

ZUR BESTANDSSICHERUNG VON FARBFILMPRODUKTIONEN AUS DEN FERNSEHARCHIVEN¹

VON MAX ROPHTHALER

Manuskript eingegangen am 26. Oktober 1992

Film-Archivierung

Zusammenfassung

Der Bestandssicherung gefährdeter Farbfilmproduktionen zum Zwecke der Wiederverwendung im Programm bzw. der zeitgeschichtlichen Dokumentation wird in letzter Zeit bei den europäischen Rundfunkanstalten erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Neben gelegentlichen mechanischen/chemischen Veränderungen des Trägermaterials ist es vor allem die Instabilität der Farbstoffe in den Bildschichten, die bei einigen Materialtypen zunehmend zu Problemen führt. Es wird über einen Test zur Langzeitlagerfähigkeit von Farbfilmmaterialien in den Fernseharchiven sowie über die elektronische Korrigierbarkeit der bei der Lagerung resultierenden Farbstiche berichtet. Zum Schluß wird auf die Bestandssicherung der bei den Rundfunkanstalten archivierten Farbfilmproduktionen näher eingegangen.

Summary Preserving colour film productions collections from television archives

Recently, European broadcasting companies have devoted increasing attention to preserving collections of endangered colour film productions for the purpose of reusing them in their programs or as historical documentation. Aside from occasional mechanical and chemical changes in the carrier material, it is primarily the colour dyes in the picture layers which increasingly cause problems in the case of certain materials. The author describes a test for long-term storage of film materials in television archives as well as the possibility of correcting colour casts resulting from storage by electronic means. Finally, the author examines the preservation of colour film productions in broadcasting company archives in greater detail.

Sommaire À propos de la garantie des stocks des productions de films en couleur provenant des archives télévisées

Les maisons de télédiffusion européennes consacrent, les derniers temps, une attention accrue à la garantie des stocks de productions de film menacées dans des buts de réutilisation dans le programme ou de documentation historique. Parallèlement aux modifications mécaniques/chimiques occasionnelles du support, c'est avant tout l'instabilité de la matière colorante dans les couches de l'image qui conduit d'une manière croissante à des problèmes pour quelques types de matériau. Il est rendu compte d'un test destiné à l'aptitude au stockage longue durée de matériaux de film couleur dans les archives télévisées ainsi qu'à la corrigibilité électronique des piqués de couleur résultant du stockage. En conclusion, il est abordé, plus en détail, la garantie des stocks des productions de films en couleur archivées par les maisons de télédiffusion.

1. Einleitung

In unserer schnelllebigen Zeit kommt der Erhaltung kultureller und zeitgeschichtlicher Dokumente eine immer größere Bedeutung zu. Zu den wichtigsten archivischen Informationsträgern ist – neben dem Papier und neuerdings auch dem Magnetband – sicherlich das fotografische Material zu zählen. Es ist somit nicht weiter verwunderlich, daß der langfristigen Bestandssicherung von Filmproduktionen in den letzten Jahren an vielen Stellen zunehmend Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Nicht nur die staatlichen Filmarchive, privaten Produktionsgesellschaften und Verleihfirmen, sondern auch die Rundfunkanstalten sind sich darüber im klaren, welche immensen, einzigartigen Schätze schon heute in ihren Archivräumen schlummern. Das betrifft zunächst die ökonomische und finanzielle Seite bei einer Wiederverwendung alter Filmproduktionen im Programm. Aber auch eine multimediale Programmverwertung könnte in Zukunft für die Rundfunkanstalten zunehmend an Bedeutung gewinnen. Filme sind aber nicht nur Kapitalanlagen, sie sind vor allem auch unersetzliche Zeitzeugen unseres Jahrhun-

derts. Sie zählen somit zum kulturellen Erbe, und es sollte jegliche Anstrengung unternommen werden, sie möglichst unverfälscht der Nachwelt zu erhalten.

2. Veränderungen durch Archivlagerung

Farbfilme bestehen, wie alle fotografischen Materialien, aus einem Trägermaterial – der sog. Unterlage – und den darüberliegenden lichtempfindlichen Schichten. Zur langfristigen Erhaltung von Filmprogrammen ist es somit unerlässlich, daß beide Komponenten gleichermaßen vor Veränderungen bewahrt werden.

2.1. Filmaträger

Der Filmaträger sollte eine gute mechanische Langzeitstabilität aufweisen, wie z. B. gleichbleibend hohe Zugfestigkeit, Unempfindlichkeit gegen Kratzer und Abrieb, möglichst geringe Schrumpfung etc. Der sogenannte Sicherheitsfilm – bisher ausschließlich Triazetatfilm, in Zukunft eventuell auch Polyesterfilm – erfüllt diese Forderungen bei Einhaltung gewisser Klimabedingungen recht gut [1]. Probleme gibt es derzeit lediglich mit den mechanischen Klebestellen. Vor allem Trockenklebestellen mit meist doppelseitig aufgebrachtem, transparentem Klebeband, die bei tagesaktuellen Filmbeiträgen und – zum geringeren Teil – auch bei anderen 16-mm-Filmproduktionen aus Zeitersparnis- sowie Sicherheitsgrün-

¹ Überarbeitete und erweiterte Fassung eines Vortrages, gehalten auf der 14. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Kassel, 14. bis 18. Mai 1990.

den anfangs die Regel waren, bereiten zunehmend Ärger. Nach längerer Lagerung weichen Trockenklebestellen oftmals auf und der austretende Kleber verschmutzt dann die Rollenwicklungen, so daß der Film vor der Sendung mühsam gereinigt werden muß. Auch stimmt bei nachgebenden Klebestellen vielfach der Bildschritt nicht mehr, wodurch sich Bildstandsprobleme bei der Abtastung bzw. Kopierung ergeben können. Hierdurch könnte sich in Zukunft eine gewisse Einschränkung der Benutzbarkeit von Filmbeiträgen aus den Rundfunkarchiven ergeben.

Neben der mechanischen ist aber auch die chemische Langzeitstabilität von großer Bedeutung. Diesbezüglich hat in letzter Zeit das sogenannte „Essigsäuresyndrom“ bei den Archivaren für einige Beunruhigung gesorgt [2, 3, 4, 5]. Durch Zersetzung des Azetatfilmträgers infolge Hydrolyse kann Essigsäure freigesetzt werden, was man beim Öffnen der Film Dosen bzw. -beutel am intensiv scharfen Geruch sehr rasch bemerkt. Es ist bis jetzt noch nicht letztendlich geklärt, wodurch die Reaktion in Gang gesetzt wird; man weiß nur, daß hohe Luftfeuchtigkeit, Aufbewahrung von Filmen in Blechdosen – vor allem wenn sie rostig sind – und dicht verschlossenen Plastikbeuteln sowie gemeinsame Lagerung von Filmrollen mit Magnetfilm und -band in einem Behälter zur Zersetzung beitragen bzw. diese sogar verstärken und beschleunigen kann [6, 7]. Es sollten deshalb immer wieder diesbezüglich Stichproben durchgeführt werden und bei Feststellen von Essigsäuregeruch die betroffenen Filme aus dem Archiv entfernt und – erforderlichenfalls – eine Bestandssicherung durchgeführt werden. Eine generelle Einlagerung aller dokumentationswürdigen Filmproduktionen in chemisch stabileren Plastikdosen (hier werden vor allem spezielle Polyolefine empfohlen [7]) dürfte schon an den wesentlich höheren Preisen dieser Behältnisse scheitern. Von dem Essigsäuresyndrom sind bisher in erster Linie die Staatsarchive betroffen; in den Fernseharchiven wurden derartige Effekte nur sehr sporadisch festgestellt.

2.2. Farbstoffschichten

Im Vergleich zum Trägermaterial bereitet bisher die Langzeitsicherung der fotografischen Bildschichten mehr Schwierigkeiten. Im großen und ganzen haben sich Bilder auf Schwarzweiß-Film als recht stabil erwiesen, wenn auch gelegentlich von Veränderungen – wie z. B. Flecken durch Schimmelbildung, Bildschwund infolge Luftverschmutzung etc. – berichtet wird. Das eindeutig größere Problem sind jedoch Filme mit Farbstoffschichten.

Seit mehr als 30 Jahren werden farbige Spiel- und Dokumentarfilme und seit nahezu 25 Jahren auch Eigenproduktionen für das Fernsehen auf Mehrschichtenfilm hergestellt. Nach dem Verfahren der chromogenen Entwicklung werden dabei in den Bildschichten – mittels eingelagerter Farbkuppler – organische Farbstoffe gebildet, deren Konzentration die eigentliche Bildinformation bestimmt. Diese organischen Farbstoffe unterliegen im Laufe der Zeit einer chemischen Umwandlung, wobei sich die wirksame Dichte ändert – meist verringert – und als Folge davon die

ursprüngliche Farbe verlorengeht bzw. verfälscht wird [8 bis 13].

Die Stabilität der Farbbildinformation der Mehrschichtenfilme wird bei der Filmlagerung durch eine Vielzahl recht unterschiedlicher Faktoren beeinflusst. Die wichtigsten äußeren Ursachen für Veränderungen sind Temperatur und Luftfeuchtigkeit, aber auch Lichteinwirkung und Luftverschmutzung sind nicht zu vernachlässigen. Zu den mehr systembedingten inneren Einflußfaktoren zählen die chemische Zusammensetzung der Bildfarbstoffe, der pH-Wert der Emulsionsschichten und vor allem die in der Schicht verbleibenden Restchemikalien aus den Verarbeitungsbädern. Jeder dieser Faktoren kann einen jeden der am Bildaufbau beteiligten Farbstoffe anders beeinflussen als die übrigen, wodurch sich ein farbliches Ungleichgewicht, der sog. Farbstich, ergibt. In der Regel bleichen ein oder zwei Farbstoffe aus; ein gleichmäßiger Farbschwund durch Ausbleichen aller drei Farbstoffe ist relativ selten. Die Farbstoffausbleichung erfolgt normalerweise dichte proportional. Das bedeutet, daß sich die Farbstiche am stärksten in den Schattenpartien auswirken.

Die Farbdichteänderung als Resultat des Ausbleichvorgangs wird – wie alle chemischen Reaktionen – sehr wesentlich von der jeweiligen Temperatur und von der relativen Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Durch Absenkung der Temperatur von Zimmertemperatur (24 °C) auf Tiefkühlwerte (–26 °C) ließe sich bei einer relativen Feuchte von 40 % – rein theoretisch – die Reaktion erheblich verringern und damit die nutzbare Lebensdauer bis zum Tausendfachen steigern [14]. Durch Absenkung der Feuchte von 40 % auf 15 % kann die Lagerzeit nochmal um den Faktor 2 erhöht werden [15]. Eine so niedrige Luftfeuchtigkeit würde allerdings den Film spröde werden lassen. Die Rohfilmhersteller empfehlen heute für einen optimalen Bestandsschutz eine relative Feuchte von 25 bis 30 %.

Die Stabilität der Farbstoffe hängt auch stark von den Restchemikalien ab, die nach der Verarbeitung in den Emulsionsschichten verbleiben. Von besonderer Bedeutung sind hierbei nicht umgesetzte Farbkuppler (durch mangelhaftes Stabilisierbad) und vor allem der Gehalt an Restthiosulfat. Eine ausreichende Schlußwässerung – besonders intensiviert durch eine sogenannte Sprühwässerung – ist mit Voraussetzung für eine Langzeitlagerung von Filmmaterialien.

In den vergangenen 10 bis 12 Jahren haben die Rohfilmhersteller mit den sogenannten „Low-Fade“-Farbstoffen wesentliche Stabilitätsverbesserungen erzielt. So werden in Zukunft bei Archivierung der modernen Farbfilmmaterialien bei weitem nicht mehr so hohe Anforderungen an Temperatur und Luftfeuchtigkeit gestellt, wie dies mit den zuvor üblichen Farbstoffen für einen optimalen Bestandsschutz der Fall ist. Nach Angaben der Rohfilmhersteller soll mit den verbesserten Farbfilmmaterialien bei einer relativen Feuchte von 40 % und einer Temperatur von 15 °C eine Mindestlebensdauer von 100 bis 150 Jahre erzielbar sein, die sich durch Absenken der Lagertemperatur auf 7 °C sogar auf 200 bis 400 Jahre steigern ließe, bevor sich wahrnehmbare Farb-

Institution		ISO	DIN	UER (EBU)
Dokument Ausgabe		5466 3. Ausgabe (1991)	DIN 19070 Teil 3 (1990)	Tech. Doc. 3202 2. Ausgabe (1991)
Aufbewahrung	Temperatur	$\leq 10^\circ\text{C}$	$< 15^\circ\text{C}$	$\leq 15^\circ\text{C}$
	relative Feuchte	15–30 %	$40 \pm 10\%$	30 (–40) %
Langzeitlagerung	Temperatur	$\leq 2^\circ\text{C}$	$< 2^\circ\text{C}$	$\leq 2^\circ\text{C}$
	relative Feuchte	15–30 %	15–30 %	25–30 %

Tabelle 1

Empfohlene Klimabedingungen für entwickelte Farbkinefilme

änderungen einstellen. Diese Daten wurden aus künstlichen Alterungsversuchen bei sehr hohen Temperaturen abgeleitet und bedürfen noch der Bestätigung unter realen Verhältnissen.

3. Klimaverhältnisse in den Fernseharchiven

Das eigentliche Problem für die Rundfunkanstalten sind also ältere Filmbestände auf Farbmateriale, die in den Jahren davor, also ab Mitte der 60er bis etwa Mitte der 80er Jahre als Eigenproduktionen hergestellt bzw. als Positivkopie angekauft wurden und die seitdem bei den in den Fernseharchiven herrschenden Klimaverhältnissen eingelagert sind. Eine im Jahr 1984 von der UER (Union der Europäischen Rundfunkorganisationen) durchgeführte Umfrage hat ergeben, daß Farbfilmmaterialien bei den europäischen Fernsehbetrieben in den anstaltseigenen Fernseharchiven im Mittel bei einer Temperatur von $17 \pm 3^\circ\text{C}$ und bei einer relativen Luftfeuchte von $50 \pm 10\%$ gelagert werden [16].

Diese für die Langzeitlagerung von Farbfilmen wenig optimalen Klimabedingungen haben auch für die Fernseharchive von ARD und ZDF weitgehend Gültigkeit. Wesentlich niedrigere Werte, wie sie von den Rohfilmfirmen und damit auch von den Normungsgremien für die Langzeitlagerung empfohlen werden (siehe Tabelle 1), würden für die Rundfunkanstalten einen immensen technischen und vor allem ökonomischen Aufwand bedeuten. Außerdem würden derart eingelagerte Filmbeiträge dem unmittelbaren Sendebetrieb sowie einem häufig praktizierten Ausleihvorgang entzogen. Um dem Rechnung zu tragen, wurden deshalb – zusätzlich zur Langzeitlagerung – auch noch Klimabedingungen zur Aufbewahrung von Filmprogrammen für den laufenden Gebrauch, d. h. mit schneller Zugriffszeit, festgelegt [7, 17]. Allerdings ist mit diesen Klimawerten eine langfristige Bestandssicherung gefährdeter Materialien sicherlich nicht möglich.

4. Langzeitlagertest

Um nun darüber Klarheit zu erlangen, inwieweit die bei den Rundfunkanstalten praktizierten Lagerungsbedingungen ausreichen, um die ursprüngliche Bildinformation auch über längere Zeitspannen einigermaßen unverfälscht zu erhalten, bzw. wie lange Farbfilme unter den gegebenen Klimabedingungen der Fernseharchive gelagert werden können, bis gar-

vierende Farbstiche auftreten und ein Bestandschutz erforderlich wird, führt das IRT seit 1976 – in Zusammenarbeit mit dem Fernseharchiv des Bayerischen Rundfunks – einen Langzeitlagertest durch. Hierzu werden – in regelmäßigen Zeitabständen, d. h. so etwa alle drei bis vier Jahre – diverse, im Fernseharchiv unter repräsentativen Klimabedingungen (siehe 3.) eingelagerte Farbfilmmaterialien der 70er und 80er Jahre auf ihre Bildeigenschaften hin vermessen.

Will man die Auswirkung eines durch die Film Lagerung verursachten Farbstichs auf die Bildqualität bei der Fernseh wiedergabe in etwa abschätzen, so ist es naheliegend, einen Bezug der Konzentrationsänderungen der Filmfarbstoffe zur resultierenden Bildbeeinträchtigung herzustellen. Hierzu mißt man – mittels Densitometer mit geeigneten Bewertungsfilttern (z. B. Status A) – den Farbdichteverlauf (D_R , D_G , D_B) jeder der drei Emulsionsschichten Cyan, Magenta und Gelb und kann dann hieraus – bei eventuell erfolgten Veränderungen – die jeweiligen Steilheitsunterschiede bestimmen (Bild 1). Zur Kurzzeichnung von Farbstichen in Filmbildern mit positiver Information hat es sich eingebürgert, im mittleren Bildhelligkeitsbereich, d. h. bei einer Dichte von 1, die größte prozentuale Farbstoffdichteveränderung ΔD_{max} anzugeben (Bild 2). In Veröffentlichungen der Rohfilmhersteller wird eine Farbdichteveränderung von $\Delta D = 10\%$ als Ausgangspunkt für eine wahrnehmbare Änderung bezeichnet [11].

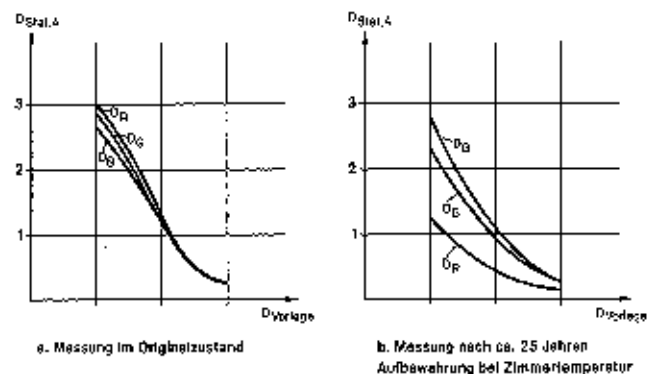


Bild 1

Farbdichtekennlinien eines Farbfilmmaterials (Neg/Pos-Verfahren)

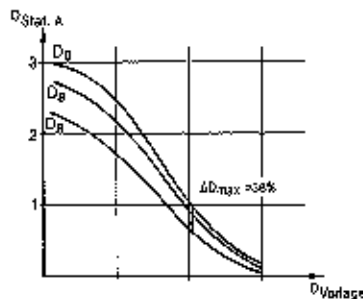


Bild 2

Kennzeichnung der Farbdichteänderungen
von farbstichigen Farbfilmen

Bei dem im IRT durchgeführten Test zur Langzeitlagerfähigkeit von Farbfilmmaterialien hat sich gezeigt, daß nach 15jähriger Aufbewahrung von Kameraoriginalen und Kopiermaterialien im Fernseharchiv nur einige wenige Filmtypen nahezu unverändert geblieben sind (Farbdichteänderung $\Delta D < 10\%$). Die weitaus größte Anzahl an Farbfilmmaterialien hat sich farblich wahrnehmbar verändert und ist im Bereich zwischen 10 und 25 % Farbdichteänderung einzustufen. Dies betrifft in erster Linie ältere Umkehrfilme, die bei ARD und ZDF seit Einführung des Farbfernsehens 1967 vorwiegend für die aktuelle Berichterstattung (Originale) und für szenische Eigenproduktionen (Umkehrkopierfilme) verwendet wurden. Aber auch diverse Positivmaterialien sind hier einzuordnen. Bei einigen wenigen Filmmaterialien – vor allem bei Printmaterialien (Bild 3) und speziell bei einem niederempfindlichen Umkehrmaterial (Bild 4) – wurden bereits nach 15 Jahren Archivierung maximale Farbdichteänderungen von $\Delta D = 25$ bis 35 % gemessen.

Bei den Umkehrmaterialien zeigt sich in erster Linie ein Ausbleichen des Gelbfarbstoffs, wodurch sich ein deutlicher Blaustich in allen Helligkeitsstufen ergibt. Dagegen wurde in den Positivmaterialien, die für die Anfertigung von Spielfilm- und Sendekopien verwendet wurden, neben der Dichte des Gelbfarbstoffs vor allem auch die des Cyanfarbstoffs verringert, so daß das Farbgleichgewicht hierbei nach rot-purpur tendiert. Der Magentafarbstoff zeigt in allen untersuchten Filmtypen ein recht stabiles Langzeitverhalten.

5. Korrigierbarkeit farbstichiger Farbfilme

Durch klimatische Bedingungen, wie sie für die Langzeitlagerung bzw. Aufbewahrung empfohlen werden, wird der Zerfallsprozeß der organischen Filmfarbstoffe nur verlangsamt, er kann jedoch nicht völlig gestoppt werden. Es hat sich auch gezeigt, daß alternative Verfahren zur Bestandssicherung der optischen Information eines Farbfilmbildes auf anderen Bildträgern – wie z. B. Archivierung von Farbauszügen bzw. Fernsehsignalen auf Schwarzweiß-Film [18] – mit erheblichen Kosten und meist auch mit Quantitätseinbußen verbunden sind. So bleibt für die Rundfunkanstalten vorerst nur die Empfehlung, gefährdete Produktionen auf Videoband zu überspielen und dabei bereits eingetretene störende

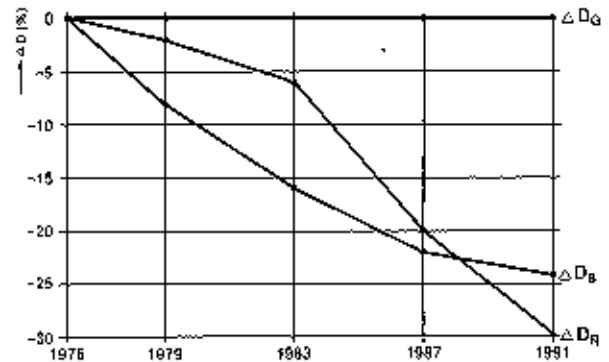


Bild 3

Farbdichteänderungen bei einem Printmaterial
(Aufbewahrung bei $t = 20\text{ °C}$ und r.F. = 50 %)

Farbstiche mittels elektronischer Farbkorrektur auszugleichen.

Inwieweit nun mit aufwendigen elektronischen Farbkorrekturgeräten bei stark farbstichigen Materialien aus dem Archiv bei der Überspielung auf Band noch ein zufriedenstellender Farbausgleich erzielbar ist, oder ob bereits mit Einbußen hinsichtlich der resultierenden Bildqualität gerechnet werden muß, wurde 1989 im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht [19]. Diese Arbeit wurde im Fachbereich Photoingenieurwesen der Fachhochschule Köln durchgeführt und vom IRT wissenschaftlich betreut. Die farbmetrischen Messungen und praktischen Tests erfolgten beim Südwestfunk, aber auch der Westdeutsche Rundfunk hat bei den Farbkorrekturarbeiten mitgewirkt.

Zur elektronischen Farbkorrektur von Farbfilmen wurden bei den Rundfunkanstalten zum Zeitpunkt der praktischen Untersuchungen zwei prinzipiell unterschiedliche Verfahren angewandt:

- entweder die abtasterspezifische Korrektur von Komponentensignalen (also von RGB- bzw. Luminanz- und Chrominanzsignalen), wie z. B. beim FRP 60 (Bild 5),

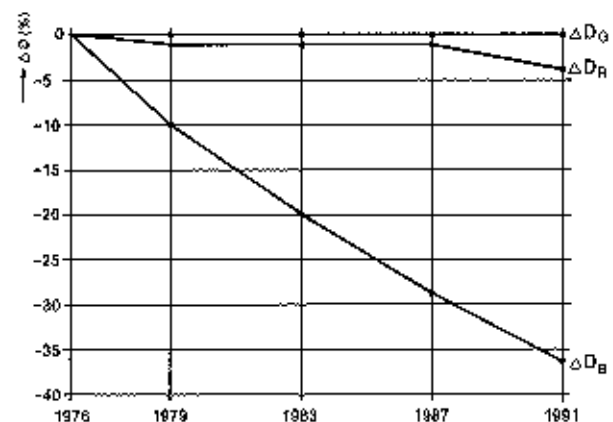


Bild 4

Farbdichteänderungen bei einem Umkehrmaterial
(Aufbewahrung bei $t = 20\text{ °C}$ und r.F. = 50 %)

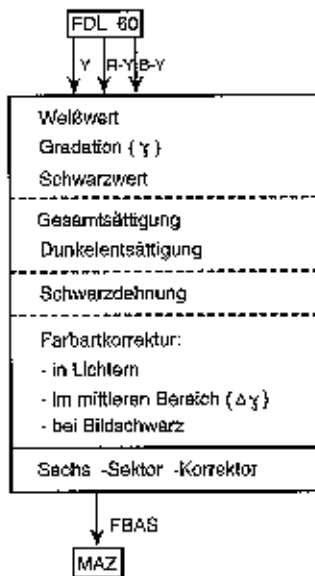


Bild 5

Korrekturmöglichkeiten mit Komponenten-Farbkorrektor FRP 60

oder die universeller einsetzbare Korrektur von FBAS-Signalen, wie z. B. beim HCC C (Bild 6) für codierte Signale.

Damit war es erforderlich, beide Systeme, mit denen eine vorprogrammierbare, szenenweise Farbkorrektur möglich ist, in die Untersuchungen mit einzu beziehen.

Als Testproben für die Farbkorrektur sollten zunächst nur farbstichige Filmmaterialien aus den Fernseharchiven verwendet werden. Da diese jedoch nur in begrenztem Umfang zur Verfügung standen, und zudem der Ausgangszustand vor Einlagerung nicht bekannt war, wurden – durch beschleunigte Alterung von Umkehrmaterialien bei Agfa-Gevaert in Morsel – Filmproben mit definierten Farbstichen hergestellt. Dieses Verfahren wird von den Rohfilmherstellern normalerweise zur Untersuchung der Haltbarkeit der Bildfarbstoffe neuer Filmmaterialien angewandt [14, 15]. Dabei werden entweder in einem Klimaschrank Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr stark erhöht, oder die belichteten

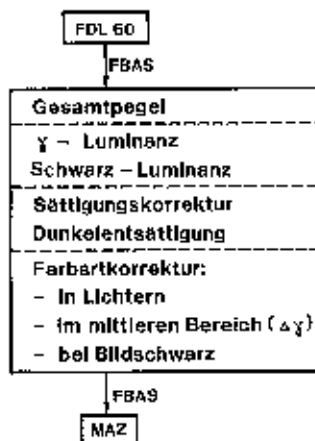


Bild 6

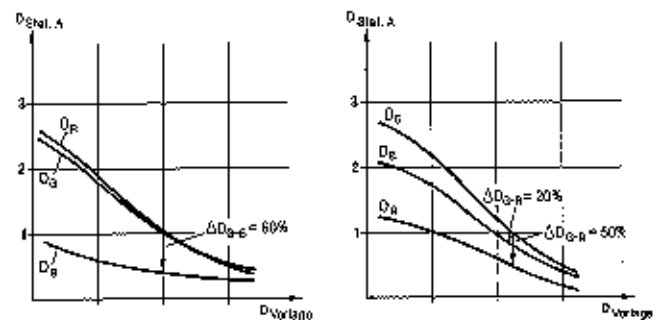
Korrekturmöglichkeiten mit FBAS-Farbkorrektor HCC C

und entwickelten Filmmaterialien werden sehr intensivem Xenonlicht ausgesetzt. Dadurch erreicht man in relativ kurzer Zeit ähnliche Veränderungen der Farbstoffdichten wie bei der natürlichen, sehr viel länger dauernden Alterung unter Archivbedingungen. Mittels densitometrischer Messungen der Filmdichten vor und nach der Schnellalterung konnten die Konzentrationsänderungen der einzelnen Farbstoffe quantitativ erfaßt werden.

In subjektiven Tests wurden sodann im sog. Split-Screen-Verfahren die unveränderten Originalaufnahmen mit den durch die Schnellalterung farbstichig gemachten Filmbildern visuell verglichen, und zwar letztere vor und nach der elektronischen Farbkorrektur. Durch Befragung wurde ermittelt, ob der Farbstich – nach Ansicht der Betrachter – bei der szenenweisen Korrektur akzeptabel auskorrigiert war oder nicht.

Als Grenzwert für noch akzeptabel korrigierbare Farbdichteänderungen ergab sich für die Komponenten-Korrektur (einschließlich der sekundären Farbkorrektur), daß bei vorzugsweisem Ausbleichen von nur einer Schicht eine maximale Änderung von etwa $\Delta D = 60\%$ bei $D = 1$ nicht überschritten werden sollte (Bild 7a). Sind jedoch zwei oder gar alle drei Schichten betroffen, so sollte die Summe aller resultierenden Dichtedifferenzen einen Grenzwert von 70 bzw. 80% nicht übersteigen (Bild 7b). Bei der verwendeten FBAS-Korrektur lag dieser Grenzwert jeweils etwas niedriger (um ca. 10%). Allerdings wäre noch zu untersuchen, inwieweit das Ergebnis vom Bediener der elektronischen Farbkorrekturanlage abhängig ist. Auch wurde bei beiden Verfahren eine mögliche Vorkorrektur direkt am Abtaster nicht berücksichtigt. Hiermit ließe sich sicherlich – zumindest in Notfällen – der maximale Korrekturbereich noch etwas erweitern.

Zur Veranschaulichung der durch die Langzeitlagerung in der betrieblichen Praxis verursachten Farbänderungen wurden beim Bayerischen Rundfunk Anfang 1989 mehrere ausgewählte Farbfilmkopien sowohl in der optischen Projektion als auch über die Filmabtastung visuell beurteilt. Bereits zu diesem Zeitpunkt wurden bei einigen Filmproduktionen aus den Jahren 1968 bis 1970 so starke Farbstiche festgestellt, daß ein zufriedenstellendes Ergebnis selbst mittels elektronischer Farbkorrektur für fraglich und somit eine sofortige Bestandssicherung für erforder-



a. Veränderung einer Schicht

b. Veränderung von zwei Schichten

Bild 7

Grenzwerte für noch korrigierbare Farbdichteänderungen

lich gehalten wurde. Eine Auswahl aus diesen Filmkopien, erweitert um eine Produktion auf einem besonders gefährdeten Umkehroriginal, wurde 1992 nochmals begutachtet. Es zeigte sich, daß die Farbänderung in den dazwischenliegenden drei Jahren sichtbar fortgeschritten ist. Einige Beispiele konnten allein mit der Einstellung am Abtaster nicht mehr auskorrigiert werden, und es ist fraglich, ob die Restfehler in den Schattenpartien durch die sekundäre Farbkorrektur vollständig behoben werden können.

Grundsätzlich läßt sich somit feststellen, daß es bei der Farbkorrektur von Farbfilmen mit stark ausgebliebenen Filmfarbstoffen entscheidend ist, bis zu welchem Grad die Gradationerniedrigung, d. h. Verflachung der Farbdichtekurven, bereits fortgeschritten ist. Daraus läßt sich dann in etwa abschätzen, ob noch Reste an Farbstoffkonzentrationen vorhanden sind, die sich mit Hilfe der Elektronik verstärken lassen. Zwar gelingt es heutzutage, auch Schwarzweiß-Filme nachträglich zu kolorieren, jedoch ist eine solche Nachbearbeitung doch recht problematisch, da sie die Gefahr einer Verfälschung des ursprünglichen Farbcharakters in sich birgt.

6. Konsequenzen für die Bestandssicherung älterer Farbfilmproduktionen

In den Fernseharchiven der deutschen Rundfunkanstalten von ARD und ZDF sind – nach Angaben des Deutschen Rundfunkarchivs [20] – derzeit etwas mehr als 2 Millionen Einzelproduktionen eingelagert, wovon – grob geschätzt – etwa 60 bis 70 % Filmproduktionen sein dürften. Jährlich kommen – jedenfalls vorerst noch – etwa 7 % dazu. Die ältesten Eigenproduktionen auf Farbfilm werden seit nunmehr etwa 25 Jahren aufbewahrt. Daneben dürften sich auch noch einige Spielfilmkopien in den Archiven befinden, die sogar schon länger eingelagert sind. Geht man davon aus, daß die Farbdichteänderungen einigermaßen zeitproportional ablaufen und extrapoliert man die Ergebnisse des Langzeitlager-tests auf die Situation bei den Rundfunkanstalten, so ist anzunehmen, daß sich Filmproduktionen auf den besonders gefährdeten Materialtypen in den Fernseharchiven befinden, bei denen sich die Farbdichten bereits jetzt um $\Delta D = 50$ bis 65 % (bei Ausbleichen einer Schicht) bzw. um $\Delta D = 75$ bis 100 % (bei Ausbleichen mehrerer Schichten) vermindert haben. Damit dürfte nunmehr in Einzelfällen die Grenze erreicht bzw. in einigen Fällen vermutlich sogar schon überschritten sein, wo ein vollständiger Farbausgleich noch möglich ist.

Das bedeutet aber, daß bei besonders wertvollen und erhaltungswürdigen Filmproduktionen bzw. Spielfilmkopien ein baldiger Bestandsschutz erfolgen sollte. Da die Lagerungsbedingungen in den rundfunkeigenen Filmarchiven mehr oder weniger voneinander abweichen, die Vorgeschichte von angekauften Kopien normalerweise nicht bekannt ist und zudem auch die Entwicklung von Kopierwerk zu Kopierwerk Unterschiede aufweisen kann, empfiehlt es sich – von Zeit zu Zeit, d. h. alle 2 bis 3 Jahre – schon länger eingelagerte Filmbestände auf stärkere Farbstiche hin zu überprüfen. Gegebenenfalls sollte dann eine Überspielung auf Magnetband mit gleich-

zeitiger – falls erforderlich szenenweiser – elektronischer Farbkorrektur erfolgen. Einige Rundfunkanstalten haben bereits damit begonnen, ihre dokumentationswürdigen, farbstichgefährdeten Filmproduktionen auf Magnetband zu überspielen. Aus Qualitätsgründen empfiehlt es sich, die Magnetbandaufzeichnung wenn möglich in digitaler, ansonsten in analoger Komponentenform durchzuführen. Eine Überspielung eventuell vorhandener 2"-MAZ-Sendebänder ist nicht generell zu empfehlen, selbst wenn man den geringeren Arbeitsaufwand (bereits farbkorrigiert, Vor- und Nachspann vorhanden) in Betracht zieht. Die zwischenzeitlich erfolgten Verbesserungen bei der Filmabtastung ergeben hinsichtlich Bildschärfe, Streulichtverhalten, Farbbrillanz, Lichter- und Schattendetails sowie Tonqualität erhebliche Vorteile für die Neuüberspielung archivierter Filmproduktionen, selbst wenn zwischenzeitlich Farbveränderungen eingetreten sind. Ein beim Bayerischen Rundfunk angefertigtes Demoband zeigt dies in überzeugender Deutlichkeit.

7. Schlußbemerkung

Auch die Überspielung gefährdeter Filmproduktionen auf Videomagnetband zum Zwecke der Wiederholbarkeit bzw. der zeitgeschichtlichen Dokumentation ist kein Allheilmittel. Gelegentliche Probleme in der Vergangenheit mit archivierten Oxydbändern waren vor allem chemischer und/oder mechanischer Natur, während mit den Metallpartikelbändern, wie sie für alle neueren Aufzeichnungsverfahren benötigt werden, derzeit noch keine gesicherten langfristigen Erfahrungen vorliegen. Auch dürfte die enorm fortschreitende technische Innovation zur Folge haben, daß nicht nur bestimmte Gerätetypen, sondern auch weit verbreitete Aufzeichnungsstandards schon nach einiger Zeit nicht mehr angeboten werden und dann auch nicht mehr durch Ersatzteilversorgung unterstützt werden.

In jedem Fall sollten deshalb die überspielten Filmbestände – bei möglichst optimalen Klimaverhältnissen – auch weiterhin aufbewahrt werden, d. h. sie sollten auf keinen Fall ausgesondert werden [21]. Die Informationskapazität, die in den Filmbildern – vor allem im 35-mm-Format – steckt, wird durch unser derzeitiges Fernsehsystem nicht voll ausgeschöpft. Das bedeutet, daß eine Speicherung der bildmäßigen Informationen auf dem Film als Programmträger für eine spätere anderweitige Verwertung, z. B. in HDTV oder PALplus, gegenüber der bandbegrenzten, zeilensequentiell gerasterten Aufzeichnung nach dem heutigen Standard nach wie vor Vorteile besitzt, selbst wenn die Farbstoffe noch weiter ausbleichen sollten.

SCHRIFTTUM

- [1] Lee, W. E.; Bard, C. C.: The stability of Kodak professional motion picture film bases. *Image Technology*, Dezember 1987, S. 518 bis 521.
- [2] Pollakowski, G.: Wie sicher ist Sicherheitsfilm? *Bild und Ton*, 1987, Nr. 3, S. 90 bis 94.
- [3] Brems, K.: The archival quality of film bases. *SMPTE Journal*, Dezember 1983, S. 991 bis 993.

- [4] Brems, K.: Vinegar syndrome update. *Image Technology*, März 1991, S. 94 bis 98.
- [5] Tulsi Ram, A.; Masaryk-Morris, S.; Kopperl, D.; Bauer, R. W.: Simulated aging of processed cellulose triacetate motion picture films. *Image Technology*, April 1991, S. 124 bis 130.
- [6] Easton, R.: National archives approach to film, sound and videotape archiving. *Image Technology*, März 1991, S. 88 bis 93.
- [7] Jacobsen, M.: Standards for the long-term storage of film. *EBU Review - Technical*, 1991, Nr. 250, S. 251 bis 256.
- [8] Pietrzok, H.: Probleme der Langzeitlagerung von Farbfilmmaterialien für die Kinetographie. *Bild und Ton*, 1973, Nr. 4, S. 111 bis 119.
- [9] Ditttrich, K.: Probleme der Lagerung und Umklimatisierung bei der Archivierung von Farbfilmen. *Bild und Ton*, 1978, Nr. 2, S. 52 bis 57.
- [10] Korneli, E.; Nadler, T.; Merkel, H.: Zur Archivierung und Lagerung von Color-Kinefilmen. *Bild und Ton*, 1978, Nr. 3, S. 152 bis 153.
- [11] Patterson, R.: The preservation of color films. *American Cinematographer*, Juli & August 1981.
- [12] Böttcher, H.: Bildstabilität fotografischer Colormaterialien. *Bild und Ton*, 1983, Nr. 3, S. 241 bis 246.
- [13] Follakowski, G.: Die Archivierung von Silberhalogenid-Filmmaterial. *Fernseh- und Kino-Technik*, 1988, Nr. 5, S. 227 bis 231.
- [14] Tuite, R. J.: Image stability in color photography. *Journal of Applied Photographic Engineering*, 1979, Nr. 4, S. 200 bis 207.
- [15] Bard, C. C.; Larson, G. W.; Hammond, H.; Packard, C.: Predicting long-term dark storage dye stability characteristics of color photographic products from short-term tests. *Journal of Applied Photographic Engineering*, 1980, Nr. 2, S. 42 bis 45.
- [16] Modin, B.: Storage of cinefilms. *Panorama of Audiovisual Archives*, 1986, S. 101 bis 114.
- [17] EBU: Storage of processed films and raw stock in television organisations. *EBU Tech. Doc. 3202*, 2nd edition, Genf 1991.
- [18] Emmett, J. R.: Photographic recording of component television signals. *Thames Television, Report No. 578*, 1985.
- [19] Krieg, A.: Praktische Untersuchungen zur Qualitätssicherung von farbstichigen Archivmaterialien mit Hilfe der elektronischen Farbkorrektur. Diplomarbeit im Fachbereich Photoingenieurwesen an der Fachhochschule Köln, 1989.
- [20] Heckmann, H.: Fernseharchive in der Bundesrepublik Deutschland. *Panorama of Audiovisual Archives*, 1986, S. 17 bis 20.
- [21] EBU: Destruction of films after transfer to video tape. *EBU Technical Recommendation R63*, 1990.

Der Autor



Dipl.-Ing. Max Rothaler (54) studierte Nachrichtentechnik an der Technischen Hochschule München. Seit 1963 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Rundfunktechnik und leitet seit 1977 den Arbeitsbereich Film im Fernsehen. 1984 wurde er Vorsitzender der Untergruppe G3 der UER-Arbeitsgruppe G, die sich mit Filmtechnik im Fernsehen beschäftigt. 1987 erhielt er den

Phil Berkeley-Award der BKSTS und die Afga-Gevaert-Goldmedaille der SMPTE.