

Einführung in die Kopierwerktechnik (XIV)

Von JOHANNES WEBERS
und KURT WESTENDORP

Fortsetzung von Fernseh- und Kino-Technik Heft 6/1979, S. 213

D. 3.3.2. Umkehrverfahren

Beim Umkehrverfahren wird im Unterschied zum Negativ-Prozeß in den Schichten des Aufnahmematerials bereits ein positives Bild entwickelt.

Bei den meisten Umkehrmaterialien ist auf der Unterlage des Umkehrfarbfilmes (Bild 74) zunächst eine Gelatineemulsion aus schwarzem kolloidaalem metallischem Silber als Lichthofschuttschicht aufgebracht. Darüber liegt die rot empfindliche Bromsilberemulsion mit dem blaugrünen Farbkuppler. In der Mitte folgt die grün empfindliche Emulsion mit dem Purpurkuppler. Oberhalb dieser Emulsionsschicht ist eine Gelbfilter-schicht aufgebracht, die das Eindringen blauen Lichts auf die unteren, bereits erwähnten Schichten, verhindern soll. Über der Gelbfilter-schicht liegt die oberste, nur

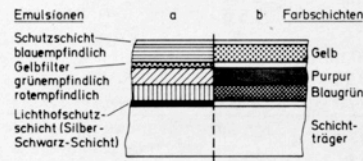


Bild 74. Prinzipieller Aufbau eines Umkehrfarbfilms; a) vor der Entwicklung, b) nach der Entwicklung

blauempfindliche Emulsionsschicht mit dem gelben Farbstoffkuppler. Gegen mechanische Beschädigungen erhält der Schichtaufbau noch eine Gelatine-schutzschicht.

Im Prinzip entsteht bei der Farb-Umkehr-entwicklung (Bild 75) in allen drei-Schichten zunächst ein negatives Schwarz-Weiß-Bild. Anschließend wird der erste Entwicklungsprozeß gestoppt und das Material gewässert. Während der Wässerung findet eine diffuse Belichtung („Zweitbelichtung“) des restlichen, bei der Aufnahme nicht belichteten Bromsilbers statt. Im Farbewickler wird dann in allen drei Schichten das restliche Bromsilber zu einem gegenüber dem bereits entwickelten Schwarz-Weiß-Negativ genau gegensinnig abgestuften Silberbild reduziert, so daß ein positives Silberbild entsteht. Gleichzeitig bilden sich im zweiten Entwicklungsvorgang auf „chromogenem Wege“ die der Originalvorlage entsprechenden Farben.

Die Lichtmenge der Zweitbelichtung muß so groß sein, daß das gesamte in den Schichten noch vorhandene Silberbromid entwicklungs-fähig wird. Eine Überbelichtung kann nicht entstehen, weil die Exposition des Filmmaterials bereits durch die Belichtung bei der Aufnahme und die Erstentwicklung festgelegt ist.

Die Entstehung der Farben beim Umkehrverfahren ist im Bild 76 dargestellt. Zunächst entfällt die farbige Negativvorstufe. Nur das diffus belichtete Bromsilber wird farbig entwickelt. Zwar belichtet beispielsweise die Objektfarbe Blau die oberste Schicht. Durch die „Umkehrung“ wird aber der Belichtungseindruck der blauempfindlichen Schicht aufgehoben. An seiner Stelle bilden sich in den beiden anderen Schichten die Farben Purpur und Blaugrün, die in subtraktiver Mi-

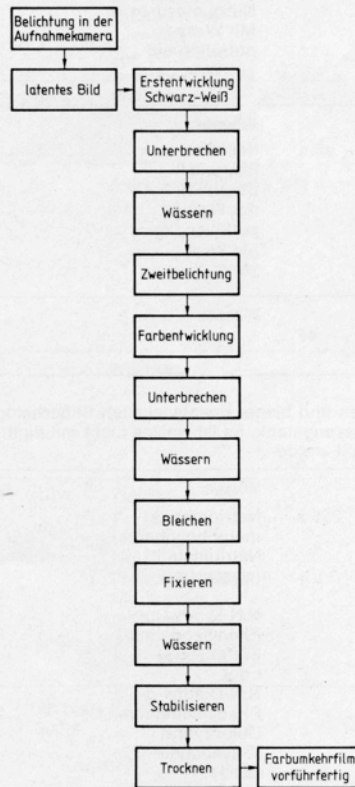


Bild 75. Prinzip der Farbumkehrentwicklung

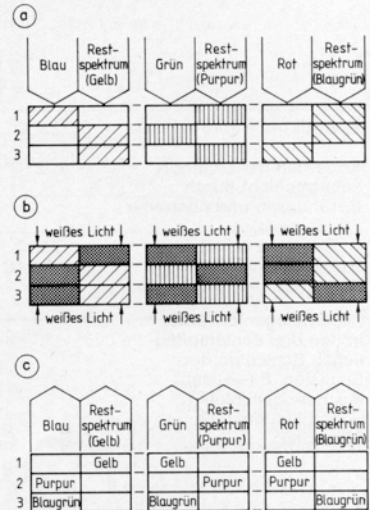


Bild 76. Entstehung der Farben beim Umkehrverfahren, dargestellt für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot. Das Verhalten der übrigen Farbtöne wird jeweils durch den Komplementärfarben-gang (Restspektrum) verdeutlicht. a) Erstbelichtung und Schwarz-Weiß-Entwicklung, b) Zweitbelichtung, c) Farbentwicklung, 1 blauempfindliche, 2 grünempfindliche, 3 rot empfindliche Schicht

schung wieder die Farbe Blau entstehen lassen.

Für die aktuelle Berichterstattung im Fernsehen ist der Einsatz von Umkehrfilmen besonders vorteilhaft, weil im Gegensatz zum Negativ-Positiv-Verfahren nach nur einer photochemischen Bearbeitung ein Unikat zur weiteren Schnittbearbeitung und Sendung zur Verfügung steht.

D. 3.2.2.1. Der Gevachrome-II-Prozeß

Agfa-Gevaert brachte in den letzten Jahren folgende Umkehrfilme auf den Markt: Gevachrome S – Typ 700 (für Studioaufnahmen), Gevachrome – Typ 710 (Reportagefilm), Gevachrome D – Typ 720 (Material für Tageslicht), Gevachrome Print-Typ 780 (Kopiermaterial).

Diese Materialien sind im Gevachrome-II-Prozeß zu verarbeiten, der entsprechend Tabelle VIII abläuft.

Tabelle VIII. Entwicklungsprozeß Gevachrome II

Bearbeitungsstufe und Funktion	Temperatur	Einwirk- zeit	Bestandteile des Bades Substanz	Mengen		
				Maschinen- Tank	Regenerator	Regeneriermengen ml/m 16-mm-Film
1. Vorbad (GP 602) Erweichen der rücksei- tigen Lichthofschutz- schicht	25 °C ± 1 °C	10 s	Wasser E.D.T.A. Na ₄ Tetra-Natrium- salz von Äthylendiamin- Tetra-Essigsäure Natriumsulfat (wasserfrei) Borax (Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O) Natriumhydroxid Mit Wasser auffüllen auf pH-Wert bei 25 °C 9,30 ± 0,15	600 ml 2 g 100 g 15 g 0,8 g 1000 ml	600 ml 2 g 100 g 15 g 0,8 g 1000 ml	12 ml
2. Backing-removal Entfernen der Lichthof- schuttschicht durch Sprühdüsen und Abstreifer	23 °C ± 2 °C	10 s	Weichwasser über Sprühdüsen			250 ml
3. Schwarz-Weiß- Entwicklung (GP 112) Reduktion der belichteten Silberhalogenid-Körner in den drei lichtempfind- lichen Schichten der Emulsion. Es entsteht aus dem belichteten Silberhalogenid ein Silberbild	25 °C ± 0,2 °C	180 s	Wasser Natriumhexameta- phosphat Natriumsulfit (wasserfrei) Hydrochinon Phenidon B Natriumkarbonat (wasserfrei) Kaliumbromid Kaliumthiocyanat Kaliumjodid Additiv GP 112 AD Natriumhydroxid Mit Wasser auffüllen auf pH-Wert bei 25 °C	600 ml 2 g 50 g 6 g 0,5 g 25 g 2,3 g 3 g 6 mg 5 ml - 1000 ml 10,20 ± 0,1	600 ml 2 g 58 g 9,5 g 0,6 g 27,5 g 0,5 g 3,6 g 2 mg 5 ml 1,5 g 1000 ml 10,30 ± 0,1	15 ml
4. Stoppbad Stoppt (unterbricht) die Entwicklung der Silber- halogenidkörner und wäscht die Schwarz-Weiß- Entwicklersubstanz aus dem Film aus	25 °C ± 0,5 °C	45 s	Wasser Kalialaun Eisessig Borax (10 H ₂ O) mit Wasser auffüllen bis pH-Wert 25 °C	700 ml 15 g 10 ml 21 g 1000 ml 4,2 ± 0,2	700 ml 20 g 8 ml 8 g 1000 ml 3,65 ± 0,15	15 ml
5. Wässerung Entfernen des über- schüssigen Stoppbades	23 °C ± 2 °C	45	Wasser			250 ml
6. Zweite Belichtung Belichtung der bei der Aufnahme unbelichteten und bisher unentwickelten Silberhalogenidkristalle. Die Zweitbelichtung geschieht zweckmäßig unter Flüssigkeitsniveau im Wässerungstank. Es ist weißes Licht mit einer Lichtmenge von 100 000 lx/s zu verwenden. Beide Seiten des Films müssen vom Licht erfaßt werden.						
7. Farbentwicklung Reduktion der durch die zweite Belichtung ge- troffenen Silberhalogenid- körner in den drei licht- empfindlichen Schichten der Emulsion. Dabei oxidiert die Entwickler- substanz unter Einwirkung des in der zweiten Belichtung getroffenen Silberhalogenids. Die Oxidationsprodukte verbinden sich mit den jeweils in den Schichten vorhandenen Farbkupplern und erzeugen die Bild-	25 °C ± 0,2 °C	255 s	Wasser Natriumhexa- metaphosphat Natriumsulfit (wasserfrei) N,N-Diäthyl-p- Phenylendiamin- Sulfat (TSS) oder N,N-Diäthyl-p- Phenylendiamin- Chlorhydrat (Gevadamin-C, CD-1) Natriumbikarbonat (wasserfrei)	500 ml 2 g 4 g 3,6 g 2,7 g 25 g	500 ml 2 g 4,75 g 5,35 g 4 g 29 g	20 ml

farbstoffe. Gleichzeitig entsteht aus dem belichteten Silberhalogenid ein Silberbild			Kaliumbromid Natriumkarbonat Kaliumjodid Natriumhydroxid Additiv GP 52 Mit Wasser auffüllen bis pH-Wert bei 25 °C	0,75 g 0,3 g 4 mg — 2,5 ml 1000 ml 10,70 ± 0,1	— — — 0,9 g 3 ml 1000 ml 11,30 ± 0,1	
8. Erstes Fixierbad Unbelichtete und unentwickelte Silberhalogenide werden in komplexe Thiosulfatsalze umgewandelt, die durch die folgende Wässerung aus dem Film ausgewaschen werden können	25 °C ± 0,5 °C	30 s	Wasser Natriumsulfit (wasserfrei) Natriummetabisulfit Borsäure Natriumazetat (3 H ₂ O) Eisessig Aluminiumchlorid (6 H ₂ O) Ammoniumthiosulfat Natriumbisulfat Mit Wasser auffüllen bis pH-Wert bei 25 °C	700 ml 10 g 8,75 g 6,25 g 6 g 10 ml 10 g 175 g — 1000 ml 4,30 ± 0,15	600 ml 12 g 10,5 g 7,5 g 7,3 g 11,5 ml 12 g 212 g 9 g 1000 ml 3,80 ± 0,15	15 ml
9. Wässerung Auswaschen der im ersten Fixierbad gebildeten komplexen Thiosulfatsalze.	23 °C ± 2 °C	60 s	Wasser			250 ml
10. Bleichbad Umwandlung allen metallischen Silbers, das während der Entwicklung gebildet wurde, in Silberhalogenidverbindungen, die im zweiten Fixierprozeß entfernt werden können.	25 °C ± 0,5 °C	120 s	Wasser Kaliumferricyanid Kaliumbromid Natriumazetat (3 H ₂ O) Eisessig Natriumbisulfat E.D.T.A. Na ₄ Mit Wasser auffüllen bis pH-Wert bei 25 °C	600 ml 40 g 30 g 5 g 5 ml 6 g 10 g 1000 ml 4,10 ± 0,2	600 ml 75 g 40 g 6,5 g 6,5 ml 7,5 g 13 g 1000 ml 4,10 ± 0,2	15 ml Bei elektrolytischer Rezyklierung kann die Regeneriermenge auf etwa 1,25 ml reduziert werden
11. Wässerung Entfernen überschüssigen Bleichbades vom Film	23 °C ± 2 °C	60 s	Wasser			250 ml
12. Zweites Fixierbad Verwandlung der im Bleichbad gebildeten Silberhalogenidverbindungen in lösliche Silber-Thiosulfat-Komplexsalze, die sich bereits im Fixierbad und in der nachfolgenden Wässerung lösen.	25 °C ± 0,5 °C	60 s	Zusammensetzung wie Erstfixierbad			15 ml Bei elektrolytischer Rezyklierung kann die Regeneriermenge auf etwa 1,25 ml reduziert werden
13. Schlußwässerung Entfernung restlicher Silber-Thiosulfat-Salze und Beseitigung ungebrauchten Fixierbades aus dem Film	23 °C ± 2 °C	90 s	Wasser			250 ml Gegenstromwässerung
14. Stabilisator Verhindert die Bildung von Wasserflecken und dient zur Stabilisierung der Farbstoffe. Verringert die Neigung zum Ausbleichen.	25 °C ± 2 °C	10 s	Wasser Formalin (40%-Lösung) Netzmittel (Saponine/Merck) Mit Wasser auffüllen bis pH-Wert bei 25 °C	250 ml 12,5 ml 1,8 ml 1000 ml 7,60 ± 0,3	250 ml 1,8 ml 1000 ml 7,60 ± 0,3	12 ml
15. Trocknung Trocknen des Films für die weitere Bearbeitung	40–50 °C 20–50 % rel. Feuchte	180 bis 300 s				

(Fortsetzung folgt)