar!

#### Vorschlag zur Definition der Stufen der Datensicherung:

1. „Bestandssicherung“  
Sicherung der längerfristigen Nutzbarkeit von wichtigen Arbeitsmaterialien gesellschaftlicher Institutionen. (10 ... 20 Jahre ?)
2. „Langzeitarchivierung“  
Geschützte Ablage wichtiger Dokumente, AV-Daten, u.ä., die voraussichtlich auch für Nachfolge-Generationen von Interesse sind. (20 ... 50 Jahre ?)
3. „Erbe-Sicherung“  
(Sicherung der für das Erbe der Menschheit wichtigsten Schrift-, Bild-, Kunst-, Ton-Dokumente für mehrere Jahrtausende)



Die sogenannten „Rosetta-Disc“ besteht aus einer 2“-Scheibe aus Nickel-Legierung, auf der Erbe-relevante Texte in 8 Weltsprachen eingebrannt wurden. Zwecks Erkennung des analogen Schrift-Charakters werden die Buchstaben spiralförmig kleiner, so dass die Informationen dann mit 500-facher optischer Vergrößerung gelesen werden müssen. Die Edelstahl- und Glas-Halbkugeln sollen die Disc für mindestens 2000 Jahre konservieren.

## 2.0 Beschreibung der zur Zeit in Videotheken und Archiven gebräuchlichen Bild- und Ton-Datenträger und deren Eignung für Verleih und Langzeitarchivierung

### 2.1 Scheibenförmige Datenträger

#### 2.1.1 Industriell hergestellte Kauf-CDs

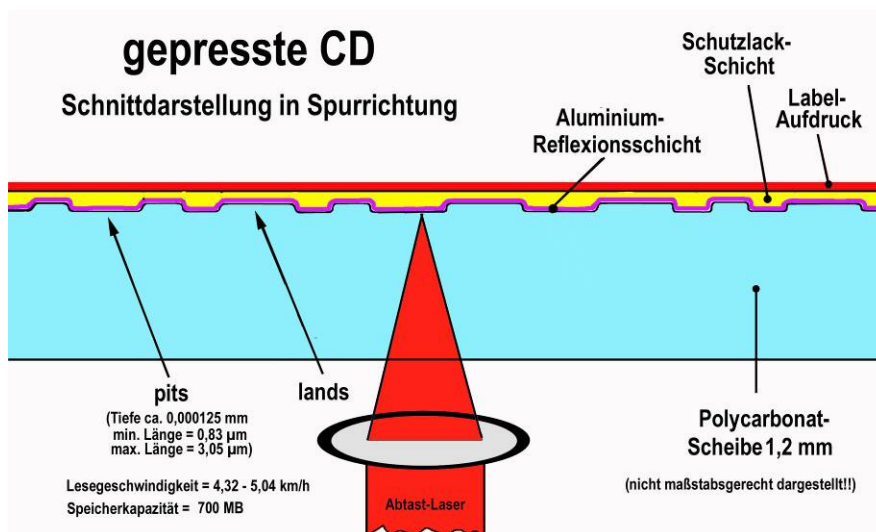
Die sogenannten „Kauf-CDs“ mit fertigen Programminhalten werden industriell im Print-Verfahren hergestellt.

Über mehrere Zwischenschritte ätzt man die digitalen Mediendateien auf einen sehr harten Glas-Master, mit dem dann die digitalen Pits und Lands auf eine erwärmte Polycarbonat-Scheibe geprägt werden.

Die Datenseite dieser Scheibe erhält nacheinander eine Verspiegelung, eine Lackschutzschicht und ein Druck-Cover.

CDs verfügen nicht über eine aufgeklebte Schutzscheibe wie die DVDs.

Sie können deshalb leicht durch Bedruckung, Beschriftung und Aufkleber beschädigt werden. (Alte CD-Bestände starben z.B., weil sich ungeeignete damalige Cover-Aufdrucke zur Datenträgerschicht durchgefressen haben!)



### 2.1.2 Industriell hergestellte Kauf-DVD

Die sogenannten „Kauf-DVDs“ mit fertigen Programminhalten werden ebenso wie die CDs im Print-Verfahren hergestellt.

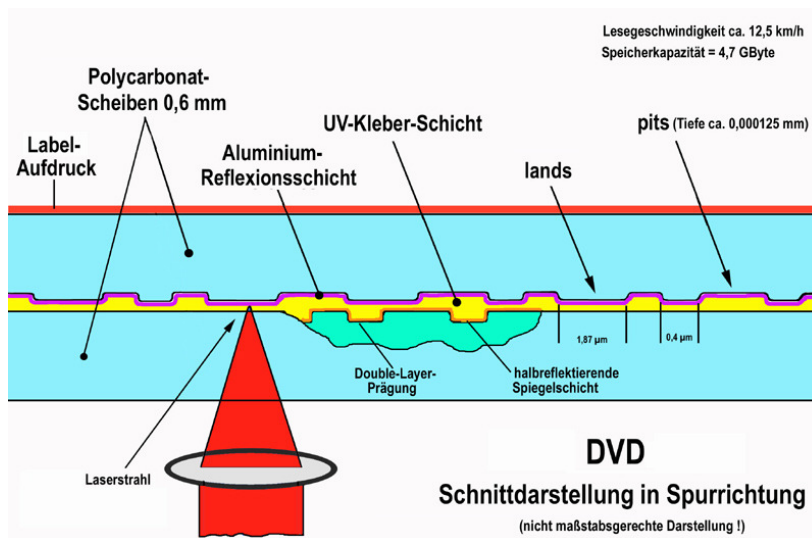
Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal zur CD besteht die DVD aus zwei im UV-Licht verklebten Einzelscheiben.

Beide Scheiben können mit digitalen Daten geprägt werden (Double-Layer-DVD) und damit eine Speicherkapazität von 9,4 GB erreichen.

Die empfindlichen Datenträgerschichten befinden sich bei der DVD zwischen den beiden Polycarbonatscheiben und sind dadurch optimal gegen mechanische Beschädigungen geschützt.

Allerdings können Kratzer und Verschmutzungen auf der transparenten unteren Scheibe den Abtaststrahl des Lasers optisch stören und Lesefehler verursachen!

(Fehlerhaft laufende DVDs sind aber durch Reinigen oder Polieren der Unterscheibe i.d.R. gut zu regenerieren!)



Für Kauf-DVDs sagen die Hersteller bei sachgemäßem Umgang mehr als 10 Jahre Lebensdauer voraus.

Eine große Gefahr für DVDs stellen die Marketing-Cases mit Mittenarretierung dar. Die DVD muss vom Benutzer beim Heraus-Klicken aus dem Case kräftig unterfasst und zwangsläufig durchgebogen werden. Das führt dazu, dass der Außenrand der DVD von Finger- und Fingernagelabdrücken beschädigt wird und u.U. die Verklebung der Teilscheiben aufreißt. Wie die Videothekenpraxis zeigte, bricht dadurch auch oft das Mittenloch der DVD aus und macht die Disc damit unbrauchbar.

Im Ausleihbetrieb sollte deshalb durchgängig ein DVD-Hüllensystem benutzt werden, welches das spannungsfreie Herausnehmen der DVDs ermöglicht.

### 2.1.3 Einmal beschreibbare CD-R und DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R

Der ursprüngliche Standard für beschreibbare DVD wurde durch ein „Strich R“ („- Recordable“) gekennzeichnet. Zwecks Umgehung von Lizenzen entwickelte die SONY-Group den Standard „DVD + R“.

Beide Standards sind technisch gleichwertig. Die DVDs mit dem älteren Minus-Standard laufen auch auf älteren DVD-Playern. Alle neueren DVD-Geräte beherrschen heute beide Standards.

Der innere Aufbau der CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R-Medien gleicht prinzipiell dem der industriell „bespielten“ CDs/DVDs.

Anstelle einer vorangehenden Prägung der Scheibe mit digitalen Fertig-Inhalten, wird in die CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R eine organische Farbschicht („Dye“) unter der Spiegelschicht aufgebracht.

In diese Farbschicht können die digitalen Pit-Spuren mittels eines äußeren Laserstrahls „eingebraunnt“ werden.

Beim Auslesen der Informationen erkennt der Abtaststrahl des Players die schlecht reflektierenden „verbrannten“ und die gut reflektierenden „unverbrannten“ Lackschichtbereiche der Scheibe als digitales Signal.

Das Erkennen der „gebrannten“ Pits in der Farbschicht der CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R bereitet dem Abtast-Laser größere Schwierigkeiten als das Auslesen der mechanisch eingepprägten Pit-Spuren der „Kauf-CDs/DVDs“. – Schon deshalb allein ist die Auslesefehler- und Totalausfalls-Quote bei den sogenannten „selbstgebrannten“ CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R sehr viel höher als bei industriell hergestellten CD/DVDs !

Im Zuge des Kampfes um den Absatz ihrer CD-/DVD-„Rohlinge“ geben die Hersteller immer höhere Brenngeschwindigkeiten für diese an.

(z.B. 16 fache DVD-Brenngeschwindigkeit = Bahngeschwindigkeit von ca. 200 km/h !)

Unwuchten unpräzise gefertigter Scheiben erzeugen bei höheren Umdrehungsgeschwindigkeiten ein Ausbrechen des Schreibstrahls aus der vorgegebenen Pit-Spur, was zu Datenausfällen führen kann.

(Schlechte CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R-„Rohlinge“ erkennt man deshalb am deutlich hörbaren Heulgeräusch im Brenner/Player !)

Es ist folglich empfehlenswert, CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R nicht schneller, als mit der halben angegebenen Brenngeschwindigkeit zu beschreiben.

Die Farbschicht von CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R ist sehr empfindlich gegen äußere UV-Bestrahlung. Deshalb sollten diese Datenträger nicht unnötig direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Feuchte Lagerung von CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R kann auch zu Schimmelfraß in der organischen Farbschicht führen.

Die bisher vorliegenden Langzeituntersuchungen bei CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R geben eine statistische Lebensdauer von 6 Monaten bis 6 Jahren an. Die von einigen Herstellern angegebene Lebensdauer-Garantie von mindestens 10 Jahren trifft wahrscheinlich auf besonders qualitätsvoll gefertigte Exemplare („ArchivGrade“) zu.

**ergo:** CD-R- und DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R-Medien sind wegen ihrer schnellen Kopierbarkeit und wegen des niedrigen Anschaffungspreises gut für den täglichen Gebrauch geeignet.

Für simultane Mitschnitte und Langzeitarchivierung bergen sie wegen zu geringer Fehlersicherheit und Langzeitstabilität große Gefahren. Es sollten deshalb nur hochwertige Rohlinge solider Hersteller verwendet werden.



Schimmelfraß auf CD-Datenträgern



abgeblätterte CD-Beschichtung

#### 2.1.4 Mehrfach beschreibbare DVD („DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW“, „DVD-RAM“)

„DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW“ („ReWritable“) und „DVD-RAM“ („Random Access Memory“ ~ „frei zugriffsfähiger Speicher“) besitzen im Unterschied zu den im Punkt 2.1.3 genannten einmal beschreibbaren CD-/DVD-ROM („ReD Only Memory“ ~ „nur auslesbarer Speicher“) anstelle der organischen Farbschicht eine mit Führungsspuren vorgeprägte metallische Ag/In/Sb/Te-Datenträgerschicht. Die Daten-Pits der DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW werden in die Schicht „hineingeschmolzen“, wobei sie ihre Reflexionsfähigkeit an den Schmelz-Stellen (kristallin zu amorph) verändert. CD-R/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R können bis zu 1.000 mal überschrieben („überschmolzen“) werden.

Als Nachteil der DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW und DVD-RAM ist jedoch die auf Grund der metallischen Datenträgerschicht deutlich geringere Schreibgeschwindigkeiten (2 - 4 fach) gegenüber der bei CD-/DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>R zu nennen!

Auch stellt das Wiederauslesen der in der metallischen Schicht schwächer abgebildeten Informationen an das Auslesesystem besonders älterer Player hohe Anforderungen.

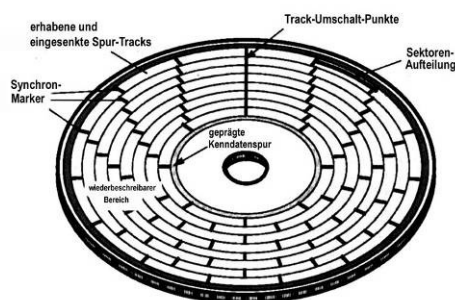
Wiederbeschreibbare Medien mit metallischer Datenträgerschicht sind kaum gegen UV-Einstrahlung empfindlich, dafür vertragen sie aber weniger gut Temperaturschwankungen.

Für DVD-RAMs müssen die Hersteller bei sachgemäßer Behandlung und Lagerung eine Lebensdauer von mindestens 30 Jahren garantieren. Ernsthafte Qualitätsprobleme gibt es bei DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW und DVD-RAM-Rohlingen kaum, da bislang nur renommierte Hersteller diese Datenträger anbieten konnten.

### Zur Unterscheidung der Verwendung von DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW und DVD-RAM

DVD-RAM unterscheiden sich physikalisch von DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW durch eine Sektorierung der Datenträgerschicht, was ein internes Defekt-Management und damit das fehlerfreie Schreiben der Daten ermöglicht. (wie bei Computer-Festplattensystemen)

Wenn der PC/Brenner den Brennvorgang einer DVD-RAM mit der Meldung „erfolgreich“ abschließt, kann man die DVD-RAM ohne nochmalige Kontrolle archivieren.



**Aufbau einer DVD-RAM**

Bei DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW ist diese Sicherheit aus oben bereits angeführten Gründen nicht gegeben, und es empfiehlt sich deshalb, die gebrannten Exemplare zumindest im Schnelldurchlauf noch einmal zu prüfen.

Es gibt natürlich auch spezielle Prüfprogramme für CD/DVD, die die Fehlerquoten ermitteln (z.B. „elpros-CD-Check“). –Das ist aber eine zusätzlich zeitaufwendige Aktion.

Das Brennen der DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW-Datenträgerschicht verlangt eine sehr genaue Laser-Temperatur-Steuerung, was in preiswerten Seriengeräten oftmals nicht sicher funktioniert und die Funktionssicherheit gebrannter DVD/CD-RWs negativ beeinflusst.

Die Verwendung der zeitstabilen RW-Medien ist deshalb nur bei Einsatz solider Brenner und Player ratsam.

DVD<sup>+</sup>/<sup>-</sup>RW haben den Vorteil gegenüber DVD-RAM, dass sie auf jedem handelsüblichen DVD-Brenner bzw. Player bearbeitet werden können.

Für DVD-RAM ist immer ein speziell konfigurierter Brenner bzw. ein entsprechender RAM-DVD-Player erforderlich.

Zudem muss beachtet werden, dass es für DVD-RAM verschiedene Aufzeichnungs-Standards gibt, die wegen der unzureichenden Normungssicherheit bei Geräten verschiedener Hersteller Komplikationen ergeben können.

**ergo:** Mehrfach beschreibbare DVD-RWs sind leicht handhabbare Medien für Mitschnittdienste und auch Langzeitarchivierung. Sie garantieren bei Einsatz solider Gerätetechnik und bei sachgemäßem Umgang akzeptable Datensicherheit und gute Langzeitstabilität. Wegen der weltweiten Normung und Verbreitung werden noch auf viele Jahre Aufzeichnungs- und Abspielgeräte für dieses Datenträgersystem verfügbar sein.

DVD-RAMs, deren Bearbeitung speziell geeignete Hard- und Software erfordert, sollten als Archiv-Master für besonders wertvolle Aufzeichnungen eingesetzt werden.

### Anmerkung:

Alle beschriebenen scheibenförmigen Datenträger rotieren im Abspielgerät mit z.T. hoher Umdrehungsgeschwindigkeit.

Es sollte vermieden werden, auf den Scheiben Unwuchten erzeugende Aufkleber anzubringen (dröhnende DVDs!), weil diese zu Lesefehlern und Totalausfällen führen können. (Besonders bei Playern mit einfachen Laser-Nachführungssystemen kann das zu großen Problemen führen.)

Die bei Videotheken gebräuchlichen sehr leichten, zentrischen Folie-Aufkleber um das DVD-Mittenloch sind jedoch unbedenklich.

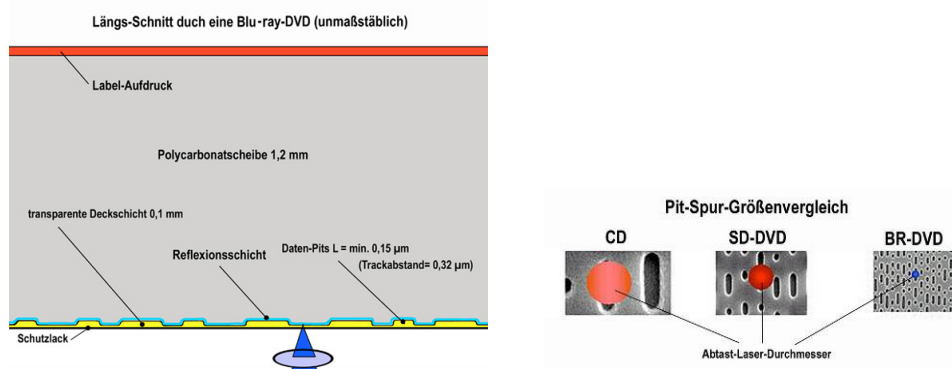
### 2.1.5 DVDs für das High Definition-Format („Blu-ray“-DVD)

Seit vielen Jahren bemühen sich Forschung und Industrie um die Verbesserung des alten 625-Zeilen-PAL-Videosystems.

Im Zuge der Digitalisierung und Miniaturisierung der erforderlichen technischen Komponenten stehen mittlerweile bezahlbare Bearbeitungs- und Wiedergabegeräte für das hochauflösende Fernsehen zur Verfügung.

Trotzdem sollten öffentlichen Institutionen, wie z.B. Videotheken in Lehrinrichtungen, dem Verkaufsdruck der Industrie für ihre HD-Produkte mit der notwendigen Gelassenheit begegnen.

- Es existieren zur Zeit allein 16 verschiedene High Definition-Aufnahme-Standards, die auf Grund differierender nationaler, bzw. firmeneigenen Interessen zu großer Anwenderunsicherheit führen.
- HD-Fernsehempfang ist wegen seiner großen Übertragungsbandbreite nur über Digital-Satellit möglich.
- HD-Ausstrahlungen können i.d.R. wegen des hohen Kopierschutz-Levels nicht mehr für Lehrzwecke mitgeschnitten werden.
- Für die Wiedergabe von HD-Filminhalten konkurrierten bis vor kurzem zwei Disc-Systeme am Markt: „Blu-ray-DVD“ und „HD-DVD“. Beide DVD-Typen bieten die gleiche hohe Bildqualität, sind aber nicht miteinander kompatibel. Das HD-DVD-Format soll in Zukunft jedoch zu Gunsten der Blu-ray-DVD nicht weiter verbreitet werden.
- Auf Blu-ray-DVD müssen die Daten-Pits sehr dicht gepackt sein, um die erforderliche Datenmenge von bis zu 27 GB unterzubringen. Aus abtast-optischen Gründen befindet sich die Datenträgerschicht nicht mehr zwischen zwei schützenden Polycarbonatscheiben, sondern direkt auf der mit einem harten Schutzlack versehenen Unterseite der Disc.  
Blu-ray-DVDs sind deshalb noch empfindlicher gegen Beschädigungen als heutige Standard-Definition-DVDs.



- Die hohe Bildqualität von Blu-ray-DVD lohnt sich nur bei Einsatz entsprechender hochauflösender HD-Displays oder HD-Videoprojektoren.
- Film-Lehrinrichtungen und die angeschlossenen Videotheken sollten in begrenztem Umfang über HD-Technik verfügen, um die Herstellung dieser Bildqualität trainieren und begutachten zu können.  
Für den täglichen Lehr- und Ausleihbetrieb genügt aber das robuste, vielseitige und preiswerte PAL 625-System vollauf den Ansprüchen.
- HD-Ausrüstungen und –Medien sind z.Z. noch sehr teuer und werden im Vergleich zu Standard Definition (SD) -Technik auch teuer bleiben !



- HD-Technik als Master-Aufzeichnungsmedium ist für Produktionsfirmen, Filmbildungs-Institutionen und CyberCinema schon heute zu einem wichtigen Standard geworden.  
Da aber die heutigen PAL 625-DVDs und die digitale SAT-Übertragung mit erhöhter Datenrate eine für den Hausgebrauch gute Bild- und Tonqualität bieten, bleibt vorerst abzuwarten, ob sich die teure Home-HD-Technik in breiten Maße durchsetzen wird. (2008: ARD-ZDF-„Qualitätsoffensive“ für Standard-Digitalfernsehen/SDTV – Datenrate wird von bisher 2,7 Mbit/s auf 3,5 bis 7,0 Mbit/s angehoben !)

### 2.1.6 Magneto-Optical-Discs

In einigen Videotheken und Archiven werden auch sogenannte Magneto-Optical-Discs (MOD, MD) im Bestand gehalten.

Während die größere MOD der professionellen Studiotechnik vorbehalten ist, hat die kleine MiniDisc eine weite Verbreitung im privaten und geschäftlichen Sektor gefunden.

Es gibt sie als fertig bespielte Musik-Disc und als wiederbespielbares Aufnahmemedium.



professionelle MOD



Mini-Disc „MD“

Die magneto-optische Aufzeichnung funktioniert nach einem von den CD, DVD oder DVD-RAM abweichenden Prinzip:

Im Moment der Aufnahme wird eine paramagnetische Eisen-Terbium-Kobald-Legierung durch einen Laserstrahl auf die sogenannte Curie-Temperatur (185 ... 220 °C) erhitzt.

Bei dieser Temperatur ist die Schicht der Disc durch eine äußere Magnetspule mit der digitalen Information magnetisierbar.

Nach dem sofortigen Abkühlen der Spur bleibt eine durch äußere Magnetfelder oder Temperaturschwankungen kaum beeinflussbare digitale Magnet-Aufzeichnung zurück.

Das Auslesen der Informationen erfolgt wieder über einen Laser, der an den magnetischen Bits der Informationsträgerschicht eine Polarisierung erfährt und diese mittels Kerrzelle für eine Photodiode erkennbar macht.

MO-Discs können mehr als 100.000 mal wiederbeschrieben werden.

Magneto-Optical –Discs gewährleisten höchste Langzeit-Datensicherheit und sind sehr wenig vom physikalischen Verschleiß bedroht.

Ihre Archivierung bereitet keine Probleme, da sie durch Cartridges mechanisch geschützt sind und kaum gegen Licht, Wärme und äußere Felder empfindlich sind.

Die kommerziellen MODs werden im PC als eigenes Laufwerk erkannt und sind damit unglücklich an die schnell verschleißenden Betriebsprogramme gebunden.

Weiterhin nachteilig ist ihre relativ langsame Beschreibbarkeit, was sie für Mehrspur-Tonanwendungen und Videoaufzeichnungen schlecht einsetzbar macht.

Die MiniDisc (MD) des Consumerbereiches wird zur Zeit von der billigeren/kleineren Walkman-Technik mit Flash-Speichern verdrängt.

**ergo:** Die magneto-optische Speichertechnik hat sich auf Grund ihrer aufwändigen Technik leider wenig verbreitet, obwohl sie sehr gute Langzeitlagerungs-Eigenschaften besäße. Sie kann deshalb für Archivierungszwecke nicht mehr empfohlen werden.

### 2.1.7 Schallplatten

Bei Schallplatten unterscheiden sich die Bestände der Archive und Bibliotheken in die älteren Normalrillen-Platten aus Schellack-Masse (Gemisch aus Schellack-Harz und Gesteinsmehl) und die moderneren Mikrorillenplatten aus Polyvinylchlorid-Kunststoff. Schellack-Platten altern von sich aus sehr wenig, sind aber leicht abnutzbar und zerbrechlich. Mikrorillen-Langspielplatten sind quasi unzerbrechlich, leiden aber unter mechanischer Beschädigung und direkter Sonneneinstrahlung.

Die Überspielung von älteren Schallplatten ist technisch recht aufwendig und erfordert ausgebildetes Fachpersonal.

Sie lohnt sich in den wenigsten Fällen, da viele alte Titel über Handel und Internet als moderne CD-Auspielungen längst erhältlich sind.



alte 78er Normalrillen-Schallplatte



Makrofoto von 78er Normalrillen



33,3er Mikrorillen-Schallplatte

### 2.1.9 Disketten

Disketten sind in Hüllen untergebrachte, meist Eisenoxid-beschichtete Kunststoffscheiben, die der externen Speicherung, bzw. dem Austausch von Computerdaten dienen. Im Zuge der Weiterentwicklung gab es verschiedene Ausführungsformen dieser Datenträger, von denen die folgenden Typen breite Anwendung fanden:

8"-Diskette (seit 1969), Standard-Speichervermögen: 80 ... 180 kB

5,25"-Diskette (Mitte 80er Jahre), Standard-Speichervermögen: 360 kB

3,5"-Diskette („Floppy“, Anfang 90er Jahre), Standard-Speichervermögen: 720/1440 kB

ZIP-Diskette (seit Mitte 90er Jahre), Standard-Speichervermögen: 100/250/720 MB



5,25"-Diskette, 3,5"-„Floppy“-Disc und Iomega-Zip-Diskette

Obwohl die Aufzeichnung der Daten auf Magnetscheiben physikalisch sehr dauerhaft ist, leiden die Disketten unter oftmaligen Aufzeichnungs- und Lese-Vorgängen. -Der Schreib-Lesekopf schleift beim Durchlauf noch direkt auf der Magnetitschicht. (Bei modernen Festplattenlaufwerken „schwebt“ der Schreib-Lese-Kopf auf einem dünnen Luftpolster über die Magnetitschicht der Datenträgerscheiben!)

Die Scheiben sollten deshalb nicht unnötig oft abgetastet werden; ihr Fehlverhalten verschlechtert sich mit jedem Durchlauf.

Disketten wurden mittlerweile durch Flash-Speicher(USB-Stick, Chip-Cards) oder mobile USB2-Festplatten abgelöst, so dass schon heute kaum noch PCs mit 3,5“- oder ZIP-Diskettenlaufwerken mehr ausgeliefert werden !

Archive könnten bei normalen Lagerbedingungen (20 °C/<50% rel. Luftfeuchte) von einer Haltbarkeit > 30 Jahre ihrer Diskettenbestände ausgehen.  
Das Problem besteht jedoch in der Vorhaltung funktionierender Lesegeräte für diese Disketten !  
Es ist also empfehlenswert, wichtige Disketten-Datensätze zur Sicherheit auf aktuelle Datenträger zu kopieren.(Festplatte, DVD-RAM)

### 2.1.9 Festplatten

Betreffs Datensicherheit, Arbeitsgeschwindigkeit und Speicherkapazität bieten Festplatten oder Festplattensysteme (Raid-Systeme) gute Voraussetzungen. Sie werden deshalb sehr erfolgreich für die digitale Bearbeitung von aktuellen Mediendateien eingesetzt.

Für die Zwecke der Langzeitspeicherung sind Festplatten oder Festplattensysteme nur bedingt geeignet.

Bei einzelnen ständig benutzten Festplatten kalkuliert man mit einer Lebensdauer von ca. 3 bis 5 Jahren. Danach ist mit einem plötzlichen Totalausfall der Festplatte infolge mechanischer Abnutzung des Laufwerks zu rechnen.

Um diesen Total-Datenverlust zu vermeiden, müssen Festplatteninhalte ständig auf andere Datenträger gespiegelt werden.(„Sicherheits-Back-Up“)

Es wurden sogenannte RAID-Speichersysteme entwickelt, in denen darin enthaltene redundante Festplatten selbsttätig die Datensicherung übernehmen.

Raid-Systeme können gut als zentrales Serversystem benutzt werden, in das Mediendateien eingeladen werden, um sie z.B. auf Knopfdruck sofort und von vielen Arbeitsplätzen aus abrufen zu können. („Video on Demand“)

Vor Anschaffung eines solchen Systems sollte jedoch bedacht werden, ob der hohe Anschaffungspreis für den betreffenden Anwendungsfall gerechtfertigt ist, und ob der erhebliche zeitliche und personelle Aufwand für die ständige Beschickung des Speichersystems zu leisten ist!

Raid-Server sind für Zwecke der Langzeitsicherung von Medienbeständen weniger geeignet, weil auch sie vom moralischen Verschleiß der Betriebssoftware und der Gerätetechnik bedroht werden.

Bei Ablage von HD-Dateien sind die Raid-Server trotz Speicherkapazitäten im Terabyte-Bereich sehr schnell voll und müssen dann kostspielig erweitert werden.

Mobile (USB 2-) Festplatten sind ein ausgezeichnetes Medium, um große Datenmengen schnell und fehlerarm zwischen zu speichern bzw. zu transferieren.

Als Allgebrauchs- oder Langzeitspeichermedium sind sie wegen der oben bereits beschriebenen mechanischen Sensibilität nicht geeignet.



5 MB-Festplatte von 1957



Micro-Festplatte (heute bis 32 GB)

## 2.2 Bandförmige Datenträger

### 2.2.1 Analoge Tonbänder und Audiokassetten

Die Tonaufzeichnungen auf Magnetbänder und Audiokassetten („Compact-Kassetten“) erfolgte in analoger Form. Ihre Lebensdauer wird in erster Linie durch die Langzeithaltbarkeit der Trägerunterlage und des Bindemittels der Magnetitschicht bestimmt.

Ältere Acetatcellulose-Bänder unterliegen der Gefahr der Essigsäure-Zersetzung.

Es ist deshalb angeraten, solche Bänder einerseits kühl zu lagern (Verlangsamung der chemischen Prozesse) und andererseits diese Bänder hin und wieder umzuspulen, um die zwischen den Wickellagen entweichenden ätzenden Essigsäuredämpfe „freizulassen“.

(Deshalb: Regelmäßig benutzte Acetat-Bänder, und übrigens auch, –Filme behalten viel länger ihre Stabilität gegenüber den nur lange eingelagerten !)

Bei guter Lagerung halten Acetatbänder mindestens 50 Jahre. Die eigentliche magnetische Aufzeichnung ist wesentlich langlebiger. –Deshalb besteht besonders bei den modernen Tonbändern mit PET-Unterlage (Polyethylenteraphthalat) kein Zeitdruck für die Langzeitsicherung.

Audiokassetten haben immer PET-Unterlage. –Bei ihnen besteht allerdings die Gefahr der Abnutzung bzw. Beschädigung der Kassettenmechanik.



professionelles 2"-Magnetband



1/4"-Magnetbänder



1/8"-Magnetband-Kassetten

Zur Wiedernutzbarmachung interessanter älterer Aufzeichnungen sollten sich Bibliotheken und ähnliche Institutionen die noch immer gut erhältlichen Tonband- und Kassettenabspielgeräte beschaffen, um Ausleihkopien auf CD oder andere moderne Datenträger zu überspielen.

Der Überspielvorgang an einem dafür fest eingerichteten Arbeitsplatz ist einfach zu handhaben. (z.B. einfacher PC mit CD-Brenner, NERO-Vollversion mit Wave-Editor, Chipkarten-Leser und das entsprechende Audioabspielgerät)

Für die sogenannten „Tonbänder“ existieren allerdings verschiedene Spurlagen- und Laufgeschwindigkeits-Standards. (Siehe Anhang !)

Es ist deshalb empfehlenswert, Abspielgeräte zu beschaffen, die alle diese Standards beherrschen.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass analoge Bandaufzeichnungen auf Grund ihrer einfachen, robusten Verfahrenstechnik nicht besonders verlustgefährdet sind. –Bei kühlere staubarmer Lagerung werden sie noch viele Jahre reproduzierbar sein.

### 2.2.2 Analoge Videobänder (VHS, S-VHS, BetaMax, U-Matic, u.ä.)

Videotheken und Archive besitzen meist noch eine große Anzahl von VHS-Videokassetten. Dieses Video-Aufzeichnungs- und Abspielsystem hatte sich seit 1976 gegenüber den technisch etwa gleichwertigen Systemen wie Umatic Low Band, Betamax, Video 2000 u.ä. durchgesetzt und ist bis zum heutigen Tage weltweit verbreitet.



Auswahl analoger Videoband-Kassetten

Die analoge Aufzeichnung des Videosignals auf VHS erlaubt nur eine relativ bescheidene Bildqualität, die aber für die meisten Ansprüche des schulischen und häuslichen Bedarfs ausreichend ist.

VHS-Kassetten besitzen für die Zwecke der Ausleihe eine gute Robustheit und für die Lehre den Vorteil des schnellen, sicheren Zugriffs auf bestimmte (vorgespulte) Bandstellen.

Bei pfleglicher Behandlung (Kassetten nicht fallen lassen; nicht höherer Wärmebelastung aussetzen) verfügen VHS-Kassetten erfahrungsgemäß über eine gute Langzeitstabilität. Gezerzte oder gerissene Bänder sind bei Verwendung geeigneter Mittel (Klebeband mit gleitfähiger Rückseite, Klebeschiene) zwecks Datenrettung reparierbar. Defekte Kassettengehäuse lassen sich notfalls austauschen.

Die bei den frühen professionellen Videobändern auftretenden Probleme mit Schichtverklebungen sind bei den moderneren VHS-Bändern bislang kaum beobachtet worden.

Die Überspielung von wertvollen VHS-Kassetten auf DVDs ist technisch leicht durchführbar, erfordert aber entsprechende Arbeitszeit, da nur in Echtzeit kopiert werden kann. Für solch einen Umspiel-Arbeitsplatz ist z.B. ein Standard-PC einsetzbar, der eine Grafikkarte mit analogen Video- und Audio-Eingängen, einen DVD-Brenner und den üblichen Bildmonitor besitzt.

Als Abspielgerät kann jedes heute noch im Handel erhältliche VHS-Gerät dienen.

Die besonderen Probleme der Datenrettung bzw. Datensicherung bei älteren professionellen Videobändern und Sonderformaten sollen an dieser Stelle nicht besprochen werden.

### 2.2.3 Digitale Audio-Bandformate (DASH, DAT, DTRS, ADAT )

Die mit der analogen Aufzeichnung von Videosignalen erzielten Fortschritte in der Magnetbandtechnologie führten Anfang der 80er Jahre zur Entwicklung verschiedener digitaler Aufzeichnungsverfahren auf Magnetband.

Das anfängliche Bestreben, ein mechanisch schnittfähiges Pendant zur bisherigen analogen Magnetbandtechnik zu schaffen, führte zur Entwicklung u.a. des DASH-Formates. Bei der DASH-Aufzeichnung (**D**igital-**A**udio-**S**tationary-**H**ead) wird der hochfrequente digitale Datenfluss auf viele Längsspuren aufgeteilt, um die notwendige Signalauflösung zu erreichen. Die 1/4" oder 1/2" breiten DASH-Bänder liegen auf offen zugänglichen Spulen und können je nach Bandgeschwindigkeit und -breite von 2 bis 48 Audiokanäle aufzeichnen.



24 Spur-DASH-Tonaufnahmegerät



digitale R-DAT-Kassette

Sehr erfolgreich war das R-DAT-Verfahren (**R**otary-Head-**D**igital-**A**udio-**T**ape), bei dem das PCM-codierte Digitalsignal (Sampling bis 96kHz/24 Bit möglich; zwei Audiospuren; TimeCode- und SubCode-Aufzeichnung möglich) über eine rotierende Kopftrommel in 20°-Schrägspurtechnik aufgezeichnet wird.

DAT-Kassetten konnten sich zwar im Consumer-Bereich nicht durchsetzen, dienen aber bis heute noch im professionellen Bereich als hochwertiges Aufzeichnungs-Medium.

Eine weiterführende Entwicklung stellt das sogenannte DTRS-System (**D**igital-**T**ape-**R**ecording-**S**ystem) dar, welches TASCAM 1993 auf den Markt brachte, um die für Mehrkanalmischungen notwendige Aufzeichnung von 8 digitale Audiospuren zu realisieren. DTRS kann auf handelsüblichen Hi-8-Consumer-Videokassetten (SONY) aufgezeichnet werden, weswegen diese Technik im Fachjargon auch kurz „Hi-8“ genannt wird.

Ein weiteres digitales Tonaufzeichnungsverfahren, dass auf der Verwendung handelsüblicher Videokassettentechnik basiert, ist das ADAT-System (**A**lesis-**D**igital-**A**udio-**T**ape) Von der Firma ALESIS 1993 entwickelt, ermöglicht das Verfahren die 8spurige digitale Schrägpuraufzeichnung auf preiswerten S-VHS-Kassetten. Das Verfahren hatte sich im Gegensatz zu R-DAT und DTRS jedoch nicht allzu weit verbreitet.

Bezüglich der Bestandssicherung und Langzeitarchivierung sind alle digitalen Bandaufzeichnungen kritisch zu sehen.

Die magnetische Aufzeichnung an sich ist zwar sehr langzeitstabil, jedoch stellen Inhomogenitäten der Magnetschicht und die mit den Jahren fortschreitende Verschmutzung und Verformung der Bänder für die extrem hohe Datendichte bei digitalen Aufzeichnungen eine besondere Fehlerquelle dar.

Aus diesem Grund musste von Anfang an bei allen digitalen Bandaufzeichnungstechnologien ein ständig mitlaufendes Fehlerkompensations-Management implementiert werden. (Digitale Signal-Aussetzer erzeugen unangenehm empfundene Klangverfälschungen, analoge Drop-Outs führen i.d.R. zu nur kaum wahrnehmbaren Lautstärkeschwankungen.)

Ein weiteres Problem für die Sicherung digitaler Audiobänder und –Kassetten ist die schon heute sehr beschränkte Verfügbarkeit entsprechender Abspielgeräte. Diese hochpräzisen Geräte sind sehr wartungsintensiv und ausfallgefährdet. Neugeräte sind wegen des Trends zu HD-, Disc- und Chip-Datenträgern auf dem Markt kaum noch erhältlich.

Die Langzeitarchivierung digitaler Audiobänder und –Kassetten kann in kühlen, staubarmen Räumen erfolgen.

Aufnahmen von gesellschaftlicher Wichtigkeit sollten beizeiten auf aktuelle Medien(z.B. DVD-RAM) kopiert werden.

## 2.2.4 Kinefilm

Insbesondere Filmschulen verfügen i.d.R. über erhebliche Bestände an 35mm- und 16mm-Filmkopien.

Das 1891 von Laurie Dickson (Edison-Labor) festgelegte 35mm-Filmformat und die seit ca.1928 darauf befindliche Lichtton-Aufzeichnung stellen eines der sichersten weltweit genormten AV-Formate dar. -Ein Tonfilm von 1929 kann noch heute auf jedem 35mm-Tonfilmprojektor der Welt abgespielt werden !

Filmaufzeichnungen auf moderner PET-Trägerunterlage werden in der Branche nach wie vor als das langzeitstabilste Archivierungsformat genutzt.

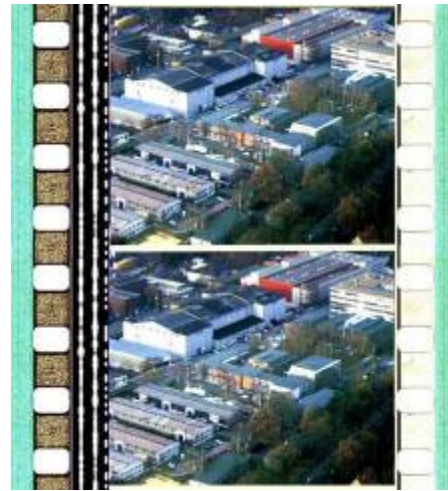
(Amerikanische Filmfirmen stellen von kommerziell und kulturell wertvollen Farbfilmen drei Schwarz-Weiß-Farbauszugs-PET-Kopien her, um sie langzeitsicher zu archivieren !)

Sofern eine trockene, kühle Lagerung und schonende Benutzung gewährleistet werden, geht man bei Schwarz-Weiß-Kopien von einer Haltbarkeit von bis zu 500 Jahren aus.

Der große Wert des analogen Tonfilmformates für die Erbe-Archivierung besteht auch darin, dass unsere Nachfahren in der Lage wären, nur aus der mit einer Lupe erkennbaren Beschaffenheit des Tonfilms, wieder Abspielgeräte dafür herzustellen !



Lichttonfilm „Melodie des Herzens“ von 1929  
(links die „Sprossenschrift“-Lichttonspur)



moderner CinemaScope-Film mit SDDS-,  
DOLBY- und DTS-Digital-Lichtton,  
sowie einer Norm-Analog-Lichttonspur

35mm-Film erreicht Auflösungswerte bis 4k, was eine wichtige Voraussetzung für die Speicherung von hochauflösenden Bildern (HDTV) bildet.

Ältere Filmkopien auf Acetatcellulose-Unterlage sind durch das Selbstzersetzen des Trägermaterials und das Ausbleichen von Farbschichten bedroht. Zerfallende Acetat-Kopien erkennt man leicht durch einen erheblichen Essigsäure-Geruch.

Die Rettung wichtiger Filme geschieht am besten durch Umkopierungen auf modernes gleichformatiges Filmmaterial.

Die Umzeichnung auf hochauflösende digitale Medien (mindestens 2k-Auflösung) ist auch gut möglich, birgt aber die Gefahr des Verschleißes der dafür eingesetzten digitalen Hard- und Software.

Die genannten Sicherungsarten sind nur von Spezial-Einrichtungen und –Fachkräften leistbar und recht kostenintensiv.

Auch die einfache Umspielung von Filmen auf Standard-Definition/SD-DVDs o.ä. ist zeitlich aufwendig und erfordert Spezialgeräte und Fachpersonal.

Kopien von 35mm- und 16mm-Filmen auf Standard-DVD-Formate sollten wegen des Qualitätsverlustes im Bedarfsfall nur für Überblicks-Anwendungen (Lehrbetrieb, interne Ausleihe) angefertigt werden.

## 2.2 Flash-Speicher



Auswahl von Datenträgern, die Flash-Speicher beinhalten

Flash-Speicher (CF-Card I/II, SD-Card, MS-Memory-Card, Photo-Stick, USB-Stick, u.a.) befinden sich im Vormarsch und werden viele der heute noch gebräuchlichen Datenspeicher (Fotofilm, DV-Kassetten, DVDs, u.a.) ablösen.

Die verfügbaren Speicherkapazitäten dieser Datenträger steigen ständig an. (z.Z. bis 32 GB pro Chip)

Vereinfacht dargestellt, bestehen Flash-Speicher aus Matrizen von Feldeffekttransistoren, deren Leitfähigkeit (L oder Null) durch ladungsgesteuerte Torschaltungen bestimmt wird.

Ladungen bauen sich bei nachlassender Isolierung (z.B. durch hohe Wärmebelastung) ab.

Derzeitige Flash-Speicher vertragen nur einige 10 000 Umladungen. (Nachlassender Isolationswiderstand der FET-Gates?)

Neuerdings angebotenen Flash-Speicher-Festplatten ist deshalb mit großer Vorsicht zu begegnen!

Flash-Speicher sind für kurz- bis mittelfristige Datenspeicherungen sehr gut nutzbar, aber nicht für Langzeitspeicherungen geeignet.

## 2.5 Holografische Speicher

Es ist zu erwarten, dass die seit langem bekannte holografische Speichertechnik als holografische Speicher-Disc (HVD) die heutigen DVD-Formate ablösen wird.

Vorläufig bekannte Eigenschaften:

Aufwändiges Speicherverfahren (Laser-Interferenz-Technik), bei dem das gesamte Volumen von Lithiumniobat-Kristallen oder organischen Polymeren zur Datenspeicherung genutzt werden (photoreaktiver Effekt).

Die holografische Speicherung im Kristall ist sehr zeitstabil.

In einem fingernagelgroßen Kristall können bis zu 400 GB digital-holografisch gespeichert werden. – Aber: Abhängigkeit vom vergänglichen digitalen Codec !

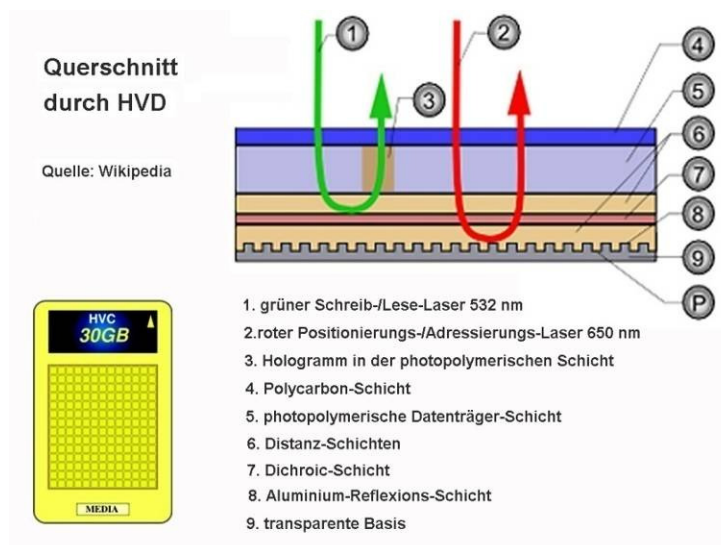
Eine japanische „HVD-Allianz“ (OPTWARE, FUJI, u.a.)

hat bereits eine Holographic-Versatile-Disc (HVD) und Schreib-/Lese-Geräte auf den Markt gebracht.

Bis 2010 ist eine Speicherkapazität von 1600 GB angekündigt.

Die HVD (z.Z. 300 GB) könnte bald die Blue-Ray-Disc (27 GB) ablösen.

Zur Zeitstabilität der auf Basis von organischen Polymeren arbeitenden HVD liegen noch keine verlässlichen Erkenntnisse vor.





### 3.0 Einschätzung des materiellen und personellen Aufwandes für die Schaffung eines Datenträger-Sicherungs-Archivs (DASA)

In dem Wissen, dass es bereits bei vielen Institutionen Bemühungen um die Sicherung der eigenen Datenträger-Bestände gibt, sollen im Folgenden zu dieser Problematik einige Vorschläge aus der Sicht des Technikers unterbreitet werden.

Ausgangs-Positionen:

1. Um die Datenträgerverluste in Grenzen zu halten, müssen umgehend „Taten folgen“.
2. Die finanzielle und personelle Decke der öffentlichen Einrichtungen erlaubt keine größeren Zusatz-Investitionen für die Datenträgersicherung.
3. Es sollte möglichst vor Anlegen von Datenträger-Archiven ein mit allen Bedarfsträgern abgestimmtes und optimiertes Vorgehen vereinbart werden.
4. Bei allen diesbezüglichen Aktionen sollte grundsätzlich unterschieden werden zwischen
  - der Wiedernutzbarmachung älterer analoger oder digitaler Datenträger durch Übertragung auf moderne Medientechnik,
  - der Rettung verschleißgefährdeter alter Datenträger durch Migration in langzeitstabile Datenformate.

#### Selbsthilfemaßnahmen für die Einrichtung eines Datensicherungs-Archives:

1. Es muss ein kühler, trockener, abschließbarer **Lagerraum** mit geeigneten Archivschränken bestückt werden. Ein Personal-Arbeitsplatz ist nicht erforderlich, nur eine Ablage- und Schreibmöglichkeit sollte geschaffen werden.
2. Die Bearbeitung der einzulagernden Sicherheitsdatenträger erfolgt an den vorhandenen Arbeitsplätzen durch das dort eingearbeitete Fachpersonal.
3. Mitschnitt- oder **Kopierarbeiten** können durch geringer qualifiziertes Personal (Praktikanten, Assistenten) an den einmal fest konfigurierten Arbeitsgerätschaften erfolgen.
4. Die **Auswahl** der mitzuschneidenden oder zu sichernden Medienereignisse muss durch filmwissenschaftlich bzw. archivarisch versiertes Personal erfolgen.
5. Diese Entscheidung über die Archivwürdigkeit sollte sofort während der ohnehin notwendigen bibliothekarischen Titelaufnahme und Erschließung erfolgen, weil sie nur einen geringen zusätzliche **Arbeitsaufwand** erfordert.
6. Der **Aufbau** eines DASA sollte zu einem bald möglichen Zeitpunkt mit allen Neuzugängen von AV-Medien beginnen. Die vorhandenen **Altbestände** der Videothek können Schritt für Schritt während eventueller Arbeitszeitfreiräume oder bei Verfügbarkeit qualifizierter Praktikanten (unter der Anleitung von Fachpersonal) nachgearbeitet werden.
7. Als DASA-**Datenträger** müssen neben den DVD+/-R auch DVD+/-RW und RAM-Medien in Betracht gezogen werden.
8. Gleichzeitig könnten platzsparende **Slim Cases** beschafft werden. Ein dazu passendes Einlegeblatt muss durch die Videothek entworfen und vervielfältigt werden. Denkbar wären auch die noch mehr Platz sparenden Papierhüllen für CDs/DVDs, wobei sichergestellt sein müsste, dass diese aus säurefreiem Papier bestehen. Die Verwendung von Plastik-Hüllen wäre sehr fragwürdig, da sie an den CDs/DVDs festkleben und chemisch ausdünsten können.
9. Soweit nicht bereits schon vorhanden, sollten SAT-Empfänger mit integrierter Festplatte in das **Neuanschaffungsprogramm** aufgenommen werden. Sinnvoll wäre die Einrichtung eines fest installierten SAT-Aufnahme- und 1:1- **Kopierplatzes** für Praktikanten.

Notwendig hierfür ist nur preiswerte Heimgeräte-Technik und keine professionelle Ausrüstung.

10. Zum hochqualitativen **Mitschneiden** von aktuellen Fernsehsendungen eignen sich am besten digitale SAT-Empfänger mit integrierter Festplatte.  
(Direkter **digitaler Sat-Empfang** ermöglicht die Aufzeichnung der erweiterten PAL-Qualität in echter anamorphotischer 16:9-Codierung.  
DVB T- oder Kabel-TV können nur stark datenkomprimierte oder bandbreitenbegrenzte Übertragungen liefern.)  
Die Mitschnitte können zuerst auf die interne Festplatte des SAT-Empfängers aufgenommen werden und später von Praktikanten o.ä. auf DVD-RW oder DVD-R ausgespielt werden.
11. Beizeiten sollten wichtige (vorher noch einmal geprüfte) **VHS-Kaufkassetten oder -Mitschnitte** in das Langzeitarchiv eingelagert werden.
12. Eine **Überspielung** von VHS-Kassetten auf DVDs zwecks Langzeitarchivierung ist wenig sinnvoll, weil die VHS-Bänder voraussichtlich langlebiger sind als die DVD-Umzeichnungen.  
Es ist jedoch zu überlegen, ob von wertvollen, einzulagernden VHS-Kassetten unter Berücksichtigung der urheberrechtlichen Bestimmungen **DVD-Lesesaal-Kopien** angefertigt werden sollten. Dies könnte an einem leicht bedienbaren, fest verdrahteten Kopierplatz als Praktikantentätigkeit durchgeführt werden.
13. Die vorhandenen **Filmkopien-Bestände** sollten vorerst nur bei Gebrauchsbedarf auf andere Datenträger umgezeichnet werden. Moderne Filmkopien (Polyesterunterlage, moderne Farbstoffe) haben die höchste Lebenserwartung aller gegenwärtig gebräuchlichen Bild- und Tonträgermaterialien.  
  
Die Umspielung von Film auf PAL-SD-Formate bringt einen deutlichen Informationsgehaltsverlust mit sich.  
Die Umzeichnung auf 2 k- oder 4 k-HD-**Digital-Formate** zu Archivierungszwecken ist wegen der langzeitunsicheren Normungssituation noch nicht empfehlenswert.
14. Für wichtige, längerfristig zu sichernde Mediendateien sollten sogenannte **Wrapper-Formate** (MXF4QT oder FCP) benutzt werden. Diese für den Datentransfer entwickelten „Universal“-Digitalformate werden von möglichst vielen firmeneigenen Spezialformaten unter Windows und Apple erkannt und verarbeitet.

## 4.0 Überdenkenswertes

### 4.1 Der schmale Grat zwischen Restaurierung und Verfälschung

Wenn von der Bestandserhaltung in Videotheken und Medienarchiven gesprochen wird, dann ist in erster Linie an die Sicherung des Ist-Zustandes, bzw. das Aufhalten des fortschreitenden Verfalls von Medienprodukten gedacht.

Die Restaurierung von Mediendatenträgern ist in der Regel sehr teuer, weil sie aufwändige Technik, hochspezialisiertes Fachpersonal und großen Zeitaufwand verlangt.  
Datenträger-Restaurierung sollte deshalb nur dann in Angriff genommen werden, wenn ein gesellschaftliches Verwertungsinteresse tatsächlich vorhanden ist oder auf Grund schnell fortschreitenden Verfalls die Datenrettung dringend notwendig wird .

In allen anderen Fällen ist die einfache, originalgerechte Sicherung des Ist-Zustandes empfehlenswert.  
(Diese originalgerechte Sicherung des Ist-Zustandes bildet übrigens in jedem Falle die Voraussetzung für eine vielleicht spätere Restaurierung der Datenträger.)

Der Grundsatz für Restaurierungen jeglicher Art kann nur die möglichst dichte Annäherung an den Originalzustand eines historischen Produktes sein ! –Die Aufarbeitung alter Medienprodukte zur Erreichung von Wiedergabeparametern, wie sie heutige digitale Geschmacksprodukte besitzen, sollte sich eigentlich verbieten.

(Niemand käme auf die Idee, die ägyptische Sphinx mit Beton-Estrich glatt zu polieren, damit sie modernen Skulpturen gleichkommt. –Bei der „Sendefähigmachung“ von historischem Bild- und Tonmaterial wird heute das digitale „Aufpolieren“ aber oftmals praktiziert.

Alte Nadelton-, Lichtton- oder Magnettonaufzeichnungen werden digital „entrauscht“, obwohl sie im damaligen Neuzustand auf Grund der groben Kornstruktur des früheren Trägermaterials niemals rauschfrei waren.)

Mit der undifferenzierten digitalen Entrauschung der Ton- oder Bildaufzeichnungen werden eine Reihe originalfremder Verfälschungen erzeugt:

- Die in den Dialog-Lücken sonst hörbaren Raumatmosphären und Nachhallanteile werden mit dem Rauschen herausgeschnitten. (Unser Gehörsinn im Gehirn ist aber sehr gut in der Lage, Störsignale aus Nutzsignalen herauszufiltern. –Nach kurzer Einhörzeit nehmen wir die Störsignale nicht mehr wahr. –Der entrauschende Computer kann solch eine intelligente Unterscheidung nur sehr mangelhaft durchführen !)
- Unser Gehörsinn benötigt für die Einordnung von Lautstärkeempfindungen immer eine Grundgeräusch-Basis, die in jeder natürlichen Umgebung vorhanden ist. (Ein gesundes Ohr hört bis hin zur Molekularbewegung der Luft !)  
Fehlt diese Grundgeräusch-Basis, wie es z.B. bei „entrauschten“ Dialogen oder auch bei „superreinen“ Digitalaufnahmen der Fall ist, dann „taumelt“ unsere Lautstärkeempfindung im freien akustischen Raum und vermittelt einen eher unangenehmen Hör-Eindruck.

Der gegenwärtig zu beobachtende Trend zur alten mangelbehafteten Röhrentechnik bzw. deren leicht rauschenden, brummenden Aufnahmen, ist nicht nur das Verlangen nach dem typischen Klang alter Aufnahmen, sondern auch der instinktive Wunsch nach subjektiv natürlichem Hörverhalten.

- Weil in Echtzeit wirkende technische Systeme nicht „voraus denken“ können, werden beim Entrauschen von Tonsignalen die Ein- und Ausschwingvorgänge der Tonsignale beschnitten. Mit zunehmendem Entrauschungsgrad macht sich eine abgehackte, „glucksende“ Sprachmodulation bemerkbar.

- Eine übertriebene digitale Bild-Entrauschung (Entkörnung) kann ähnliche Verfälschungen erzeugen. –Bei in der Totalen abgebildeten Personen verschwinden so schon mal plötzlich Augen oder Bärte ...  
Gut differenzierbare Bildstörsignale, wie Laufschrannen und grobe Verschmutzung, kann man heute jedoch digital entfernen, ohne das Original zu verfälschen.

#### Einige Empfehlungen für die originalgerechte Übertragung von Bild- und Tonaufzeichnungen:

- Historischer Kinefilm sollte, solange es noch Kinefilm-Hersteller und Kopierwerke gibt, wieder auf das gleiche Filmformat unter Verwendung heutiger zeitstabiler Filmmaterialien kopiert werden. Von wertvollen Farbfilmen können drei Schwarzweiß-Auszüge hergestellt werden, um sie für mehrere hundert Jahre haltbar zu machen.

- Die Abtastung alter Lichttonaufzeichnungen muss mit den zur Entstehungszeit üblichen Parametern erfolgen, also nicht mit modernen Dolby-Abtastern, sondern mit Lichttonabtastern, die eine Lichtspalthöhe von ca. 30 µm und lineare 8kHz-TP-Bandbreite des Verstärkersystems gewährleisten.  
(Die schmalere Lichtspalthöhe der modernen Abtaster erzeugen zusätzliches Kornrauschen, welches dann wieder mit allen unangenehmen Folgen digital „entrauscht“ werden muss !)

Die Amplitudenfrequenzgang-Bandbreiten alter Tonaufzeichnungen sollten vor der Übertragung analysiert werden, um die nachfolgende Umspielung wirklich nur auf die im Nutzsignal enthaltenen Frequenzanteile einzugrenzen. Somit wird der Oberwellenübertragung und der Differenzfrequenzbildung am Ursprung entgegengewirkt.

- Ähnlich verhält es sich mit der Übertragung alter Magnettonaufzeichnungen. –Auch hierbei sollten die Ursprungsparameter der Entstehungsphase der Aufnahmen streng berücksichtigt werden.

- Schallplatten sollten zwecks einmaliger Übertragung auf moderne Medien ebenfalls nur mit originalgerechter Technik abgetastet werden.

Bei Mikrorillen-Platten stellt das kein Problem dar, denn die Rillenform und die abtastende Diamantnadel sind eindeutig genormt.

Bei alten Schellack-Platten empfiehlt es sich, die einmalige Abtastung mit einem Stahlnadel-System bei dem damals üblichen Auflagedruck durchzuführen. Historische Schellack-Platten hatten sehr unterschiedliche Rillenformen. Ein Stahlnadel-Abtaster schleift sich jedoch schon während der Einlaufrille der Platte formschlüssig in die Rillenflanken ein, so dass geringstmögliche Signalverzerrungen gewährleistet sind. –Eine moderne Diamant-Nadel liegt u.U. nur an zwei Punkten der Rille an. –Die Folgen sind vordergründiges „Knistern“ und deutlich hörbare nichtlineare Signalverzerrungen.

Mechanisch aufgenommene Schellack-Platten reproduzieren Frequenzbandbreiten von ca. 200 Hz bis 3 kHz, jüngere Schellack-Platten von ca. 30 Hz bis nahe 10 kHz. Die Einhaltung der tatsächlichen Übertragungsbandbreite beim Transfer alter Schallplatten vermeidet auch hier unnötiges Rauschen bzw. Klirr-Verhalten.

#### 4.2 Neue Trends in der konventionellen Videotechnik

Technische Neuentwicklungen werden in unserer Zeit mit großem Verkaufsdruck auf den Markt gebracht. Bewährte, weltweit eingeführte Technik und Verfahren werden allzu leicht wenig erprobter Hard- und Software geopfert.

Im Mediensektor ist zur Zeit die Umstellung auf High Definition-Formate (HD) aktuell.

HD stellt für Filmproduktionsbetriebe, Sendeanstalten und digitale Kinos ein unabdingbares Masterformat dar und ist geeignet, die bis dato verwendeten Masterformate (Film, Beta-SP, DigiBeta) konsequent abzulösen.

Für den semiprofessionellen und Heim-Bereich ist die Einführung des HD-Formates etwas differenzierter zu betrachten.

Die Entwicklung von großen Flach-Bildschirmen wird in Kürze soweit gediehen sein, dass qualitätsvolle High Definition-Geräte auch in Videotheken und im Heimbereich eingesetzt werden können.

Die Wiedergabe von HD wird sich aber fast ausschließlich auf das Abspielen von Blu-ray-DVDs oder selbstgedrehten HD-Aufnahmen begrenzen, denn der Übertragung von HD-Signalen über die Senderwege sind enge physikalisch bedingte Grenzen gesetzt.

HD über Kabel oder terrestrisches Antennenfernsehen kann es wegen der dortigen zu geringen Übertragungsbandbreite nicht geben.

Es bleibt nur der Weg über digitale Satelliten-Verteilersysteme, die für den Betreiber und Verbraucher aber teuer sind.

Zu beobachten ist zur Zeit ein Trend bei den öffentlich-rechtlichen und auch den privaten Sendern, die Übertragungswege des vorhandene Standard Definition-Formats (SD) erst einmal in seinen Qualitätsparametern voll auszunutzen.

So starten ARD und ZDF im Jahre 2008 eine „SD-Qualitätsoffensive“.

Man sollte wissen, dass das HD-Format nur dann seine volle Wirkung entfalten kann, wenn man in einem Abstand vor dem Bildschirm Platz nimmt, der nicht größer als 1,5 mal der Bild- Diagonale ist. -Wer sitzt aber so dicht vor seinem TV-Bildschirm? (Ab 3x Diagonale Betrachtungsabstand ist kein Unterschied zum SD-Bild mehr feststellbar ...)

Das SD-Format mit entsprechend hoher digitaler Übertragungsdatenrate gewährleistet auf modernen 16:9-Bildschirmen eine erstaunliche Bildqualität, die weit entfernt ist von dem, was bisherige „Stubenfernseher“ zu bieten hatten.

Zu beachten ist auch die Möglichkeit der Hoch-Scalierung von Standard-Fernseh Bildern in eine Quasi-HD-Qualität. Moderne SD-DVD-Player verfügen bereits über diese Technik.

Die Verbesserung des Standard-Fernsehübertragungs-Systems war längst überfällig, weil in den Haushalten und semiprofessionellen Nutzerbereichen Groß-Flachbildschirme und Blu-ray Einzug halten. Da auf den Großbildschirmen aber noch vorwiegend Standard –TV gesehen wird, muss dieses Format jetzt auch in optimaler Qualität angeboten werden.

Nicht nur die öffentlich rechtlichen, sondern auch die großen privaten Sender wollen vom bislang ausgestrahlten 625-Zeilen-Normalformat(4:3) bzw. 432-Zeilen-Breitbildformat („Letterbox“) jetzt durchgängig auf das anamorphotische 16:9-Format übergehen.

Während die umfassende Einführung des HD-Fernsehens noch bezweifelt werden darf, wird sich das für das menschliche Sehverhalten optimale 16:9-Fernsehformat umfassend durchsetzen !

Neuanzuschaffende Technik für Mediatheken sollte auch deshalb den gestiegenen Qualitätsanforderungen dieser Breitbildtechnik entsprechen.

Der durch die Einführung von Blu-ray-DVD und Groß-Displays erzeugte Qualitätsanspruch bedeutet für den Mitschnitts-Dienst der Videotheken in Lehrinrichtungen, dass die Übertragungseinrichtungen und Aufzeichnungsgeräte entsprechend verbessert werden müssen. Unschärfe oder verrauschte SD-Aufzeichnungen werden bei der Wiedergabe auf dem Großdisplay zur Augenbelastung!

Noch ein Hinweis: Das Festhalten am herkömmlichen SD-Formate bietet für Videotheken und Archive auch weiterhin die Möglichkeit von Mitschnitten für Lehrzwecke. Mit der (kaum zu erwartenden) kompletten Ablösung des SD-TV durch HD-TV wäre der Mitschnitt von Programmteilen auf Grund des mit ausgesendeten Kopierschutzes im HD-Format kaum mehr möglich.

#### 4.3 Langzeitarchivierung ohne Grenzen?

Die gegenwärtig zu beobachtenden kampagnenartigen Bemühungen um die Sicherung von digitalen Archivbeständen sollten nicht in Hysterie ausarten, sondern mit sachlicher Überlegung angegangen werden.

Es wird nicht möglich sein, alles, was unsere Medien-aktive Zeit produziert, für immer aufzuheben.

Die größte Leistung unseres Gehirns ist nicht seine phänomenale Speicherfähigkeit, sondern die Fähigkeit, unwichtige Fakten zu erkennen und unabhängig von unserem bewussten Wollen zu vergessen !

Bevor wir also überlegen, wie wir alles jemals produzierte Wissen komplett aufheben, sollten wir unsere Kraft zuerst auf eine sinnvolle Auswahl der sicherungswerten Informationen konzentrieren.

Die Gefahr ist groß, dass wichtige Informationsträger bei nicht rechtzeitiger Auswahl und Sicherung durch die damit aktuell befasste Generation verloren gehen. –Nachfolgende Menschengenerationen sind immer geneigt, Vorangegangenes als „altmodischen Müll“ undifferenziert zu entsorgen. (Mit dem Durchbruch des Tonfilmes Ende der 20er Jahre wurden z.B. fast alle Stummfilmkopien vernichtet, so dass heute wichtige Stummfilmwerke nicht mehr oder nur noch fragmentarisch vorhanden sind.)

In Bibliotheken, Videotheken und Archiven sollten die dort ansässigen Fachleute mutig zwischen nur mittelfristig zu erhaltenden Nutzungsbeständen und langzeitstabil zu sichernden Kulturgütern entscheiden.

### 5.0 Zusammenfassung der Tipps und Hinweise

- Die aktuellen Erfahrungen lassen erkennen, das moderne digitale Bild- und Ton-Datenträger stark vom **physischen und moralischen Verschleiß** bedroht sind.
- Zwecks **Bestandssicherung** sollten wichtige Datenträger deshalb in einem separat anzulegenden Datensicherungs-Archiv abgelegt werden.
- Die Einrichtung eines Langzeitarchivs stellt bei Nutzung der in Lehrvideotheken oder Archiven i.d.R. vorhandenen personellen und technischen Basis keine wesentliche **Zusatzbelastung** dar.
- Bei allen nachfolgend behandelten Fragen betreffs Bestandssicherung und Archivierung wird vorausgesetzt, dass sich die zu sichernden Datenträger in einem kopierfähigen Zustand befinden.  
Die **Restaurierung** stark beschädigter Filme, CDs, DVDs oder Festplatten ist durch

bibliothekarisches bzw. archivarisches Personal nicht zu leisten.

Die Rettung defekter Datenträger ist sehr aufwendig und kann, wenn überhaupt, nur von Spezialisten mit Spezialtechnik durchgeführt werden.

- Es wird eine klare **Trennung** der Verleih-Datenträger von den abzulegenden Langzeitsicherung-Exemplaren empfohlen.
- Die Auswahl der **geeigneten Datenträger-Medien** ist in Anbetracht der Vielfalt und Wechselhaftigkeit der angebotenen Produkte nicht einfach zu treffen. Die sogenannten **Datenträger-„Rohlinge“** sollten möglichst immer von einem seriösen Hersteller (z.B. Verbatim, SONY, TDK) bezogen werden. Billigware mit schlechten Laufeigenschaften oder schnellem internem Zerfall kann zu ärgerlichen Spät-Verlusten führen. Höhere Langzeitstabilität lassen die neuerdings angebotenen „Archival Grade“- und „ScratchProof“-DVD+/-R-Rohlinge erwarten.
- Für Mitschnitte und Sicherheitskopien ist auch die Verwendung von DVD-RAM-Discs empfehlenswert, weil deren metallische Beschichtung und ihr internes Fehlermanagement eine höhere Lebensdauer erwarten lassen, als die üblichen DVD/CD+/-R-Discs mit organischer Farblack-Datenträgerschicht.
- DVD+/-RW-Medien besitzen zwar eine zeitstabile Datenträgerschicht, sind aber sehr intolerant gegenüber unpräzisen Brenner- oder Player-Parametern.
- Spindelware bietet Preisvorteile, zumal die Videotheken i.d.R. ohnehin ein eigenes Case-System besitzen.
- Alle scheibenförmigen Datenträger ohne integriertes Schutzkassettensystem sind von mechanischen Beschädigungen und Handschweißabsonderungen bedroht. **Archivierungs-Discs** sollten deshalb nicht mehr als unbedingt notwendig benutzt und nur von unterwiesenem Fachpersonal mit den im Kopierwerksbetrieb üblichen Stoffhandschuhen verwaltet werden.
- Für die Langzeitarchivierungs-Exemplare sollten nicht die voluminösen Marketing DVD-Cases, sondern kleine Hüllen (Standard- oder Slim-Cases) mit einem entsprechend gestalteten Einlege-Cover verwendet werden. Somit wird dem schnell wachsenden **Platzbedarf** solcher Archive von vornherein entgegengewirkt.
- **USB-Extern-Festplatten** sind wegen der Gefahr der Zerstörung ganzer Filmbestände bei einem mechanischen Crash zur Langzeitarchivierung ungeeignet.
- Selbstsichernde Festplatten **Raid-Systeme** wären für ein Langzeitarchiv denkbar. Aber es wird vor den hohen Anschaffungs-Sofortkosten und dem hohen personellen Aufwand für die Beschickung solcher Systeme gewarnt. Mit der Archivierung von HD-Aufzeichnungen ist die Speicherkapazität dieser Systeme i.d.R. schnell ausgeschöpft. Selbstsichernde Festplattensysteme sind außerdem auch vom innovationsbedingten Verschleiß der Betriebssoftware und der Gerätetechnik bedroht.
- Definitiv ungeeignet für Langzeitarchivierungszwecke sind ladungsgesteuerte **Flash-Speicher**, wie USB-Sticks oder Chipkarten. Ihre begrenzte Umladefähigkeit und starke Wärmeempfindlichkeit schließen diesen Anwendungszweck aus.
- **Kauf-DVDs** besitzen eine gepresste metallische Datenträgerschicht und verfügen, sofern sie nicht äußerlich beschädigt werden, über eine relativ lange Lebensdauer. Für wichtige Filme sollte deshalb ein Zweitexemplar in das Langzeitarchiv gegeben werden. Im Ausleihbetrieb sollte ein **Aufbewahrungs-Hüllensystem** („Case“) benutzt werden, welches das beschädigungsarme Herausnehmen der DVDs ermöglicht.
- **Magneto-Optical-Discs**, welche in Ton-Bibliotheken vor allem in der Ausführung als Mini-Discs (MD) vorhanden sein werden, bilden ein sehr stabiles Informationsträgersystem. Ihre Archivierung stellt keine besonderen Ansprüche. Obwohl diese Technik zunehmend von Flash-Speichertechnik (Walkman/MP-3-Player) vertrieben wird, gibt es Abspielgeräte noch gut zu kaufen.

- Das Kopieren von **Schallplatten** verlangt technisch qualifiziertes Personal und sollte nur dann erfolgen, wenn die gefragten Titel nicht im Fachhandel als fertige Ausspielung erhältlich sind.  
Ansonsten besteht für Schallplatten wenig Gefahr betreffs Alterungs-Verschleiß.
- Überspielungen analoger **Tonbänder oder Audiokassetten** auf CDs sind technisch gut durchführbar, beanspruchen aber erhebliche Bearbeitungszeiten. Kopien sollten nur dann angefertigt werden, wenn unmittelbarer Gebrauchsbedarf besteht.  
Analoge Magnetbänder und Kassetten auf PET-Unterlage gewährleisten eine hohe Lebensdauer.
- Digitale Audio-Formate, wie 2-Kanal- und 8-Kanal-**DAT-Kassetten**, sind für die Langzeitarchivierung wenig geeignet, weil sie eine mechanisch komplizierte, sehr wartungsintensive Auf- und Abspieltechnik erfordern. Neugeräte für diese Technik werden kaum noch hergestellt.
- Wir empfehlen, wichtige **analoge VHS- oder Betacam-Bandkassetten** nicht zu vernichten, sondern diese früher oder später ins Langzeitarchiv zu geben.  
Analoge Video-Magnetbänder gewährleisten erfahrungsgemäß eine hohe Lebensdauer. **Bandkassettensysteme** haben gegenüber DVD-Scheiben den großen Vorteil der einfachen Bedienbarkeit, Zuverlässigkeit und leichten Reparierbarkeit.  
Auf Grund der langjährigen, weltweiten Verbreitung des VHS- und Betacam-Systems werden noch auf Jahre Abspielgeräte verfügbar sein.
- **Digitale Video-Kassettensysteme** (z. B. Digi-Beta, DV) sind ebenfalls langzeitstabil, jedoch schreitet der technische und Software-Verschleiß der Abspieltechnik schnell voran.  
Es sollte ständig im Auge behalten werden, wann eine Kopierung wichtiger Aufzeichnungen auf ein aktuelles Digitalbandformat (z.B. DVC Pro 100/50/25) oder professionelles Disc-System (z.B. Sony XDCAM) angebracht ist.
- Die für den **internen Lehrbetrieb** anzufertigenden Fernsehmitschnitte erfolgen i.d.R. auf auf DVD+/-R – Medien. Es ist empfehlenswert, für wichtige Inhalte jeweils eine DVD-RAM-Kopie parallel im Langzeitarchiv abzulegen.  
(Sofern keine urheberrechtlichen Vorschriften dagegen stehen, können dann eventuell verschlissene Ausleih-Exemplare von den eingelagerten DVD-RAM-Archivexemplaren neu kopiert werden!)
- **Alle in dieser Abhandlung besprochenen Kopier-Aktionen zum Zwecke der Bestandssicherung und Bereitstellung von Lehrmaterialien dürfen nur im Einklang mit den geltenden Bestimmungen des Urheberrechtes erfolgen !**

## 6.0 Literaturangaben und Abbildungsnachweis:

„Sicherheit, Haltbarkeit und Beschaffenheit optischer Speichermedien“ / AVW-Arbeitsgemeinschaft für wirtschaftliche Verwaltung e.V. – Eschborn: AVW, 2004

„Speichern, Sichern und Archivieren auf Bandtechnologien“ / AVW-Arbeitsgemeinschaft für wirtschaftliche Verwaltung e.V. – Eschborn: AVW, 2003

Hands-on Unterlagen, Lehrgang „Training for Audiovisual Preservation in Europe“, Andreas Weisser // [weisser@restaumedia.de](mailto:weisser@restaumedia.de)

Diverse Fachbeiträge aus Zeitschrift “FKT” der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft, [www.FKT.schiele-schoen.de](http://www.FKT.schiele-schoen.de)

Bundesarchivgesetz/Benutzungsordnung

Internet:

[www.dvdforum.org](http://www.dvdforum.org)

[www.referenz-dvd.de](http://www.referenz-dvd.de)

[www.innovations-report.de](http://www.innovations-report.de)

<http://wikipedia.org/wiki/SDTV>

[www.cybersite.de/german/service/Tutorial/mpeg/](http://www.cybersite.de/german/service/Tutorial/mpeg/)

Alle nicht besonders gekennzeichneten Fotos und Abbildungen stammen vom Autor selbst und dürfen nur mit Zustimmung des Urhebers kommerziell weiterverwendet werden.



## 7.0 Anhang

### 7.1 Kurze Entwicklungsgeschichte der „bewegten“ audiovisuellen Datenträger

- 1877 - Erfindung des Phonographen durch Edison (Tonwalze - erster industriell vervielfältigbarer Bewegtdatenträger !)
- 1878 – Erfindung der Kinematografie durch Eadweard Muybridge (Aufzeichnung und Reproduktion realer Lebensäußerungen)
- 1888 – Erfindung der Schellackplatte durch Emile Berliner (industr. Prod. ab 1897)
- 1891 - Festlegung der 35 mm-Kinefilm-Formates durch Laurie Dickson / Edison
- 1892 – erste kinematografische Filmaufnahmen der Gebr. Skladanowski (Berlin, Schönhauser Allee 146)
- 1895 – erste öffentliche kinematographischen Vorführungen (Geburt des Kinos!)
- 1896 – erstes Tonfilmkino (der Welt?) in Berlin, Unter den Linden 21, durch Oscar Messter
- 1898 – Patentierung des Magnettonverfahrens für Valdemar Poulsen
- 1903 bis 1916 – Tonbildkino-Periode
- 1917 – erste Zweifarbenfilme
- 1923 – Geburtsstunde des industriell verwertbaren Lichttonfilmes (Alhambra, Berlin - Triergon: "Das Leben auf dem Dorfe")
- 1930 – Technicolor-Dreifarbenfilm
- 1938 – industrielle Nutzung des Magnettonverfahrens (Rundfunk)
- 1948 – Festlegung des 625-Zeilen-Fernsehstandards (bis heute genutzt!)
- 1951/52 - Öffentliches Fernsehen in Deutschland
- 1955 – erste Video-Aufzeichnung auf 2“-Band (AMPEX, USA)
- 1957 – Einführung des Farbfernsehens in den USA (NTSC)
- 1976 – Start der VHS-Kassette in Japan / JVC
- 1987 – Betacam SP-Broadcast-Format
- 1987 – erstes digitales D1-Broadcast-Format
- 1980 – Festlegung des Compact-Disc-Digitalaudio-Formates (CD)  
Beginn des Zeitalters der industriellen Massenanwendung der digitalen AV-Technik
- 1985 – DAT-Magnetband-Formate
- 1992 – Digi-Beta-Kassette (heute schon wieder veraltet!)
- 1996 – DVD (PAL-Standard Definition)
- 2000 – DVC Pro HD – Profi-Format
- 2002 – Blu-ray-DVD (High Definition, 27 GB)
- 2008 – Holografischer Speicher HVD 300 GB ( 2010 – HVD 1600 GB !)

## 7.2 Technische Kalkulationsgrundlagen für Magnetband-Transfers

### 1. Laufzeiten für 100 m Magnetband in Abhängigkeit von Bandgeschwindigkeit und Spuraufteilung

Spurbelegung:		1-Spur mono oder 2-Spur stereo	2-Spur mono oder 4-Spur stereo	4-Spur mono
Banddurchläufe:		⌊	⌊	⌊ ⌊
Bandgeschwindigkeit:	2,38 cm/Sek.	70,0 Minuten	140,0 Minuten	280,0 Minuten ****
Bandgeschwindigkeit:	4,76 cm/Sek.	35,0 Minuten	70,0 Minuten	140,0 Minuten ****
Bandgeschwindigkeit:	9,53 cm/Sek.	17,5 Minuten	35,0 Minuten **	70,0 Minuten
Bandgeschwindigkeit:	19,05 cm/Sek.	8,75 Minuten	17,5 Minuten ***	35,0 Minuten
Bandgeschwindigkeit:	38,10 cm/Sek.	4,38 Minuten * (1000 m = 43,8 Min.)	8,75 Minuten	17,5 Minuten
Bandgeschwindigkeit:	76,20 cm/Sek. (historisches Format!)	2,19 Minuten * (1000m=21,9 Minuten)	nicht üblich	nicht üblich

#### Legende:

- \* = für professionelle Studioaufnahmen standardisiertes Spur-/Geschwindigkeits-Format
- \*\* = für Heimton-Aufnahmen gebräuchlichste Spur-/Geschwindigkeits-Formate
- \*\*\* = für semiprofessionelle Stereo-Musikaufnahmen genutztes Spur-/Geschwindigkeits-Format
- \*\*\*\* = für langdauernde Sprach- und Protokoll-Mitschnitte genutztes Spur-/Geschwindigkeits-Format

### 2. Speicherplatz-Verbrauch bei der Digitalisierung in Abhängigkeit von digitaler Wortbreite und Abtastfrequenz

(Die nachfolgenden Angaben können nur Richtwerte sein, weil der aktuelle Speicherplatzverbrauch von den Eigenschaften des verwendeten Analog-Digital-Wandlers abhängt, z.B. Oversampling-Faktor oder Dithering.)

- 24 Bit / 96 kHz ~ 2,4 GB/Stunde (PCM / Wav stereo)
- 16 Bit / 48 kHz ~ 0,7 GB/Stunde (PCM / Wav stereo)
- 16 Bit / 44,1 kHz ~ 0,53 GB/Stunde (PCM / Wav stereo)

### 3. erreichbare Dynamik von analogen und digitalen Aufzeichnungs- und Wiedergabe-Systemen

(Die Dynamik-Richtwerte sollen der Auswahl zweckmäßiger Digitalisierung-Parameter dienen!)

analoge Studio-Magnetbandgeräte ohne Dolby-Kompander	60 ... 65 dB
analoge semiprofessionelle und Heimtonbandgeräte	45 ... 55 dB
Digitalisierung mit PCM 24 Bit	144 dB
Digitalisierung mit PCM 20 Bit	120 dB
Digitalisierung mit PCM 16 Bit	96 dB
Digitalisierung mit PCM 12 Bit	72 dB