

Einfluß des pH-Wertes der fotografischen Schicht auf die Haltbarkeit von Azomethin- und Indoanilin-Bildfarbstoffen

Dipl.-Ing. Doris Boetzel, VEB DEFA-Kopierwerke, Berlin

Farbfilmkopien können heute nur eine beschränkte Zeit verwendet werden. Danach zeigen sich Veränderungen des Farbbildes infolge einer Ausbleichung der Farbstoffe in der fotografischen Schicht und die Entstehung neuer gefärbter Verbindungen. Die Ursache dieser Farbveränderungen liegt in der Verwendung von Azomethin- und Indoanilin-Farbstoffen für den Aufbau des Farbbildes.

Gelb- und Purpur-Azomethin-Farbstoffe und Blaugrün-Indoanilin-Farbstoffe, die sich in den fotografischen Schichten bei der Farbentwicklung aus Entwickleroxydationsprodukten und diffusionsfesten Komponenten bilden, sind chemisch unbeständig und zerfallen (bleichen aus) durch den Einfluß verschiedener physikalischer und chemischer Faktoren.

Für die Kinematografie hat die Farbstoffausbleichung im Dunkeln, während der Filmlagerung, große Bedeutung. Diese Farbstoffausbleichung im Dunkeln, das Resultat der Farbstoffunbeständigkeit, ist von der chemischen Struktur des Farbstoffes abhängig und wird durch den Einfluß verschiedener chemischer Faktoren beschleunigt: pH-Wert des Mediums, Anwesenheit von Oxydations- und Reduktionsstoffen, verschiedene Stoffe aus der Atmosphäre und aus der Unterlage und Spuren im Film verbliebener Chemikalien, die bei der Filmbearbeitung verwendet wurden. Auch physikalische Faktoren, wie Temperatur und Feuchtigkeit, beschleunigen die Farbstoffausbleichung im Dunkeln. Um den Alterungsprozeß der fotografischen Farbmateriale zu verlangsamen oder aufzuhalten, ist es notwendig zu wissen, auf welche Weise die Faktoren auf die Haltbarkeit der Bildfarbstoffe Einfluß ausüben, wie der Alterungsprozeß abläuft und durch welche Maßnahmen die Alterung aufgehalten bzw. verlangsamt werden kann.

Die Farbstoffausbleichung und die Bildung gelb-braun gefärbter Produkte bei der Dunkellagerung von Farbfilmmaterialien ist auf hydrolytische Prozesse zurückzuführen. Von verschiedenen Autoren wurden Unter-

suchungen zur Aufklärung des Mechanismus der Farbstoffhydrolyse durchgeführt. Die hydrolytische Spaltung der Azomethine tritt unter Einfluß von Wasser an der C=N-Bindung ein, und zwar nach dem Schema, wie in Formel 1 dargestellt [1]. Bei der Hydrolyse bilden sich eine der ursprünglichen Komponente entsprechende Ketoverbindung und ein Farbentwicklermolekül.

Nach Untersuchungen von Gröger und Pietrzok [2] verläuft die Hydrolyse in zwei Stufen. In der ersten Stufe bildet sich z. B. bei gelben Azomethin-Farbstoffen ein 1,2,3-Triketon, welches noch gelb gefärbt ist, während dann beim weiteren Verlauf der Hydrolyse, in einer zweiten Stufe, durch Anlagerung von Wasser an das Triketon sich das Hydrat des Triketons bildet, welches farblos ist.

Das bei der Hydrolyse entstehende Farbentwicklermolekül kann ausdiffundieren und ist hoch reaktionsfähig. So ist es z. B. leicht durch Luftsauerstoff oxydierbar, und es bilden sich gelb-braun gefärbte Produkte [1].

Der hydrolytische Abbau von Purpurfarbstoffen als Pyrazolonkupplern verläuft auf gleiche Weise. Es entsteht als Zwischenprodukt ein Diketon, welches dann zu einem farblosen Hydrat hydrolysiert wird. In einer Arbeit von Solovjewa, Levkojew und Gusewa [3] wurden die gefärbten Verbindungen, die aus den Farbkupplern auf der Basis von Pyrazolonen bei Gegenwart von Luftfeuchtigkeit und Sauerstoff entstehen, auf ihre Struktur untersucht. Es wurde festgestellt, daß selbst der Pyrazolonring instabil ist und leicht aufgespalten wird. Dabei bilden sich verschiedene Produkte, die z. T. farbig sind.

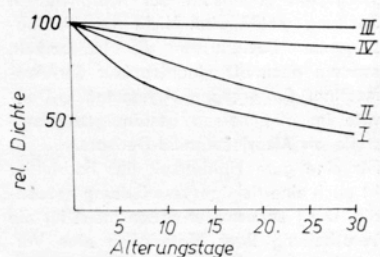
Die Haltbarkeit der Azomethin- und Indoanilin-Farbstoffe wird im wesentlichen von ihrer chemischen Struktur bestimmt, und damit ist der Alterungsprozeß dieser Bildfarbstoffe konstitutiv beeinflussbar.

Alle Farbkuppler, die Azomethin- und Indoanilin-Farbstoffe bilden, besitzen die für sie charakteristische aktive Methylengruppe, die als offene Kette oder ge-

schlossene Gruppierung in den farbbildenden Kuppler eingeht.

Die gelben Farbstoffe werden im allgemeinen aus β -Ketoesteraniliden erzeugt. Die Purpurfarbstoffe werden aus den Derivaten von Pyrazolonen, vor allem aus den 3-Alkylpyrazolonen, den Derivaten des 3-Aminopyrazolons und kondensierten Pyrazolonen gebildet. Zur Erzeugung der blaugrünen Bildfarbstoffe dienen Abkömmlinge von Phenolen oder 1-Oxy-2-naphthoesäure mit freier p-Stellung zur Hydroxylgruppe oder einem Substituenten in dieser Stellung, der bei der Farbkupplung abgespalten wird [4].

Als Farbentwickler benutzt man meist Derivate vom p-Phenylendiamin, vorwiegend die Diäthylsterivate.



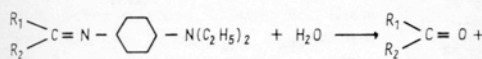
1 Dichteänderungen des Blaugrünbildes aus den diffusionsfesten Kupplern I, II, III und IV

Interessant dürften die experimentell erhaltenen Untersuchungsergebnisse von Tschelzow und Mitarbeitern [5] sein. Sie untersuchten die Stabilität der Bildfarbstoffe (vorwiegend die Blaugrünfarbstoffe), abhängig von ihrer Struktur, folglich auch von der chemischen Natur der Kuppler und der Entwicklersubstanz.

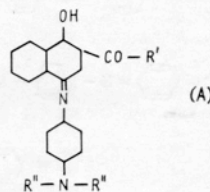
Als Beispiel dienen diffusionsfeste Kuppler, Derivate der 1-Oxy-2-naphthoesäure, die bei der Farbentwicklung mit Diäthyl-p-phenylendiamin Blaugrünfarbstoffe der Struktur (A) bilden (Formel 2).

Die Farbstoffe der untersuchten Kuppler: Octadecylamid 1-Oxy-4-sulfo-2-naphthoesäure (I), Octadecyl-3,5-dicarboxyphenylamid 1-Oxy-2-naphthoesäure (II), Octadecyl-N-naphthylamid-1-oxy-4-sulfo-2-naphthoesäure (III) und 2-Methyloctadecylamino-5-sulfophenylamid-1-oxy-2-naphthoesäure (IV).

Die Stabilität der Blaugrünfarbstoffe (Sensitogramme) wurde anhand von Schnellprüfmethoden bei 70 °C und 75 % relativer



Formel 1



Formel 2

Luftfeuchtigkeit bei einer Lagerung innerhalb von 30 Tagen beobachtet (Bild 1).

Die Farbstoffe weisen unterschiedliche Stabilität auf. Der Kuppler I gibt einen wenig stabilen Farbstoff, da in seinem Molekül nur ein Amid-Wasserstoffatom substituiert ist, außerdem dient als Substituent ein Octadecylrest. Die Kuppler II und III bilden stabilere Farbstoffe, es sind zweifach substituierte Amide. Der Kuppler IV gibt einen sehr stabilen Farbstoff, obwohl er ein einfach substituiertes Amid der 1-Oxy-2-naphthoesäure ist. Wahrscheinlich kann man die Stabilität des Farbstoffes aus diesem Kuppler so erklären, daß das Wasserstoffatom der Amidgruppe durch einen Phenylrest, mit einer o-ständigen N-Methyl-N-Octadecyl-Gruppe, substituiert ist.

Die Haltbarkeit gelber Azomethin-Farbstoffe aus Kupplern der allgemeinen Formel $R_1 - CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot NH - R_2$ bei erhöhter Temperatur und Luftfeuchtigkeit wird in der Arbeit [2] analysiert. Gröger und Pietrzok stellten fest, daß einmal durch Substituenten wie ein Chloratom, eine Alkoxygruppe oder eine langkettige Dialkylaminogruppe in o-Stellung des Benzoyl- oder Anilidrestes, zum anderen auch durch elektronenziehende Gruppen wie Carboxyl- und Carbonamidgruppen, die Beständigkeit gegenüber der hydrolytischen Spaltung erhöht wird. Nicht nur die Substituenten beeinflussen die Haltbarkeit, sondern auch die Hauptstruktur der Azomethine. So ergeben Arylacetanilid-Derivate im allgemeinen beständigere Farbstoffe als Alkylacetanilid-Derivate.

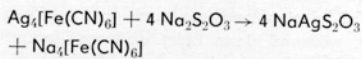
Für eine gute Haltbarkeit der Farbbilder ist auch eine richtige Verarbeitung notwendig. Die Filmhersteller geben meist für die Verarbeitung ihrer Materialien eine Vorschrift heraus, die von den Verbrauchern strikt eingehalten werden muß, um eine optimale Stabilität der Bildfarbstoffe während der Lagerung zu erreichen.

Der Gehalt an Restchemikalien aus den Verarbeitungsbädern in den fotografischen Schichten muß sich in bestimmten Grenzen bewegen.

Sowjetische Autoren [6] untersuchten den Einfluß von Restgehalt an Farbwentwickler-substanz auf die Lagerstabilität der Bildfarbstoffe. Sie stellten fest, daß sich bei Vorhandensein von Farbwentwickler-substanz, Diäthyl-p-phenylendiamin, der Farbton der Filmkopie ins Rötliche infolge der Bildung von Oxydationsprodukten dieser Substanz verändert.

Bei vorschriftsmäßiger Verarbeitung tritt es in der Praxis jedoch nicht auf, daß Farbwentwicklerreste im Filmmaterial verbleiben. Aus einer Reihe von Arbeiten [6], [7], [8] ist bekannt, welchen Einfluß der Restgehalt an Thiosulfat in der Schicht auf die Haltbarkeit des Filmmaterials ausübt. Ein zu hoher Gehalt an zurückgebliebenem Thiosulfat begünstigt die Farbstoffausbleichung und die Bildung gefärbter Verbindungen, besonders während der Lagerung bei erhöhter Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Der Restgehalt an Thiosulfat und der sich

aus diesem bildenden Umwandlungsprodukte wie z. B. Tri- und Tetrathionate, die die Haltbarkeit der Bildfarbstoffe ebenfalls negativ beeinflussen, wird durch das Bearbeitungsregime bestimmt. So wurden Unterschiede in der Haltbarkeit der Bildfarbstoffe von Farbfilmmaterialien, die nach der Normal- oder Schnellbearbeitung bzw. mit einem oder zwei Fixierbädern behandelt worden sind, beobachtet [9]. In den Filmmaterialien, die nur mit einem Fixierbad bearbeitet wurden, waren Komplexsalzverbindungen von Natriumthiosulfat und Silber vorhanden. Bei der Schnellbearbeitung bleiben diese Komplexsalze vorwiegend in der unteren Schicht zurück, bedingt durch eine zu geringe Menge Thiosulfat in der Schicht. Es bilden sich schwefelhaltige Verbindungen, die dann in der Filmschicht verbleiben, wenn der Bleichvorgang des metallischen Silbers und der Lösungsvorgang des Silberferrocyanids bei ungenügender Menge Thiosulfat gleichzeitig erfolgen:



Für fotografische Bearbeitungsprozesse ist heute die Wässerung charakteristisch für das Entfernen von Natriumthiosulfat und anderen schwefelhaltigen Verbindungen, Kaliumferricyanid und Kaliumferrocyanid, löslicher Bromide, Entwicklersubstanzen und Alkali aus den Filmschichten.

Besonders die letzte Wässerung bestimmt in hohem Maße die Haltbarkeit der Farbbilder. Aus diesem Grunde ermittelt sich die notwendige Wässerungszeit durch das Regime, die Eigenschaften des Wassers sowie die zulässige Menge an schwefelhaltigen Verbindungen in der Schicht, d. h., sie wird durch die Anforderungen an die Haltbarkeit der Farbbilder bestimmt [10].

Bei der Filmbearbeitung wird durch die Schlußwässerung auch der pH-Wert der fotografischen Schicht eingestellt. Horowitz und Weller [8] ermittelten am Beispiel von Eastman-Colorpositivfilm, daß eine ungenügende Wässerung einen hohen oder niedrigen pH-Wert der bearbeiteten fotografischen Schicht ergibt und es zu unerwünschten Farbveränderungen während der Filmlagerung kommt. Der pH-Wert der fotografischen Schicht muß in einem bestimmten Bereich liegen, der für verschiedene Filmmaterialien unterschiedlich ist. In diesem Bereich ist die relative Abnahme aller drei Teilbilder des Farbfilm-

materials während der Filmlagerung am geringsten.

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit hatten das Ziel zu ermitteln, welchen Einfluß der pH-Wert der fotografischen Schicht auf die Haltbarkeit von Azomethin- und Indoanilin-Bildfarbstoffen ausübt, und einen optimalen pH-Wert zu finden, der für die untersuchten Farbstoffe maximale Bildstabilität gewährleistet.

Die Haltbarkeit von Azomethin- und Indoanilin-Farbstoffen wird durch den pH-Wert der fotografischen Schicht wesentlich beeinflusst. Sowohl im sauren als auch im alkalischen Medium zerfallen diese Farbstoffe sehr leicht.

Brooker und Vittum [11] erklären die geringe Stabilität der Indoanilin-Farbstoffe bei zu niedrigem und zu hohem pH-Wert folgendermaßen: Bei einem pH-Wert < 7 nimmt der Farbstoff ein Proton unter Bildung eines Kations auf, das eine wesentlich geringere Beständigkeit aufweist als der ursprüngliche Farbstoff.

Proton-Addition von Indoanilinfarbstoffen (s. Formel 3).

Im pH-Wert-Bereich > 7 ist der Farbstoff auch unbeständig, da er einer schnellen Desaminierung unterliegt (s. Formel 4). Die Azomethin-Farbstoffe, zu denen die Gelb- und Purpurfarbstoffe gehören, unterliegen ähnlichen Reaktionen.

Der pH-Bereich, in dem die einzelnen Farbstoffe beständig sind, hängt von der chemischen Struktur, von der Stufe der Aggregation in der Schicht und von dem sie umgebenden Medium ab.

Durchführung der Untersuchungen

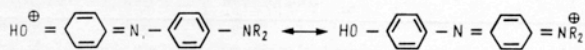
In der vorliegenden Arbeit wird das Verhalten verschiedener Azomethin- und Indoanilin-Farbstoffe in Ein- und Mehrschichtenmaterialien bei unterschiedlichen pH-Werten der fotografischen Schicht untersucht.

Die Farbstoffe werden durch chromogene Entwicklung mit Diäthyl-p-phenylendiamin-Entwickler aus als Alkalisalze wasserlöslichen Farbkupplern gewonnen.

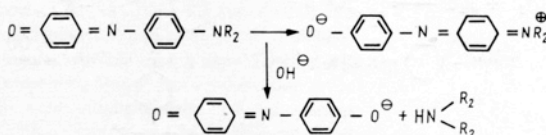
Gelbkuppler (s. Formel 5); Purpurkuppler (s. Formel 6); Blaugrünkuppler (s. Formel 7).

Für die Untersuchungen wurden von den Ein- und Mehrschichtenmaterialien Teststreifen (Sensitogramme) verwendet, die an Standard-Entwicklungsmaschinen unter normalen Produktionsbedingungen entwickelt wurden.

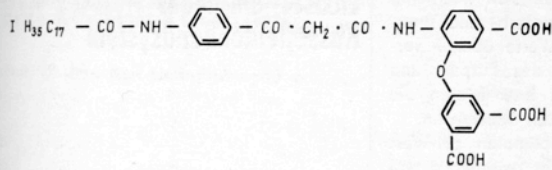
Um verschiedene pH-Werte der fotografi-



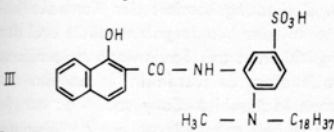
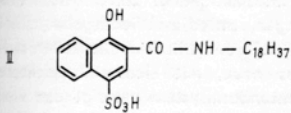
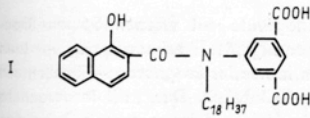
Formel 3



Formel 4



Formel 5



Formel 7

schen Schicht zu erhalten, wurden nach der chemisch-fotografischen Bearbeitung die Teststreifen 2 Minuten in destilliertem Wasser gewässert. Es erfolgte danach eine 2-Minuten-Nachbehandlung des jeweiligen Teststreifens in einer Azetat-, Phosphat- oder Carbonat-Pufferlösung.

Tabelle 1

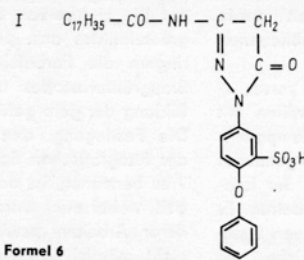
pH-Wert der Pufferlösungen	pH-Wert der fotografischen Schicht	
	Einschichtenmaterial	Mehrschichtenmaterial
4,2	4,5	4,5
4,8	5,2	6,4
7,0	6,9	7,1
10,0	8,7	8,8
Typ (ohne Pufferlösung)	8,1	8,1

Im Ergebnis der Nachbehandlung wurden pH-Werte der fotografischen Schicht in den Ein- und Mehrschichtmaterialien gemessen, wie sie in Tabelle 1 dargestellt sind.

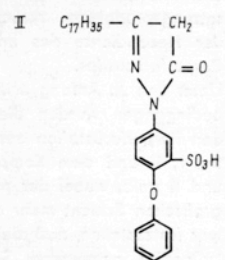
Der pH-Wert der fotografischen Schicht ist nach der erarbeiteten Methode, die in BILD UND TON, Heft 4/1975, veröffentlicht wurde [12], bestimmt worden.

Der Restthiosulfatgehalt in den Teststreifen betrug 0,002 mg/cm². Diese Bestimmung erfolgte nach der Methode von Warburton und Przybolowicz [13], die auf der Borhydrid-Reduktion zu Sulfid unter Methylenblaubildung basiert.

Zur Untersuchung der Farbstoffstabilität bei verschiedenen pH-Werten der fotografischen Schicht wurden die Teststreifen einer Schnellalterung unterworfen. Diese Schnellalterung erfolgte im Klimaschrank vom Typ „mytron“ K 125; dabei waren die Bedingungen 60 °C und 90 % relative Luftfeuchtigkeit. Die Teststreifen mit dem Gelbfarbstoff wurden vier Tage, die für Purpur- und Blaugrünfarbstoff neun Tage im Klimaschrank aufbewahrt.



Formel 6



Für die Bewertung der Farbstoffstabilität sind von allen Farbstoffen die Absorptionskurven am Spektralfotometer SF 14 und die Schleierdichte am Macbeth-Densitometer hinter Status-A-Filtern vor, während und nach der Schnellalterung gemessen worden.

In den Tabellen 2 und 3 sind die erhaltenen Ergebnisse, die Änderung der Farbstoffkonzentration im Absorptionsmaximum und die Änderung der Schleierdichten zusammengestellt.

Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Der pH-Wert der fotografischen Schicht hat Einfluß auf die Stabilität der Gelb-, Purpur- und Blaugrünfarbstoffe; dies ist eindeutig ablesbar aus den Tabellen 2 und 3. Dabei ist festzustellen, daß der Farbstoffabbau der untersuchten Farbstoffe in

Tabelle 2

Untersuchungsergebnisse über die Stabilität der Farbstoffe in Einschichtenmaterialien

Komponente	pH-Wert der fotografischen Schicht	Stabilität der Farbstoffe in %		
		blau	grün	rot
		D _{max}	D ₀	D _{max} D ₀
GELB	I Typ 8,1	62	140	
	4,5	66	110	
	6,2	34	110	
	6,9	37	130	
	8,7	65	150	
	PURPUR I	Typ 8,1	382	52
4,5		136	82	133
6,2		327	63	100
6,9		364	52	100
8,7		473	42	100
II		Typ 8,1	647	78
	4,5	253	81	117
	6,2	620	78	158
	6,9	667	78	183
	8,7	560	67	150
	I + II	Typ 8,1	609	62
4,5		191	77	109
6,2		527	69	100
6,9		591	65	100
8,7		627	54	100
BLAU-GRÜN		I Typ 8,1	97	68
	4,5	92	35	92
	6,2	92	45	100
	6,9	96	59	100
	8,7	96	56	108
	II	Typ 8,1	100	70
4,5		98	63	100
6,2		100	84	100
6,9		105	78	100
8,7		100	61	100
I + III		Typ 8,1	100	63
	4,5	97	50	100
	6,2	98	55	100
	6,9	100	64	100
	8,7	98	45	100

Tabelle 3

Untersuchungsergebnisse über die Stabilität der Farbstoffe in Mehrschichtenmaterialien

Komponente	pH-Wert der fotografischen Schicht	Stabilität der Farbstoffe in %			
		blau	grün	rot	
		D _{max}	D ₀	D _{max} D ₀	
MATERIAL A	GELB I	Typ 8,1	122	262	
		4,5	69	214	
		6,4	73	105	
		7,1	93	257	
		8,8	114	276	
		PURPUR I	Typ 8,1	500	68
4,5	175		79	108	
6,4	442		71	100	
7,1	483		68	108	
8,8	492		59	125	
BLAU-GRÜN I	Typ 8,1		525	65	100
	4,5	192	41	100	
	6,4	425	52	100	
	7,1	492	61	100	
	8,8	517	54	100	

MATERIAL B

Komponente	pH-Wert der fotografischen Schicht	Stabilität der Farbstoffe in %			
		blau	grün	rot	
		D _{max}	D ₀	D _{max} D ₀	
MATERIAL B	GELB I	Typ 8,1	121	310	
		4,5	73	115	
		6,4	87	250	
		7,1	96	285	
		8,8	119	330	
		PURPUR I	Typ 8,1	433	63
4,5	173		79	113	
6,4	413		75	113	
7,1	420		65	107	
8,8	440		53	107	
BLAU-GRÜN II	Typ 8,1		492	76	100
	4,5	164	71	100	
	6,4	462	78	100	
	7,1	469	77	100	
	8,8	485	66	93	

D_{max} – optische Dichte im Absorptionsmaximum des Farbstoffs

D₀ – Schleierdichte des Farbstoffs

Die Farbstoffstabilität wurde durch die Restdichte in % von der Ausgangsdichte, die als 100 % angenommen wurde, ausgedrückt:

$$\frac{D_t}{D_A} \cdot 100 \% \quad D_A - \text{Ausgangsdichte} \quad D_t - \text{Farbdichte nach der Zeit } t$$

den Ein- und Mehrschichtmaterialien die gleiche Tendenz aufweist.

Der Gelbfarbstoff aus der Komponente I kennzeichnet sich durch eine schlechte Stabilität, so daß ein Einfluß des pH-Wertes der fotografischen Schicht nicht sehr deutlich wird. Im Gegensatz zum Einschichtenmaterial weist der genannte Farbstoff im Mehrschichtenmaterial eine geringere Abnahme auf. Gemessen im blauen Spektralgebiet, ist dies auf eine Kompensation des Gelbfarbstoffes mit den aus dem Purpurfarbstoff durch Hydrolyse

und Oxydation sich bildenden gelben Zersetzungsprodukten zurückzuführen sowie der Nebendichte des intakt gebliebenen Purpurfarbstoffes.

Unter den zu Anfang erwähnten Versuchsbedingungen wurden die Teststreifen mit den Purpurfarbstoffen aus den Komponenten I; II und dem Komponentengemisch I und II gelb, wobei der pH-Wert der fotografischen Schicht mehr als 6,2 betrug. Es war festzustellen, daß die im blauen Spektralgebiet gemessene Schleierdichte um das Drei- bis Sechsfache ihres ursprünglichen Wertes anstieg. Maximal bis zum Zweifachen nahm die Schleierdichte zu, wenn der pH-Wert der fotografischen Schicht 4,5 betrug.

Durch die Instabilität des Purpurfarbstoffes wird diese angeführte starke Zunahme der Schleierwerte bewirkt. Bei Vorhandensein von hoher Luftfeuchtigkeit und Sauerstoff verändern sich die Purpurfarbstoffe und bilden gelb bis gelbbraun gefärbte Substanzen, deren Absorptionsmaximum im kurzwelligen Spektralgebiet liegt [3].

Bei allen untersuchten Purpurfarbstoffen in den Ein- und Mehrschichtenmaterialien war der geringste Farbstoffabbau bei einem pH-Wert der fotografischen Schicht von 4,5 zu beobachten. Mit steigendem pH-Wert verschlechterte sich die Stabilität der Farbstoffe, die Farbstoffkonzentration nahm ab, und die im blauen Spektralgebiet gemessene Schleierdichte nahm zu.

Die Blaugrünfarbstoffe sind bei niedrigen und bei hohen pH-Werten der fotografischen Schicht wenig beständig. Die Haltbarkeit der einzelnen untersuchten Farbstoffe ist unterschiedlich. Der Blaugrünfarbstoff der Komponente II weist den geringsten Farbstoffabbau bei den untersuchten pH-Werten auf.

(Diese Feststellung steht im Widerspruch zu dem Ergebnis, das Tschelzow [5] ermittelte und in der Einleitung zitiert wurde. Da die Versuchsbedingungen bei Tschelzow andere waren als bei den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Versuchen, wird offensichtlich, daß nur Werte für die Haltbarkeit von Bildfarbstoffen exakt vergleichbar sind, wenn sie unter den gleichen Versuchsbedingungen ermittelt wurden.)

Beim Betrachten der Absorptionskurven der Farbstoffe muß festgestellt werden, daß die pH-Wert-Änderungen direkten Einfluß ausgeübt haben. Die Farbstoffkonzentration im Absorptionsmaximum hat sich verringert. Deutlich wurde, daß die Formen der Absorptionskurven sich allgemein wenig änderten, Veränderungen wurden nur betont erkennbar im kurzwelligen Spektralgebiet. Die Untersuchungen haben in der Endkonsequenz ergeben, daß der optimale pH-Wert der fotografischen Schicht für die drei untersuchten Bildfarbstoffe in beiden Mehrschichtmaterialien zwischen 6 und 7 liegt. Bei diesen Werten ist die relative Farbstoffabnahme der Teilbilder am geringsten, und es wird daher das beste Farbgleichgewicht erzielt.

pH-Werte unter 6 wirken sich nachteilig auf die Haltbarkeit des Gelb- und Blaugrünfarbstoffes aus. pH-Werte über 7 verringern die Farbdichte des Purpur- und Blaugrünfarbstoffes und intensivieren die Bildung der gelb gefärbten Substanzen.

Die Festlegung, den optimalen pH-Wert der fotografischen Schicht zwischen 6 und 7 zu benennen, ist das Ergebnis dieser Arbeit, wobei auch durch die Ergebnisse anderer Arbeiten bewiesen wurde, daß es nicht möglich ist, einen pH-Wert zu finden, bei dem alle Bildfarbstoffe stabil bleiben.

Der durch diese Arbeit gefundene pH-Wert der fotografischen Schicht ermöglicht es, daß der Bildcharakter eines neutral grauen Bildes auf den untersuchten Mehrschichtenmaterialien über einen langen Zeitraum erhalten bleibt.

An dieser Stelle sei dem VEB Filmfabrik Wolfen für die gewährte Unterstützung durch Bereitstellung von Versuchsmaterial, durch experimentelle Hilfe bei der Durchführung der Lagerversuche und der Ausmessungen sowie durch Diskussion der Versuchsergebnisse herzlich gedankt.

Literatur

- [1] K. Meyer, BILD UND TON 8 (1955) 6, S. 158-159
- [2] R. Gräger, H. Pietrzok: Veröffentlichungen der Wiss. Photolaboratorien des VEB Filmfabrik Wolfen, Band X, S. 310-315 (1965)
- [3] I. A. Solovjewa, I. I. Levkojew, I. G. Gusewa: Arbeiten des NIKFI, Heft 40, S. 95-103 (1960)
- [4] W. Pelz: Mitteilungen aus den Forschungslaboratorien der Agfa-Leverkusen, Band III, S. 111 bis 175
- [5] J. J. Lewkojew, J. P. Friedmann, W. S. Tschelzow, W. J. Scherbestow: Erfolge der wissenschaftlichen Photographie, 4, S. 316-326 (1955)
- [6] J. P. Friedmann, K. P. Erdemenko, I. A. Solovjewa, P. P. Alimowa: Chemische Industrie, Nr. 5, S. 283-285 (1955)
- [7] J. R. Zeman, J. D. Clifford, J. SMPTE, 78, S. 269 bis 273 (1969)
- [8] P. Horowitz, W. R. Weller, J. SMPTE, 67, S. 401 bis 404 (1958)
- [9] N. J. Kyrillow: Gegenwärtige Entwicklung der fotografischen Prozesse. Iskustwo, Moskau 1960
- [10] J. B. Bljumberg: Technologie der Filmbearbeitung. Iskustwo, Moskau 1967
- [11] L. G. S. Brooker, P. W. Vittum, Photogr. Science and Engineering, 5, S. 71-87 (1957)
- [12] D. Boetzel, J. B. Bljumberg, BILD UND TON 28 (1975) 4, S. 123
- [13] G. D. Warburton, E. P. Przybylowicz, Photogr. Science and Engineering, 10, 86-92 (1966)

Elcaset—ein neues Kassettentonbandsystem

Tonbandgeräte mit offenen Spulen (Spulentonbandgeräte) erfreuen sich — trotz anders lautender Prognosen — immer noch großer Beliebtheit. Das trifft insbesondere auf die Musikliebhaber zu, die hohe Anforderungen an die Wiedergabequalität und an Trick- und Mischmöglichkeiten stellen. Das neue, mit Elcaset bezeichnete Kassettentonbandsystem verfolgt das Ziel, den Bedienungskomfort der Kompakt-Kassette mit der Wiedergabequalität und den Möglichkeiten des Spulentonbandgeräts zu kombinieren. Es wurde in Japan von den Firmen Matsushita, Sony und Teac entwickelt und soll von weiteren Firmen übernommen werden.

Das Elcasetssystem arbeitet mit einem 6,3 mm breiten Tonband (Normalbreite wie beim Spulentonbandgerät) und mit einer Geschwindigkeit von 9,5 cm/s. Beim Einsatz von CrO₂-Bändern soll sich ein Frequenzgang wie bei semiprofessionellen Tonbandgeräten ergeben, die mit 19 cm/s arbeiten. Die Abmessungen der Elcaset-Kassette betragen 152 × 106 × 18 (in mm). Sie bietet den gleichen Bedienungskomfort wie die Kompakt-Kassette, verfügt aber darüber hinaus über einige zusätzliche Vorteile. So wird für einen ausgezeichneten Kopfkontakt das Tonband aus der Kassette herausgeführt, so daß die Genauigkeit der Kassettenskonstruktion auf den Bandlauf keinen Einfluß hat. Zur Kombination mit Dia- und Filmvorführgeräten ist eine zusätzliche und unabhängige Steuerspur vorgesehen, die dem System vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Spezielle Aussparungen im Kassettengehäuse gestatten die automatische Umschaltung von Vormagnetisierung und Entzerrung beim Einsatz verschiedener Tonbänder.

	Kompakt-Kassette	Elcaset	offene Spule
Abmessungen (mm)	102 × 64 × 12	152 × 106 × 18	verschied. Ø × 14
Bandgeschwindigkeit (cm/s)	4,76	9,5	19
Breite des Tonbandes (mm)	3,81	6,3	6,3

Die ersten Elcaset-Geräte wurden bereits von Sony entwickelt. Sie tragen die Typenbezeichnung EL-5 und EL-7. Beide arbeiten mit Dolby-Rauschminderung. Das Gerät EL-7 hat ein 3-Motoren-Laufwerk und Hinterbandkontrolle. Der Frequenzgang beträgt 22 Hz bis 22 kHz.