

*Video U-matic***Cut! Ende einer Ära?**

*Künstlervideos sind seit Ende der 1960er Jahre Bestandteil vieler öffentlicher Sammlungen. Erworben wurden die Bänder (und später auch Laserdisks) in einer Zeit der Begeisterung für das neue Medium Video, als die bewegten Bilder immer einfacher aufzuzeichnen und wiederzugeben waren. Kaum jemand machte sich Gedanken über die Haltbarkeit der Arbeiten, geschweige denn über ihre Lagerungsbedingungen. Ende der 1970er Jahre begann auch das Ludwigforum Aachen, ausgewählte Künstlervideos zu erwerben. In den folgenden Jahren wurde der Bestand durch Zukäufe sporadisch erweitert. Eine große Anzahl der Videos sind U-matic Bänder, die in den Video-Normen NTSC (amerikanische Norm) und PAL (europäische Norm) bespielt sind. Bei einer Sichtung der Videobänder wurde vor einiger Zeit festgestellt, daß viele Bänder in schlechtem oder sogar in einem Zustand waren, in dem sie nicht mehr abspielbar waren. Der Inhalt schien somit verloren.*

Um dem weiteren Zerfall entgegenzuwirken, wurden 30 Bänder aus der Sammlung des Ludwigforum ausgesucht, die exemplarisch digitalisiert werden sollten. Darunter befanden sich teilweise einzigartige Arbeiten von *Laurie Anderson & Julia Heyward, John Baldessari, Joseph Beuys, Christan Boltanski, Chris Burden, Peter Campus, Douglas Davis, Terry Fox, Jochen Gerz, Gilbert & George, Joan Jonas, Maurizio Kagel, Christina Kubisch, Bruce Nauman, Nam June Paik, A.R. Penck, Ulrike Rosenbach, Richard Serra und William Wegman.*

**Historischer Abriss**

Mit dem Begriff „Video“ verbindet man heute meistens die VHS-Kassette oder – im Profibereich – Betacam SP und Digital Betacam. Erst seit kurzem schickt sich die DVD an, zum dominierenden Medium aufzusteigen. Die genannten Bandformate sind jedoch allesamt Nachfolge-Entwicklungen des Videoformats U-matic, auf dem auch heute noch unzählige Stunden Bildinformation gespeichert sind. Der Name U-matic ist vom Kassetten-Lademechanismus im Videogerät abgeleitet: Beim sogenannten „U-Loading“ Verfahren wird das Band von links nach rechts in die Maschine eingezogen und in einer U-förmigen Schleife um die Kopftrommel geführt [1]. Die Aufzeichnung erfolgt im analogen Schrägspur-Verfahren mit einer rotierenden Kopftrommel, auf der die

Videoköpfe sitzen. Die Firma Sony führte das U-matic Videoformat 1972 zunächst für Privatanwender ein. Aufgrund der relativ guten Bildqualität und der einfachen Handhabung – vorherige Videosysteme basierten auf wesentlich größeren und unhandlichen Spulenbändern – wurde U-matic schnell zum dominierenden Format in den Fernsehanstalten. Auch viele Videokünstler bedienten sich der professionellen Technik.

U-matic gibt es in den drei Formaten Lowband (LB), High-Band (HB) und High-Band SP (Superior Performance) sowie in zwei Kassettengrößen (20 bis 60 Minuten). Je nach Video-Norm können die Bänder in PAL, SECAM oder NTSC aufgezeichnet sein. Die weiteste Verbreitung fand das einfachere Lowband. High-Band und High-Band SP wurden in den USA nicht eingeführt und sind dort nicht anzutreffen.

**Aufbau der Kassetten**

Eine U-matic-Kassette setzt sich zusammen aus einem Kassettengehäuse und dem darin liegenden Magnetband. Das Kassettengehäuse wird normalerweise durch eine Transport-Box aus Kunststoff geschützt. Innerhalb des aus Kunststoff [2] hergestellten Kassettengehäuses befinden sich zwei je einflanschige, ineinandergreifende Spulen (sog. Vorrats- und Aufwickelspule), auf die das 3/4 Zoll [3] breite Magnetband spiralförmig aufge-

wickelt ist. Beide Spulen sind ungebremst drehbar gelagert. Durch diese Bauart und Anordnung der Spulen wurden die – für damalige Verhältnisse – sehr kompakten Abmessungen der Kassette möglich. Innerhalb des Gehäuses befinden sich mehrere Stifte aus Kunststoff und Metall, die das Band umlenken und führen. Jede Kassette besitzt eine Bandschutzklappe mit Verriegelungsmechanismus an der Frontseite, die sich erst beim Einlegen der Kassette in das Abspielgerät öffnet. Auf der Rückseite des Kassettengehäuses befindet sich ein roter „Record-Tab“ Button, der zum Sperren der Aufnahmefunktion entfernt werden kann.

U-matic Magnetbänder setzen sich aus drei Hauptkomponenten zusammen. Die wichtigste Komponente ist der Trägerfilm (Dicke: 20,5 µm), der aus Polyethylenterephthalat (PET) besteht. Auf dem Trägerfilm befindet sich als zweite Komponente die magnetisierbare Schicht (Dicke: 5 µm), die sich aus den Magnetpartikeln (meist CrO<sub>2</sub> und cobaltdotiertes gamma Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und dem polymeren Bindemittel Polyester-Polyurethan sowie verschiedenen Additiven zusammensetzt. Bei der dritten Komponente handelt es sich um die Rückseitenbeschichtung (Dicke: 1 µm) des Trägerfilms, die zum Schutz des Bandes und zur Verbesserung der Wickeleigenschaften aufgebracht wird. Die Rückseitenbeschichtung ist hygroskopisch ausgelegt und besteht ebenfalls aus Polyester-Polyurethan sowie Kohlenstoffschwarz [4].

**Abspielprobleme: Sticky-Tape-Syndrome**

Die am häufigsten auftretenden Probleme bei U-matic-Kassetten bereitet die chemische Degradation (Hydrolyse) des Polyester-Polyurethan-Bindemittelsystems der Magnetschicht. Auch die Bänder des Ludwigforum waren hiervon zum Teil betroffen. Das Bindemittel, dessen Aufgabe die Fixierung der Magnetpartikel auf dem Trägerband ist, besteht aus dem quervernetzten, gitterförmig aufgebauten Polyester-Polyurethan [5]. Vereinfacht dargestellt, reagiert bei der Herstellung

höherwertiger Alkohol mit Isocyanat unter Einfluß von Wasser und Säure durch Polyaddition zu einem Polymer, dessen Monomere mit Urethanbrücken verbunden sind. Dieses Polymer enthält eine flexible, niedrig schmelzende Komponente mit unpolaren Kettenbestandteilen (sog. Weichsegment, Polyester), die mit einer festeren, höher schmelzenden Komponente aus stark polaren Urethangruppen (sog. Hartsegment, Polyurethan) verbunden ist [6]. Das Polyurethan-Hartsegment ist wesentlich stabiler als das Polyester-Weichsegment des Bindemittelsystems, das alleine von der Degradation in Form der Hydrolyse betroffen ist [7]. Ausgangspunkt für die Hydrolyse ist die O=C-O-Bindung des Polyester-Weichsegments. Hohe Luftfeuchtigkeit und Wärme führen zu einem Überangebot an Wasser und in der Folge zur Spaltung des Polyester-Weichsegments, bei der kürzerkettige Carbonsäuren und Alkohole entstehen und das Molekulargewicht des gesamten Bindemittels abnimmt [8].

Mit dem Zerschneiden der Quervernetzungen in kleinere Moleküle verliert das Bindemittel seine räumliche Struktur und damit auch seine Stärke. Die entstehenden Polymerfragmente migrieren an die Oberfläche der Magnetschicht. Gleichzeitig oxidiert die Säure, die als Nebenprodukt der Hydrolyse entsteht, die Magnetpartikel und führt zur Degradation der magnetischen Eigenschaften [9]. Die Folge der Zersetzung des Bindemittels ist der Verlust der Stabilität der Bandoberfläche. Der PET-Trägerfilm wird durch diesen Prozeß jedoch nicht in Mitleidenschaft gezogen. Kurzkettige Abbauprodukte des Bindemittels haften beim Abspielen des Bandes zusammen mit Magnetpartikeln an den bandführenden Teilen oder den Köpfen des Abspielgerätes. Dieser gummiartige, klebrige Abrieb sammelt sich an allen bandberührenden Teilen. Dort bremst er den Bandlauf aufgrund des veränderten Reibungskoeffizienten teilweise bis zum Stillstand des Bandes. Gleichzeitig können sich Teile der Ablagerungen beim Abspielen oder Spulen lösen und andere Bänder verunreinigen. Neben der Störung

der Bildqualität stellen diese Verschmutzungen auch eine physikalische Bedrohung für das Band dar, weil sich die Ablagerungen in die Bandoberfläche eindrücken und dort die Oberfläche verletzen können [10].

Erkennbar ist eine beginnende chemische Schädigung oftmals an einem modrigen, leicht säuerlichen Geruch, der beim Öffnen der Kassettenbox, manchmal auch erst beim Öffnen der Bandschutzklappe wahrnehmbar ist.

Wird eine geschädigte Kassette abgespielt, macht sich der Schaden zumeist erst nach einigen Minuten bemerkbar, wenn sich die Videoköpfe mit Abrieb zusammensetzen und ein sehr unsauberes oder gar kein Bild mehr sichtbar ist. Oftmals bleibt das Band auch im Abspielgerät stehen oder wird automatisch angehalten, weil der Bandzug zu hoch wird. Klebt ein Band im Abspielgerät fest, besteht die Gefahr, daß es beim Betätigen der Auswurf-Taste („Eject“) weiter geschädigt wird, weil es beim Einfädeln in das Kassettengehäuse nicht ganz eingezogen werden kann. Im „günstigsten“ Fall wird das Videoband nur zerknickt, oft wird jedoch die Oberfläche verletzt oder das Band reißt.

### Mechanische Probleme

Eines der größten – und zugleich häufig unterschätzten – Risiken für U-matic-Kassetten sind mangelhaft oder nicht gewartete Videogeräte. (Nebenbei sei darauf hingewiesen, daß in einem Archiv oder einer Sammlung nur Videoplayer und keinesfalls Videorecorder vorhanden sein sollten, um versehentliches Überspielen durch Betätigen der Aufnahme/Record-Taste auszuschließen.)

Der Weg, den das Videoband durch das Abspielgerät zurücklegt, führt an mehreren Führungsstiften, Umlenkrollen und den Köpfen für Bild und Ton vorbei (Bandgeschwindigkeit: 95,3 mm/sec). Bereits ein einziges falsch eingestelltes oder geschädigtes bandführendes Teil kann innerhalb kürzester Zeit viele Meter Band beschädigen oder gar zerstören.

Besonders weitreichende Folgen können verunreinigte Bandführungsteile

haben: Beim schnellen Bildsuchlauf („Shuttlen“) oder Abspielen kann durch angesammelte Verunreinigungen eine so starke Bremswirkung entstehen, daß das Band unregelmäßig läuft, im Extremfall stehen bleibt, überdehnt wird oder reißt. Sich ablösender Abrieb kann auch intakte Bänder verunreinigen oder die Bandoberfläche zerkratzen.

Auch der Lademechanismus, der die Kassette in das Abspielgerät einführt und das Band auffädelt, kann bei einer Beschädigung oder Fehlfunktion das Band in Mitleidenschaft ziehen: Häufigster Schaden ist der sogenannte Bandsalat, weil das Band falsch oder nicht vollständig ein- oder aufgefädelt wird.

### Restaurierungsmöglichkeiten

Die Möglichkeiten der mechanischen Restaurierung eines Videobandes beschränken sich im wesentlichen auf Aspekte, die das Band betreffen, das aufgezeichnete Signal jedoch nicht tangieren.

Generell sollte jedes ältere Band vor dem Abspielen mit einem speziellen Gerät gereinigt werden, um zu verhindern, daß der Videoplayer verschmutzt wird und auf dem Band befindliche Schmutzpartikel die Bandoberfläche beschädigen. Außerdem kann bereits bei diesem Reinigungsprozeß festgestellt werden, ob das Band weitere Schäden aufweist. Die Bearbeitung der zur Digitalisierung ausgewählten Bänder erfolgte in mehreren Schritten, die nachfolgend erläutert werden.

### Evaluation

Die 30 U-matic Videobänder aus dem Ludwigforum Aachen wurden vor einer ersten Sichtung im Videoplayer auf äußerlich bereits feststellbare Mängel hin untersucht. Dazu wurde die Kassettenbox geöffnet, das Kassettengehäuse genau betrachtet und auf Geruchsbildung geachtet. Anschließend wurde bei allen Bändern die Bandoberfläche makroskopisch untersucht und bewertet. Bei erkennbarem Geruch und einer verschmutzten Bandoberfläche wurde das Band als geschädigt betrachtet, da die Verschmut-

zung durch Bandabrieb ein Hinweis auf eine Schädigung des Bindemittelsystems durch Hydrolyse (Sticky-Tape-Syndrome) darstellt. Manuelles Spulen des Bandes mit einem Adapter gab Auskunft über weitere eventuelle Schäden. Nach der Evaluation konnten die Bänder in fünf Kategorien eingeteilt werden:

- Bänder, die leicht verschmutzt waren;
- Bänder mit starker Geruchsbildung und deutlichen Anzeichen von Abrieb;
- Bänder, die mechanische Schäden an der Hülle oder am Band aufwiesen;
- Bänder, die so stark durch hydrolytische Prozesse geschädigt waren, daß sie nicht mehr abspielbar waren;
- Bänder, deren Bandoberfläche so stark zerkratzt war, daß eine mäßige Bildqualität zu erwarten war.

Bei zehn Bändern war die Hydrolyse des Bindemittels der Magnetschicht so stark fortgeschritten, daß ein Abspielen von Hand und im Abspielgerät nicht mehr möglich war. Bei den restlichen Videobändern gab es starke Bildausfälle (Drop-outs), Tracking-Probleme und starken Bandabrieb, der die Videoköpfe zusetzte. Ein Band war am Vorspannband gerissen, ein weiteres hatte eine stark beschädigte Kassettenhülle. Diese Bänder wurden nicht abgespielt.

### Restaurierung der mechanischen Schäden

Das gerissene Band wurde mit einem Spezialklebefilm von Emtec [11] neu verklebt. Hierzu mußte die Kassette geöffnet und das Band entnommen werden. Da sich der Riß im unbespielten Vorspannband des Bandes befand, waren keine Bild- bzw. Signalausfälle zu beklagen. Im Fall des beschädigten Kassettengehäuses wurde das Magnetband in ein intaktes, neues Gehäuse umgebettet, das originale Kassettengehäuse jedoch – als Bestandteil des Kunstwerkes – dem Besitzer wieder zurückgegeben. Bei der anschließenden Sichtung der beiden Bänder wurden auch hier Verschmutzungen und Abrieb festgestellt. Deshalb wurden sie wie die anderen zuerst einer Reinigung unterzogen.

### Reinigung und thermische Bearbeitung

Alle Bänder wurden in einem Spezialgerät [12] trocken gereinigt. Ein Reinigungsband nimmt hierbei den Schmutz bzw. Bandabrieb von beiden Seiten der Bandoberfläche ab. Je nach Verschmutzungsgrad wurden die Bänder mehrmals hintereinander solange gereinigt, bis auf den Reinigungsbändern kein Bandabrieb mehr sichtbar war.

Anschließend erfolgte die Bearbeitung der besonders stark durch die Hydrolyse geschädigten Bänder. Da es sich bei der Hydrolyse um einen Prozeß handelt, der durch dosierte Erwärmung temporär rückgängig gemacht werden kann, wurden die Bänder thermisch bearbeitet. Durch die thermische Bearbeitung verbinden sich die gebrochenen Moleküle wieder für einen begrenzten Zeitraum und verhindern das Entstehen von Bandabrieb. Dieser Prozeß ist, wenn richtig angewendet, für das Band ungefährlich und kann bei Bedarf mehrmals wiederholt werden [13]. Gefahr besteht jedoch bei falsch gewählter Temperatur und Dauer der Behandlung: Hierdurch kann das Band zerstört werden. Mit der Kombination aus manueller und maschineller Reinigung sowie der thermischen Bearbeitung konnten alle Bänder in einen abspielbaren Zustand versetzt werden.

### Kopie der geschädigten Bänder

Die wieder abspielbaren U-matic Bänder wurden von 235 media in Köln [14] kopiert. Von jedem U-matic Master wurde eine Kopie auf Digital Betacam als neuem Master erstellt. Bei der Kopie wurde durch die Verwendung von Bildstabilisatoren und Rauschunterdrückern eine signifikante Verbesserung der Bildqualität erreicht. Eine Korrektur der Farbwerte wurde aus ethischen Gründen nicht durchgeführt. Für die wissenschaftliche Aufarbeitung und Betrachtung des Videos wurde eine Sichtkopie (Viewing Copy) auf DVD erstellt, die nun auch im Ausstellungsbetrieb Verwendung findet. Somit kommen zum „alten“ U-matic Master-

band zwei neue Medien hinzu: eine bearbeitete Fassung als neuer Master (Digital-Betacam [15]) und eine Sichtkopie (DVD).

### Schlußbetrachtung

Die in dem hier vorgestellten Projekt durchgeführten Arbeitsschritte führten zum Erfolg: Der Inhalt aller Kassetten konnte gerettet werden. Dies gelang einerseits durch die Kombination von mechanischen Reinigungsschritten und einer thermischen Bearbeitung der Bänder, andererseits durch die umsichtige und vorsichtige Kopie der alten Videobänder auf ein neues Medium.

Dennoch wurde bei der exemplarischen Bearbeitung der 30 Videoarbeiten des Ludwigforum Aachen deutlich, daß eine baldige Überspielung der übrigen Videobänder schnellstens erfolgen sollte. Schon jetzt ist die Schädigung bei einigen Bändern so weit fortgeschritten, daß zu befürchten ist, daß es in näherer Zukunft immer schwieriger werden wird, die Bänder zu retten. Es bleibt zu hoffen, daß die nun erwachende Aufmerksamkeit für die Problematik der Haltbarkeit von alten Videoarbeiten zu einer baldigen Digitalisierung der gefährdeten Bestände in Deutschland führt. Das Ausland ist uns – wie so oft – in dieser Hinsicht schon einige Schritte voraus.

### Anmerkungen

- [1] Zielinski, Siegfried: Zur Geschichte des Videorecorders, Berlin 1986, S. 208.
- [2] Als Kunststoff wird in vielen Fällen hochschlagfestes Polystyren verwendet.
- [3] Entspricht 19,005 mm.
- [4] Burghardt, Jürgen: Handbuch der professionellen Videorecorder, Essen 1994, S. 293.
- [5] Vgl. Bradshaw, Richard L.: Bharat Bhusan, Friction in Magnetic Tapes III: Role of Chemical Properties, in: ASLE Transactions, Vol. 27, 3, 1984 S. 207–219, S. 207–208, Gilmour, Ian, Fumic, Viktor: Recent Developments in Decomposition and Preservation of Magnetic Tape, in: Phonographic Bulletin, No. 61, November 1992, S. 74–86, S. 77; Schüller, Dietrich, Kranner, Leopold: A key to a successful strategy in audio and video preservation, in: AES 20th International Conference: Archiving, Restoration and New Methods of Recording, New York 2001, S. 11–14, S. 11;

Smith, Leslie E.: Factors governing the longterm stability of polyester-based recording media, in: Restaurator No. 12 (1991), S. 201–218, S. 203.

[6] Vgl. Echte, Adolf: Handbuch der technischen Polymerchemie, Weinheim 1993, S. 585; Schwarz, Otto (Hrsg.): Kunststoffkunde. Aufbau, Eigenschaften, Verarbeitung, Anwendungen der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere, Würzburg 1999, S. 191.

[7] Kranner, Leopold; Binder, Konrad: Physikalische und chemische Methoden zur Erkennung und Beurteilung von Schäden an Magnetbändern, in: Fernseh- und Kinotechnik, Nr. 12 1997, S. 831–835, S. 831.

[8] Edge, M., et al.: Degradation of magnetic tape: Support and binder stability, in: Polymer Degradation and Stability, 1993, 39, S. 207–214, S. 209; Smith, Leslie E.: wie Anm. 5, S. 204.

[9] Sadashige, Koichi: Data Storage Technology Assessment 2000; pt2: Current State and Near-Term Projections For Hardware Technology, National Media Laboratory / 3M; 2000, S. 27; Hinterhofer et al. 1998, S. 3.

[10] Weisser, Andreas: Audio- und Videobänder: Geschichte, Aufbau und Archivierung, Forum Bestandserhaltung [www.uni-muenster.de/Forum-Bestandserhaltung/kons-restaurierung/weisser.shtml](http://www.uni-muenster.de/Forum-Bestandserhaltung/kons-restaurierung/weisser.shtml) 2003.

[11] Emtec Magnetics, ehemals BASF.

[12] Die Maschine VT 3100 der Firma RTI (Research Technology International, Illinois USA) ist für die Reinigung und Evaluierung von U-matic Videobändern konstruiert. Während der Reinigung laufen zwei Reinigungsbänder über das Videoband und nehmen den Oberflächenschmutz ab.

[13] Eine thermische Bearbeitung findet erst dann statt, wenn die Bandreinigung nicht ausreicht, um das Band in einen abspielbaren Zustand zu versetzen. Die thermische Bearbeitung dauert zwischen 4 und 20 Stunden, währendessen das Band erwärmt wird. Bei den verwendeten Temperaturen findet bei den magnetischen Partikeln keine Ummagnetisierung statt. Dauer und gewählte Temperatur richten sich nach der Schwere der Schädigung und nach Beschaffenheit sowie Fabrikat des Bandes.

[14] 235 media, Am Kölner Brett 6, D-50825 Köln, Tel. +49-221-546480, [www.235media.com](http://www.235media.com).

[15] Digital Betacam wurde von der Firma Sony Corp. entwickelt und ist ein professionelles „Broadcast“-Format. Es zeichnet sich durch eine sehr weite Verbreitung – also keine Inselösung – und hohe Zuverlässigkeit aus. Die bereits entwickelte Nachfolgetechnik, das Format IMX ist abwärtskompatibel: Digital Betacam Bänder können auch in IMX-Geräten abgespielt werden.

■ *Andreas Weisser, Freiburg i.Br.*

#### Kontakt:

Dipl.-Rest. Andreas Weisser  
Oberlinden 14  
D-79098 Freiburg

Netz: [www.restaumedial.de](http://www.restaumedial.de)  
Email: [weisser@restaumedial.de](mailto:weisser@restaumedial.de)  
Fon: +49(0)761-7698131