

# Das Agfa-Pantachromverfahren<sup>1)</sup>.

Von John Eggert und Gerd Heymer.

Das Agfa-Pantachromverfahren dient der Herstellung von farbigen Normalfilmen für die Zwecke des Kinotheaters. Die Aufnahme erfolgt mit dem Linsenraster-Zweipack; kopiert wird im Kontakt auf Agfa-Tripofilm; der entstehende subtraktive Dreifarbenfilm ist ohne Zusatzgeräte auf jedem normalen Theaterprojektor vorführbar.

Über einige Vorstufen zum Pantachromverfahren ist in diesen Bänden in anderem Zusammenhange bereits früher berichtet worden [1, 2]. Da jedoch inzwischen weitere Erfahrungen gesammelt, wesentliche Verbesserungen angebracht und mancherlei Kennzeichen geändert wurden, erscheint es nötig, das Verfahren als ganzes nochmals zu beschreiben.

Das Pantachromverfahren ist ein typisches Kombinationsverfahren. Aufnahmetechnisch betrachtet ist es weder den reinen Rasterverfahren noch den reinen Mehrpackverfahren zuzuordnen, sondern es stellt eine Kombination dieser beiden Verfahren dar. Ähnlich verhält es sich mit dem Kopierfilm, der nach einem kombinierten Silberfarbbleich- und Tonungsverfahren verarbeitet wird. Die prinzipielle Bedeutung solcher Kombinationen [3] liegt darin, daß sie bei geeigneter Auswahl der Bestandteile zu einem Verfahren führen können, in dem nur die Vorteile der Ausgangsverfahren zur Geltung kommen.

## I. Das Aufnahmeverfahren.

### a) Allgemeines.

Für das Aufnahmeverfahren wird der sogenannte Linsenraster-Zweipack [2] verwendet (Abb. 1). Von den beiden, Schicht gegen Schicht die Kamera durchlaufenden Filmen ist der Frontfilm, der außer für blaues auch

<sup>1)</sup> Ein zusammenfassendes Referat über das Verfahren mit Vorführung eines Probefilms wurde auf der 8. Tagung der Deutschen Gesellschaft für photographische Forschung am 20. Oktober 1938 gegeben.

Kurzreferate hierüber finden sich in der Tages- und Fachpresse, z. B. Phot. Ind. XXXI. Jahrgang, Nr. 43, Seite 1162, 1938. Etwas ausführlicher: Forschungen und Fortschritte 1939 Nr. 4, S. 49. Vgl. auch den Aufsatz: „Das Agfa-Pantachromverfahren“ unserer Mitarbeiter Dr. WERNER SCHULTZE und Dr. HEINZ BERGER in den Kinetischen Mitteilungen der Agfa, Dezember 1938, Nr. 3/4. S. 3.

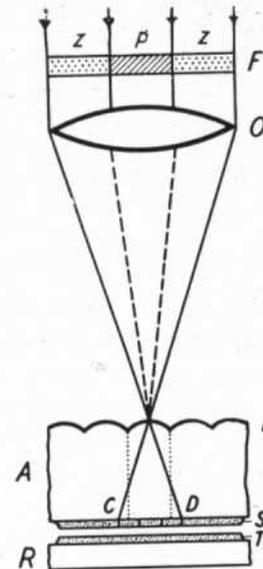
für grünes Licht empfindlich ist, als Linsenrasterfilm ausgebildet. Der Rückfilm ist durch Verwendung eines speziellen Sensibilisators mit starker Grünlücke vorwiegend für rotes Licht empfindlich; er nimmt also den Rotauszug auf.

Der Linsenrasterfilm arbeitet in bekannter Weise so, daß ein vor dem Objektiv angebrachtes Streifenfilter durch die dem Objektiv zugekehrten Zylinderlinsen des Films in Form farbiger Streifen in der lichtempfindlichen Schicht abgebildet wird.

Das Filter für den Linsenraster-Frontfilm müßte im vorliegenden Falle aus einem grünen und blauen Streifen bestehen, da im Frontfilm die Farbauszüge dieser Farben aufgezeichnet werden sollen. Da aber der Rückfilm mit rotem Licht belichtet werden soll, müssen die Filterstreifen auch beide

Abb. 1. Schema des Linsenraster-Zweipacks.

- F Filter
- Z Gelbe Filterstreifen
- P Purpurner Filterstreifen
- O Objektiv
- A Linsenraster-Frontfilm mit Linsen L und Schicht S
- CD Von einer Linse L entworfenes reelles Bild des Filters F
- R Rückfilm mit Schicht T



für rotes Licht durchlässig sein; diese Rotdurchlässigkeit ist auf den Frontfilm ohne Wirkung, da dieser für Rot nicht empfindlich ist. Dementsprechend tritt an die Stelle des Blaufilters ein solches, das außer Blau auch Rot durchläßt, d. h. purpurfarben erscheint. Das zweite Filter, welches das Grün für den Frontfilm und das Rot für den Rückfilm durchlassen soll, ist entsprechend rot- und gründerlässig, d. h. gelb gefärbt. Das Filter besteht also aus purpurnen und gelben Streifen, die beide das Rot für den Rückfilm durchlassen, jedoch vom grün- und blauempfindlichen Frontfilm nur als „Blau-Grünfilter“ gesehen werden.

#### b) Technische Einzelheiten.

1. Filter. Außer in der Farbe weicht das Filter auch in der Form von den üblichen Linsenrasterfiltern ab. Obwohl durch das Linsenraster des Frontfilms nur eine Trennung in zwei Farben vorgenommen wird, besteht das Filter doch aus drei Streifen, und zwar ist das Purpurfilter für den Blausatz in der Mitte angeordnet. Das Gelbfilter für den Grünsatz ist in

doppelter Ausfertigung auf beiden Seiten des Purpurfilters angebracht (Abb. 2). Trotzdem findet die Aufzeichnung der Filterstreifen unter den Rasterlinsen nur in der Form statt, daß abwechselnd nur ein gelber und ein purpurner Streifen von jeweils der gleichen Breite entsteht. Wie das zustande kommt, ist in Abb. 3 näher erläutert (siehe auch Veröff. Agfa Bd. V, S. 41). Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine derartige Filteranordnung ganz besonders unempfindlich gegen gewisse optische Mängel der Rasterlinsen ist. Des weiteren rechnet es zu den Vorteilen dieser Methode, daß eine ungünstige Verteilung der spektralen Empfindlichkeit dadurch ausgeglichen werden

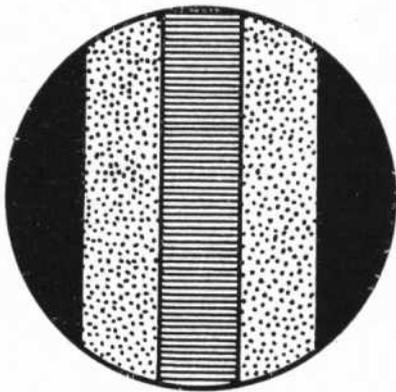


Abb. 2. Aufnahmefilter für Linsenraster-Zweipack mit einem purpurnen Mittelstreifen und zwei gelben Seitenstreifen.

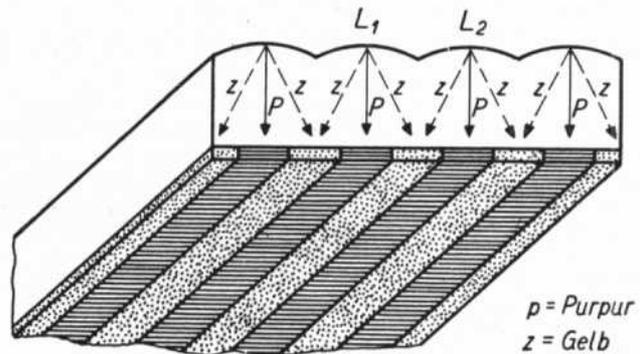


Abb. 3. Überlagerung der gelben Filterbilder im Linsenraster-Frontfilm. Das von der Linse  $L_1$  entworfene rechte Gelbfilterbild und das von der Linse  $L_2$  entworfene linke Gelbfilterbild fallen auf die gleiche Schichtstelle.

kann, daß der doppelt vorhandene Filterstreifen derjenigen Teilfarbe zugeordnet wird, die bei der betreffenden Lichtfarbe benachteiligt ist; denn da das Licht, das durch die doppelt vorhandenen Filterstreifen fällt, auf dem Film dem gleichen Emulsionsstreifen zugeleitet wird, erhält dieser auch die doppelte Lichtmenge im Vergleich zu dem nur einmal vorhandenen Mittelstreifen.

Für Aufnahmen bei Tages- und Bogenlicht, in dem das Blau stärker vertreten ist, wählt man daher die schon beschriebene Anordnung mit doppelter Belichtung des Grünauszuges, während für Nitralicht die umgekehrte Anordnung in Frage kommt, bei der ein Gelbstreifen in der Mitte zwischen zwei Purpurstreifen liegt. Schließlich sind noch zwei Vorteile zu nennen, die sich besonders gegenüber dem gewöhnlichen Linsenrasterfilm mit Rot-Grün-Blaufilter geltend machen: Durch die symmetrische Anordnung des Filters wird erstens der Einfluß der Objektiv-Vignettierung verringert und zweitens die farbige Tiefenunschärfe unauffälliger gemacht. Als Vereinfachung gegenüber dem gewöhnlichen Bipackverfahren kommt ferner hinzu, daß die sonst stets zwischen Front- und Rückfilm angeordnete Filterschicht fehlen kann. Beim Linsenraster-Zweipack ist sie nicht mehr nötig, denn das

aus dem Filter austretende Strahlengemisch enthält Blau und Rot nur noch im Verhältnis 1 : 3, so daß die Absorption des noch vorhandenen Blau durch die Emulsionsschicht des Frontfilms bereits hinreicht, um es für den Rückfilm unschädlich zu machen.

2. Der Frontfilm. Der Frontfilm trägt ein Raster aus Zylinderlinsen, die in der Längsrichtung des Films verlaufen. Die einzelne Rasterlinse besitzt zur Zeit eine Breite von ungefähr  $43 \mu$ . Bei dem früheren Agfacolor-Schmalfilm [4,5] nach dem Linsenrasterverfahren war bekanntlich eine Rasterbreite von nur  $28 \mu$  gewählt worden, so daß von einer Rasterstruktur im projizierten Bilde praktisch nichts zu sehen war. Mit der um nur 54% größeren Rasterbreite von  $43 \mu$  lassen sich daher beim Normalfilm, dessen Bild linear rund doppelt so groß ist wie das Schmalfilmbild, erst recht genügend scharfe Aufnahmen erzielen. Die größere Rasterbreite kommt dem Auflösungsver-

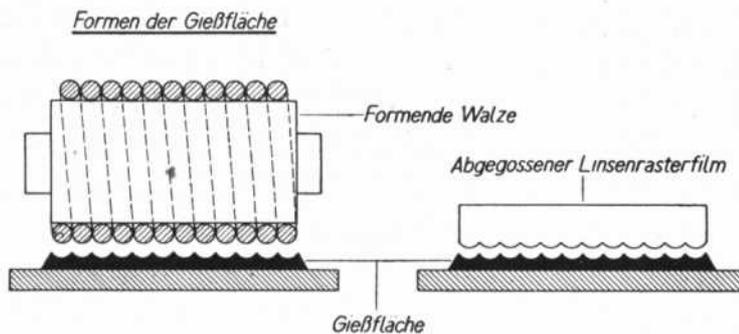


Abb. 4. Herstellung von Linsenrasterfilm durch Abgießen von einer geprägten Gießfläche.

mögen der Emulsion zu gute und damit dem Farbtrennungsvermögen, von dem die Farbsättigung des Bildes abhängt.

Das Linsenraster wird nach dem Abgießverfahren hergestellt (Abb. 4), d. h. es wird zunächst eine mit sehr dünnem Draht bewickelte Walze auf einer plastischen Unterlage abgeprägt und von dieser Unterlage dann der gerasterte Schichtträger abgegossen. Dieses Verfahren hat gegenüber dem sonst vielfach angewendeten Verfahren der nachträglichen Prägung des fertigen Films den Vorteil, daß Linsen von sehr glatter Oberfläche entstehen, und daß die Qualität des Rasters an einem Probeabguß vorher genau festgestellt und danach fortlaufend reproduziert werden kann.

Der Frontfilm trägt ferner eine graue Anfärbung von der Transparenz 0,66, d. h. es werden etwa 34% des Lichtes absorbiert. Diese Anfärbung ist nötig, um den Lichthof zu vermeiden [6]. Da man den Frontfilm durch den Schichtträger hindurch belichtet, wird von den beleuchteten Stellen der Schicht ein Teil des Lichtes (etwa 50%) gegen den Schichtträger und von dort in verschiedener Weise auf die Schicht zurückgeworfen. Diejenigen Strahlen nun, die nahezu parallel dem einfallenden Strahl zurücklaufen, treten zum

größten Teil wieder aus dem Schichtträger in die Luft aus, sind also un-  
schädlich. Solche Strahlen jedoch, die unter dem Winkel der Totalreflexion  
(und flacher) zurücklaufen, werden wieder auf die Emulsionsschicht ge-  
worfen und erzeugen hier einen Lichthof. Rings um

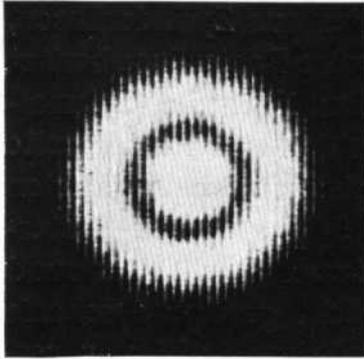


Abb. 5. Form des Lichthofes beim Linsenrasterfilm (ohne Lichthofschutz aufgenommen).

den Punkt, an dem der primär einfallende Strahl die Schicht trifft, gibt es also ein Gebiet, in dem es praktisch keinen Lichthof gibt (Abb. 5). Dann setzt mit einer scharfen Grenze der durch Totalreflexion bedingte Lichthof ein, der nach außen hin langsam wieder abnimmt. Der dem Grenzwinkel der Totalreflexion entsprechende Strahl trifft wieder auf die Schicht an einer Stelle, die bei einem Brechungsindex des Filmmaterials von ungefähr  $n = 1,5$  um etwa die Filmdicke vom Eintrittspunkt des Lichtstrahls entfernt ist. Es ist besonders darauf hinzuweisen, daß die durch das Raster entstehende Unsymmetrie des Lichthofes nur unbedeutend ist, da die Linsen nur sehr flach

sind. Die genannte leichte Anfärbung des Schichtträgers hat nun die Wirkung, daß die stark seitwärts reflektierten Strahlen wegen ihres längeren

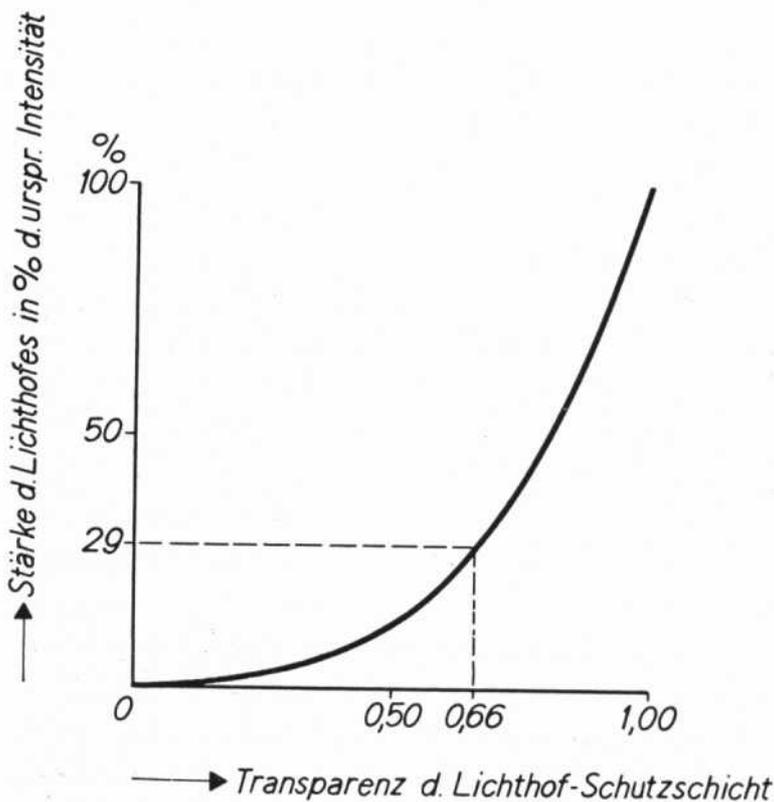


Abb. 6. Abhängigkeit der Intensität des Lichthofes von der Anfärbung des Schichtträgers.

Weges durch den angefärbten Teil hindurch erheblichstärker geschwächt werden als die direkt einfallenden Strahlen. Ist  $d$  die Dicke der Schicht und  $n$  der Brechungsindex des Schichtträgers, so hat die Länge des Weges, den der Lichtstrahl vom ersten Auftreffen auf die Schicht bis zum Wiederauftreffen nach der Reflexion zurückzulegen hat, den Wert  $W = 2n \cdot d$ ; für  $n = 1,5$  ist  $W = 3d$ . Abb. 6 zeigt die Abhängigkeit der Intensität des Lichthofes von der Stärke der Anfärbung, die durch die Schwächung des direkt einfallenden Lichtes bis zum ersten Auftreffen auf die Schicht

gegeben ist. Es geht daraus hervor, daß eine Anfärbung, die 66% des primär einfallenden Lichtes durchläßt, den Lichthof an der Grenze der Totalreflexion auf 29% der ohne Lichthofschutz vorhandenen Stärke herabdrückt.

Die Emulsion des Frontfilms ist derjenigen des früheren Agfacolor-Schmalfilms mit Linsenraster ähnlich, im übrigen aber auf den neuesten Stand der Emulsionstechnik gebracht. Es sind zwei Gründe, die dazu geführt

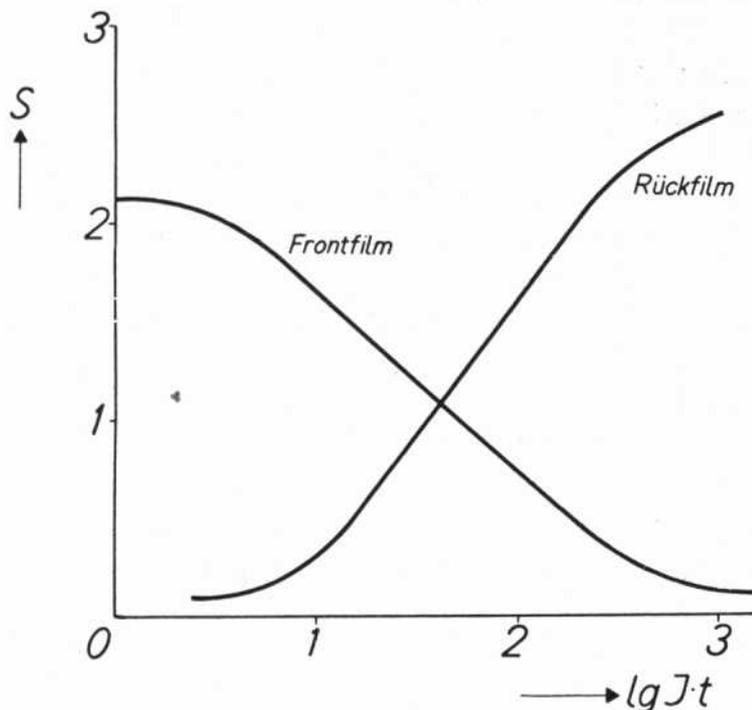


Abb. 7. Schwärzungskurven des Pantachrom Front- und Rückfilms.

haben, diese Emulsion als Umkehremulsion auszubilden. Einerseits verlangt, wie später noch dargelegt wird, das Kopierverfahren eine zum Positiv entwickelte Vorlage, so daß es vorteilhaft ist, die Aufnahmen durch Umkehrentwicklung sofort zum Positiv umzuwandeln; andererseits bringt die Umkehrentwicklung mit den bei Farbrasteraufnahmen seit je gern verwendeten ammoniakhaltigen Entwicklern eine Erhöhung der Kontraste unter den Rasterlinien mit sich, durch die solche Farbverluste etwas kompensiert werden, die durch Lichtstreuung in der Emulsionsschicht bedingt sind. Diese auf dem Nachbareffekt [7] beruhende Erhöhung des Kontrastes wirkt sich nur bei sehr nahe beieinander liegenden Schichtstellen aus, so daß tatsächlich nur die Kontraste der unmittelbar nebeneinander liegenden Rasterlinien verstärkt werden, nicht dagegen der normale Bildkontrast zwischen weiter auseinander liegenden Stellen des Bildes. Den Verlauf der Schwärzungskurve des Linsenraster-Frontfilms zeigt Abb. 7.

3. Der Rückfilm wird im Gegensatz zum Frontfilm nur zum Negativ entwickelt. Die Schwärzungskurve des Materials zeigt die Abb. 7. Der Schichtträger ist ebenfalls mit einer Anfärbung versehen, die als Lichthofschutz für das die Schicht durchdringende Licht dient. Die Empfindlichkeiten des Front- und Rückfilms sind so aufeinander abgestimmt, daß sie bei Kohlebogenlicht und auch noch bei dem nicht erheblich davon abweichenden Tageslicht hinreichend zueinander passen. Die noch vorhandenen Differenzen lassen sich im Kopierprozeß ohne Schwierigkeiten ausgleichen.

4. Die Empfindlichkeit. Bei allen Farbenverfahren ist die Frage der Empfindlichkeit von vordringlicher Wichtigkeit, da diese grundsätzlich geringer ist als die der besten Schwarz-Weiß-Filme. Das ist jedoch nicht zu ändern, denn in der Schwarz-Weiß-Photographie werden ja alle drei Spektralgebiete zusammen zum Aufbau eines einzigen Bildes ausgenutzt. Bei der Farbaufnahme dagegen muß jedes dieser Spektralgebiete gesondert aufgezeichnet werden, so daß die Empfindlichkeit günstigsten Falles, von allen sonstigen Eigenarten des betreffenden Verfahrens abgesehen, etwa ein Drittel derjenigen des höchstempfindlichen panchromatischen Aufnahmefilms betragen kann. Alle Anordnungen aber, die zur Gewinnung der drei Teilfarbenaufzeichnungen erforderlich sind, bedingen weitere Empfindlichkeitsverluste, sei es durch Strahlenteilung mittels teilweise durchlässiger Spiegel, sei es durch davorliegende Emulsionsschichten, oder schließlich durch Filter, wie auch bei dem vorliegenden Verfahren. Immer wird es dabei auch eine Schicht geben, die besonders benachteiligt ist, so daß die Gesamtempfindlichkeit des Systems geringer ist, als der höchstempfindlichen Teilschicht entsprechen würde. Im vorliegenden Falle ist die Empfindlichkeit durch den Frontfilm gegeben, der als Linsenrasterfilm ein besonders gutes Auflösungsvermögen erfordert, was bisher nur bei Einhaltung einer bestimmten Körnigkeit zu erzielen ist, so daß sich die Empfindlichkeit nicht mit den sonst üblichen Mitteln beliebig steigern ließ.

Die Empfindlichkeit in DIN-Graden anzugeben ist natürlich nicht möglich. Um trotzdem eine angenäherte Vorstellung von der praktischen Aufnahmeempfindlichkeit des vorliegenden Farbverfahrens zu geben, möge die Angabe dienen, daß mit den zur Zeit benutzten Emulsionen ohne besondere Übersensibilisierung mit einem Objektiv von der Öffnung  $f : 2$  bei einer Beleuchtungsstärke von etwa 6—7000 Lux bei Kohlebogen- oder Tageslicht aufgenommen werden kann. Um einen Anhaltspunkt zu geben, sei erwähnt, daß Sonnenlicht etwa einer Beleuchtungsstärke von 90000 Lux entspricht.

5. Aufnahmegerät. Für die Aufnahme des Linsenrasterzweipacks ist die Verwendung einer für Bipackfilm eingerichteten Kamera erforderlich. Hierfür stehen mehrere Apparatetypen zur Verfügung. Schon bei Versuchen mit gewöhnlichem Bipackfilm für zweifarbige Wiedergabe hat es sich allerdings gezeigt, daß nicht alle Geräte in dieser Beziehung gleichwertig sind.

Der Vorgang der Ausrichtung der beiden übereinanderliegenden Filme ist recht komplexer Art; es ist nicht einfach damit getan, daß der zur Ausrichtung der beiden Filme dienende Justiergreifer genügend stark ist, um zwei nicht genau übereinanderliegende Filme soweit zu verschieben, bis sie sich decken. Die für den Ausrichtvorgang zur Verfügung stehende Zeit ist nämlich nur sehr kurz, und das Filmmaterial gegen Verformung nur begrenzt widerstandsfähig. Aus diesem Grunde ist es wichtig, daß die Filme in dem Augenblick, in dem der Justiergreifer in Funktion treten soll, bereits im wesentlichen ausgerichtet sind, so daß der Justiergreifer nur noch geringfügige Verschiebungen auszugleichen hat. Es hat sich gezeigt, daß hierfür besonders diejenigen Geräte geeignet zu sein scheinen, bei denen der Film-  
lauf ohne jede seitliche Verschränkung oder Versetzung erfolgt.

Von großer Wichtigkeit für die Erzielung einer ausreichenden Schärfe auf dem Rückfilm ist naturgemäß der Druck, mit dem die Schichten des Front- und Rückfilms aufeinandergepreßt werden. Wird der Andruck zu stark gewählt, so besteht die Gefahr, daß die Justiergreifer nicht mehr in der Lage sind, die Reibung der Filme gegeneinander zu überwinden, so daß Fehler in der Deckung der Konturen auftreten. Bei zu losem Andruck arbeiten die Justiergreifer zwar besser, die Schärfe des Rückfilms sinkt aber dementsprechend ab, so daß man darauf angewiesen ist, ein Optimum herauszusuchen, das am besten durch besondere Versuche ermittelt wird, da die mechanischen Verhältnisse von Kamera zu Kamera sehr verschieden sind.

Die Verwendung des Bipackfilms setzt Spezialkassetten voraus, für die es eine Reihe von Konstruktionen gibt. In diesem Zusammenhang sei eine Spezialkonstruktion erwähnt, die sich infolge ihrer gedrungenen Form unter manchen Verhältnissen besser eignet als die bisweilen etwas sperrigen Doppelkassetten. Sie ist in Abb. 8 wiedergegeben. Front- und Rückfilm werden hier Schicht gegen Schicht von vornherein übereinander gewickelt, so daß sich auf der Ablaufseite nur eine einzige Rolle befindet, wie auch auf der Aufwickelseite beide Filme wieder zusammen aufgewickelt werden. Ohne besondere Vorsichtsmaßregeln würde nun aber der außenliegende Film mit der Zeit eine Schleife bilden, die zu Störungen Anlaß geben kann, und auch auf der anderen Seite würde mit steigender Bewicklung der Aufwickelrolle der innenliegende Film wieder eine Schleife mit gleicher Wirkung bilden. Läßt man jedoch die Filme an zwei einander gegenüberliegenden Stellen ablaufen, so sind sie bei genau gleicher Filmdicke vollkommen gleichberechtigt, d. h., es gibt keinen außenliegenden und keinen innenliegenden Film. Infolgedessen kann auch keiner der beiden Filme eine Schleife bilden. Sind die Filmdicken einander nicht gleich, so müssen die Ablaufstellen entsprechend von der Durchmesserlage abweichen und gegeneinander versetzt sein, oder aber es wird durch einen gefederten Spannhebel dafür gesorgt, daß die noch vorhandenen Unterschiede ausgeglichen werden. Abb. 8 zeigt eine solche Kassette in der geschilderten Form. Es verdient vielleicht hervor-

gehoben zu werden, daß eine derartige Konstruktion den Doppelkassetten gegenüber den Vorteil geringeren Störgeräusches besitzt, da ein Teil der sonst erforderlichen Antriebsmechanismen fortfällt.

6. Aufnahmetechnik. Für die Abstimmung auf die verschiedenen in Frage kommenden Lichtarten (Kohlebogen-, Tages-, Nitralicht) besteht entweder die übliche Möglichkeit der Vorsatzfilter oder aber diejenige der Veränderung der Streifenlänge der Streifenfilter; welche Abstimmungsart



Abb. 8. Bipackkassette mit übereinander gewickelten Filmen.

gewählt wird, hängt von den Umständen ab und ist bis zu einem gewissen Grade in das Belieben des Kameramannes gestellt.

Die Art der verwendeten Kohlen ist ebenfalls nicht streng vorgeschrieben. Für die zur Zeit bestehende Sensibilisierung werden mit Vorteil Reinkohlen (Siemens-Plania Vollgrün SS-Kohlen) benutzt. Diese Kohlensorte dürfte sich schon aus dem Grunde empfehlen, weil sie dem Tageslicht am nächsten kommt. Die Beurteilung der Farben wird durch Änderung der Lichtfarbe bekanntlich erheblich erschwert. Möglichst genaue Anpassung an das Tageslicht wird nicht nur jede unnötige Schwierigkeit in dieser Beziehung vermeiden, sondern auch die Schminktechnik vereinfachen, weil

sie für Kunstlicht und Tageslicht in gleicher Weise durchgeführt werden kann. Allgemein gilt, daß man die heute übliche Schminktechnik für Schwarz-Weiß-Filme ganz aufgeben muß. Als die beste Schminkart hat sich diejenige erwiesen, bei der die Farben bei Tageslicht möglichst natürlich oder höchstens im ganzen etwas vertieft erscheinen, ohne daß irgendeine Farbe vorherrscht.

Die Beleuchtung der aufzunehmenden Szene muß im allgemeinen weicher als beim bisherigen Schwarz-Weiß-Film sein, bei dem ein gewisser durch die Beleuchtung geschaffener Kontrast das wesentlichste Mittel zur Erzielung der erforderlichen Plastik ist. Diese wird aber beim Farbfilm in viel stärkerem Maße durch die Farbe (besonders vielleicht durch die farbigen Schatten) erzielt, so daß man unter Umständen bei ganz weicher Beleuchtung nur durch die Farbe allein starke Plastik des Bildes erzielen kann. Im ganzen genommen empfiehlt es sich jedoch nicht, hier allzu viele Regeln anzugeben, da sich freie Praxis und künstlerischer Wille erfahrungsgemäß bald genug von ihnen lösen.

7. Entwicklung. Wie schon erwähnt, wird der Frontfilm einer Umkehrentwicklung unterworfen, während der Rückfilm zum Negativ entwickelt wird. Der Gammawert, bis zu dem entwickelt wird, richtet sich einerseits nach dem Kopiermaterial, andererseits ist er bis zu einem gewissen Grade durch die angestrebte Wirkung bedingt. Es sei erwähnt, daß für den derzeit in Gebrauch befindlichen Kopierfilm der Frontfilm zu einem Gamma von 0,9, der Rückfilm zu einem solchen von 1,4 entwickelt wird.

## II. Die Herstellung der Kopie.

### a) Allgemeines.

Wie bereits erwähnt, ist auch der Kopierfilm nicht nach einem einheitlichen Verfahren aufgebaut, sondern aus zwei verschiedenen Verfahren in besonders geeigneter Weise zusammengestellt. Der Film ist auf beiden Seiten begossen und trägt auf der dem Rückfilm entsprechenden Seite eine mit einem auswaschbaren gelben Schirmfarbstoff begossene, nicht sensibilisierte Emulsion. Diese Schicht wird in der üblichen Weise unter dem Rückfilmnegativ im Kontakt kopiert, entwickelt, fixiert, gewässert und in der für den zweifarbigen Agfa-Dipofilm [8, 9] bekannten Weise durch Schwimmenlassen in langen Kufen der üblichen Eisenblautonung unterworfen. Das hierdurch entstehende Bild hat den für ein Dreifarbenbild erforderlichen etwas grünlichen Blauton. Die Emulsion zeigt gegenüber derjenigen des früheren Dipofilms bessere Feinkörnigkeit. Damit ist gleichzeitig ein Problem gelöst, das beim Farbfilm häufig nur schwer oder auf komplizierte Weise zu lösen ist: Die Aufbringung des Tonestreifens. Die meisten unserer organischen Farbstoffe sind im Infrarot, dem Hauptempfindlichkeitsgebiet der Photozellen, ganz oder teilweise durchlässig [10], so daß der Aufbau der

Tonspur aus den Farbstoffen des eigentlichen Farbbildes auf Schwierigkeiten stößt. Meistens ist man dann gezwungen, eine Tonspur aus Silber zu verwenden, was aber stets besondere Maßnahmen erfordert und den Prozeß der Fertigstellung umständlicher macht. Im vorliegenden Falle dagegen wird die Tonspur in der üblichen Weise auf die für den Rückfilm bestimmte Schicht des Kopierfilms kopiert und mit diesem zusammen blaugetont. Das entstehende Eisenblaubild ist für Abtastung mit infrarotem Licht gut geeignet; die Herstellung der Tonspur erfordert also nicht die geringste zusätzliche Maßnahme.

Obwohl die Kopiervorlage für die andere Seite des Kopierfilms, die die gelbe und purpurne Schicht trägt, ein Linsenrasterfilm ist, wird dieser ebenfalls im Kontakt kopiert. Dadurch entfallen alle beim Linsenrasterfilm sonst gefürchteten Kopierschwierigkeiten, und es ist lediglich darauf zu achten, daß das Kopierlicht unter bestimmten Winkeln auf das Kopierfenster auffällt, eine Bedingung, deren Erfüllung keine besonderen Schwierigkeiten mit sich bringt.

#### b) Technische Einzelheiten.

1. Der Kopierfilm. Die doppelt begossene Seite des Kopierfilms, auf die der Linsenrasterfilm kopiert wird, arbeitet nach dem Silberfarbbleichverfahren [2]. Dieses von SCHWEITZER 1914 [11] erstmalig beschriebene Verfahren, das in der Öffentlichkeit hauptsächlich durch die weiterführenden Arbeiten B. GASPARS [12] bekannt geworden ist, verwendet einen Film, der die zum Aufbau des Bildes erforderlichen Farbstoffe bereits enthält. Jeder Farbstoff ist einer besonderen Schicht zugesetzt. Um Störungen durch unerwünschtes Wandern der Farbstoffe zu verhindern, werden die Farbstoffe mit solchen Mitteln behandelt, die in wäßriger Lösung die Farbstoffe ausfällen. Dadurch, daß das Fällmittel in Gegenwart der als Schutzkolloid wirkenden Gelatine zugesetzt wird, wird erreicht, daß die Größe der entstehenden Teilchen unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze bleibt, jedoch ausreichend, um ein Wandern durch die Poren der Gelatine nach dem Erstarren zu verhindern [13]. Nach Belichtung, Entwickeln und Fixieren der außerdem noch in der Schicht enthaltenen Bromsilberemulsion wird das in den Farbschichten entstandene Silberbild in ein Bleichbad gebracht, das den Farbstoff an den silberhaltigen Stellen und nur an diesen zerstört. Dabei wird ein Teil des Silbers verbraucht, der noch verbleibende Rest wird nachträglich entfernt. Aus dem Gang des Bleichprozesses ergibt sich, daß im Kopierfilm ein Silbernegativ erzeugt werden muß, wenn die Kopie ein Positiv ergeben soll. Daraus folgt die oben erwähnte Notwendigkeit, den Frontfilm durch Umkehrentwicklung zum Positiv zu entwickeln, was jedoch ohnehin bei Rasterfilmen infolge des damit verbundenen höheren Auflösungsvermögens nur von Vorteil sein kann.

Eine Besonderheit des Films ist die Art der Sensibilisierung (Veröff. Agfa

Bd. IV, S. 181). Um ein vollständiges Durchbleichen der Schichten, wie man es für reine Weißen benötigt, zu erzielen, ist es erforderlich, daß das Silberbild bis zum Grunde der Schicht hinabreicht. Die in den Schichten vorhandenen Farbstoffe, deren Dichte erheblich sein muß, wenn ein ausreichendes Schwarz erzielt werden soll, stehen dieser Forderung entgegen, wenn die Kopierlichtfarbe komplementär der Schichtfarbe gewählt wird, wie das zunächst naheliegen könnte. Ist man es doch von vielen Farbenverfahren her gewohnt, daß etwa dem Gelbbild blaues, dem Purpurbild grünes Licht zugeordnet ist. Dieses Licht wird aber gerade von dem Schichtfarbstoff absorbiert, so daß es nur ganz oberflächlich in die Schicht eindringen kann. Um dem zu begegnen, muß man die Schichtempfindlichkeit in ein Spektralgebiet legen, in dem der Schichtfarbstoff lichtdurchlässig ist. Die Gelbschicht kann demgemäß im Rot oder Grün, die Purpurschicht im Rot oder Blau empfindlich sein. Natürlich muß das Empfindlichkeitsgebiet für die zu unterst liegende Schicht außerdem so gewählt werden, daß die darüberliegende Schicht dieses Licht auch durchläßt. Aus diesem Grunde ist für die Anordnung der beiden Schichten in diesem Falle eine solche gewählt, bei der die gelbgefärbte, untenliegende Schicht für rotes Licht empfindlich ist, das auch von der darüber liegenden, nur blauempfindlichen Purpurschicht, wie es das Schema zeigt, durchgelassen wird.

Schema des Aufbaues des Pantachrom-Kopierfilms (Tripofilm).

	Bildfarbstoff	Empfindlichkeit und Kopierlichtfarbe
Doppelschichtseite für den Frontfilm	Purpurner Bildfarbstoff	Blau
	Gelber Bildfarbstoff	Rot
Schichtträger		
Einschichtseite für den Rückfilm	Gelber Schirmfarbstoff, Eisenblautönung	Blau

Aus dieser Verteilung der Empfindlichkeitsgebiete geht hervor, daß die Farbe des Kopierlichtes dem angepaßt werden muß, d. h., es muß der Blauauszug, der für die rot empfindliche Gelbschicht bestimmt ist, mit rotem Licht kopiert werden, während der für die blauempfindliche Purpurschicht bestimmte Grünauszug mit blauem Licht zu kopieren ist. Die Kopierlichtfarbe ist also gegenüber der Aufnahme Lichtfarbe abgeändert.

2. Der Kopiervorgang. Wenn die Teilfarbenauszüge einzeln vorliegen, ist die Vertauschung der Filter natürlich ohne Schwierigkeiten vorzunehmen. Es zeigt sich aber, daß auch der Linsenraster-Frontfilm, der zwei Teilauszüge

enthält, diese Anforderung ohne jede Schwierigkeit erfüllt. In Abb. 9a ist das Schema der Aufnahme des Linsenraster-Frontfilms gezeigt. Die auf den Film auffallenden Strahlenbündel sind vollständig durch den Abstand vom Film und durch die Größe des virtuellen Bildes des Aufnahmefilters definiert. Die Bilder der einzelnen Filterteile finden sich in den Aufzeichnungen unter jeder einzelnen Rasterlinse wieder; blendet man daher z. B. die seitlichen Filterstreifen ab, so wird der Mittelteil des Filters unter allen Umständen den Blauauszug durchleuchten, wenn der Film nach der Entwicklung wieder in die gleiche Lage gebracht wird, in der er sich bei der

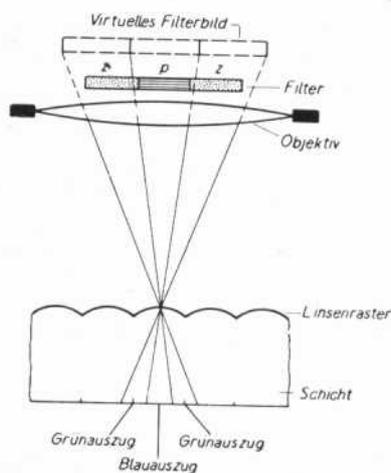


Abb. 9a. Aufnahme

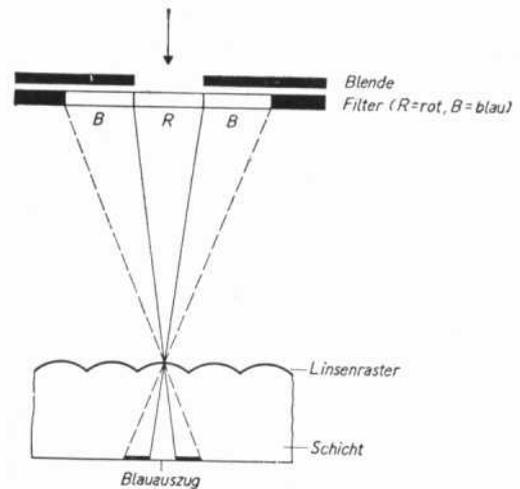


Abb. 9b. Kopiervorgang.

Zuordnung der Teilauszüge beim Pantachrom-Kopierprozeß.

An die Stelle des virtuellen Bildes bei der Aufnahme (a) mit den Farbstreifen *zpz* tritt beim Kopieren (b) die Filterblende *BRB*.

Aufnahme befand. Das gleiche ist auch dann noch der Fall, wenn nicht mehr das Aufnahmeobjektiv zur Beleuchtung des Films verwendet wird, sondern eine einfache Lochblende, deren Öffnungen nur nach Abstand vom Film und nach Größe genau den entsprechenden Werten des virtuellen Filterbildes bei der Aufnahme gleichen müssen (Abb. 9b). Bei dieser rein geometrisch-optischen Zuordnung, bei der die Farbe keinerlei Bestimmungsstück mehr darstellt, ist es daher auch ganz gleichgültig, ob die Durchleuchtung des Blauauszuges mit blauem Licht wie bei der Aufnahme erfolgt oder mit rotem Licht, wie es gemäß der Rotempfindlichkeit der Gelbschicht sein muß. Der Blauauszug wird auf jeden Fall durchleuchtet, wenn nur die oben geschilderten Lage- und Breitebeziehungen stimmen. Entsprechendes gilt für den Grünauszug. Das Kopieren erfolgt ohne die in Abb. 9b gezeigte Blende durch alle drei Filterflächen gleichzeitig.

3. Die Kopiermaschine. Aus den angegebenen Prinzipien ergibt sich der Aufbau der Kopiermaschine. Diese ist grundsätzlich eine Kontaktkopiermaschine, und es ist nur eine Sache der Arbeitsgeschwindigkeit, ob man

eine der vom Zweifarbenfilm her bekannten doppelseitigen Kopiermaschinen verwenden (Abb. 10) oder sich mit einer gewöhnlichen Kontakt-Kopiermaschine begnügen will, bei der dann allerdings Frontfilm und Rückfilm nacheinander kopiert werden müssen. Das setzt dann die Möglichkeit voraus, den Justiergreifer beim Übergang von der einen Seite zur anderen so umzusetzen, daß der voll ausfüllende Justierstift jedesmal in das gleiche Perforationsloch des Kopierfilms eingreift. Die Anordnung der Lichtquelle für den Rückfilm kann von den bisherigen Einrichtungen übernommen werden, ebenso auch die Mittel zu ihrer Steuerung. Schwieriger steht es mit der Lichtsteuerung für den Frontfilm, da die in diesem enthaltenen beiden Teilauszüge

getrennte Steuerungen verlangen. Das auf den Frontfilm auffallende Kopierlicht muß ja nach den früheren Darlegungen durch eine Blende geleitet werden, die in der Mitte einen Streifen mit einem Rotfilter für die Belichtung der rotempfindlichen Gelbschicht enthält und auf jeder Seite eine Öffnung, die mit einem Blaufilter für die Belichtung der blauempfindlichen Purpurschicht ausgefüllt ist. Diese Blende, die um den Abstand des virtuellen Filterbildes bei der Aufnahme von dem Film entfernt sein muß, wird gewöhnlich in der Nähe des bei den Kopiermaschinen gebräuchlichen Kondensors stehen. Die Änderung des Kopierlichtes durch Abstandsänderung ist bei dieser Anordnung nicht möglich. Soll mit Widerstandsänderung gearbeitet werden, so muß unmittelbar hinter jeder Blendenöffnung eine

gesonderte Lichtquelle stehen, doch empfiehlt sich auch die Widerstandsänderung nicht so sehr, weil sich hierdurch die Farbe der Lampe und damit ihre Wirksamkeit für die verschiedenen Teilfarben in verschiedener Weise ändert. Am übersichtlichsten sind die Verhältnisse, wenn man die in Abb. 11 veranschaulichte Anordnung wählt. Hierbei sind die Blendenöffnungen mit einem Gitter versehen, das aus gleichbreiten, undurchsichtigen Blechen mit gleichbreiten durchsichtigen Zwischenräumen besteht. Über diesem feststehenden Gitter liegt ein verschiebbares Gitter von genau den gleichen Maßen. Die Lichtdurchlässigkeit kann auf diese Weise durch geringfügige mechanische Verschiebungen des beweglichen Gitters in beträchtlichem Umfange geändert werden. Die dabei zu bewegenden Massen sind so gering, daß diese Einstellung durch den Film selbst vorgenommen werden könnte. Besser noch bewährte sich jedoch ein gesonderter Steuerstreifen, der von den bisher üblichen abweicht [14]. Während sonst für die Stärke des Lichtes der Abstand der Marke von der Kante des Steuerstreifens maßgebend ist, ändert sich hier (Abb. 12) der Abstand vom Rand für eine Teilfarbe über-

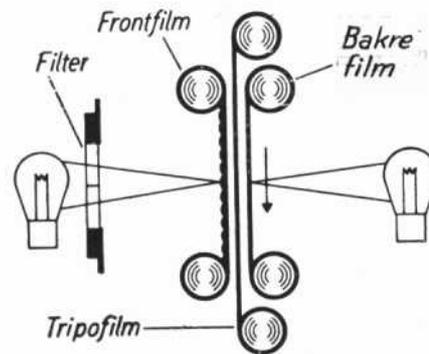


Abb. 10. Schema des doppelseitigen gleichzeitigen Kopierens beim Pantachromverfahren.

haupt nicht, sondern es ist für jede Teilfarbe eine Längsreihe  $G_n$ ,  $R_n$ ,  $B_n$  vorgesehen, und die Stärke des Lichtes wird durch den Abstand der Marken  $G_n$ ,  $R_n$ ,  $B_n$  von einer Linie  $A_n$  gegeben, die quer über den als Steuer-

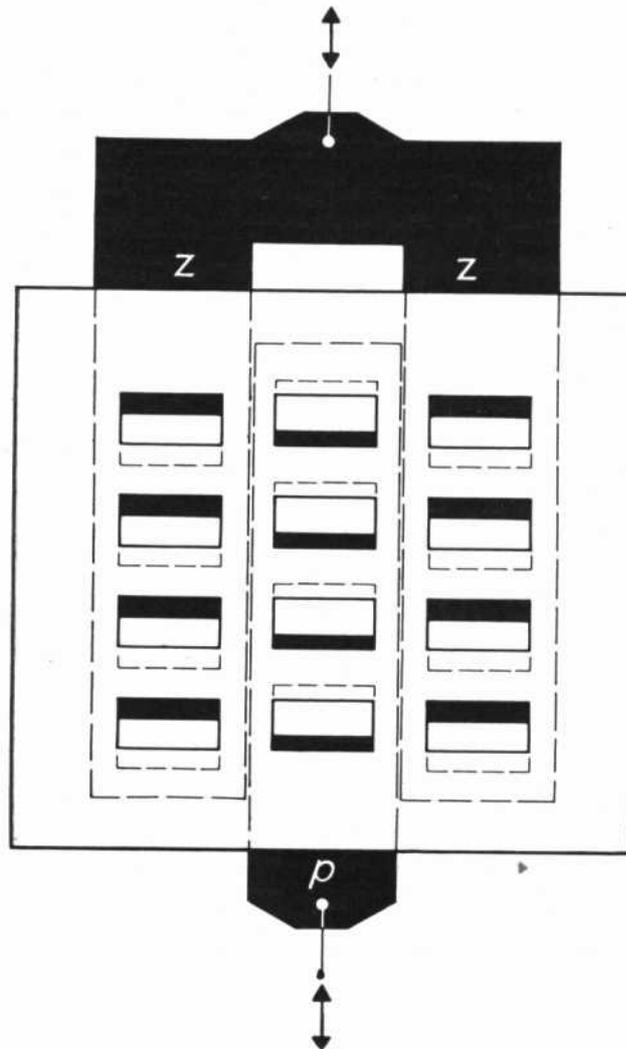


Abb. 11. Gitterblende für die Steuerung des Kopierlichtes beim Pantachromverfahren. Die Blende  $z$  steuert das Licht für den Grünauszug, die Blende  $p$  dasjenige für den Blauauszug.

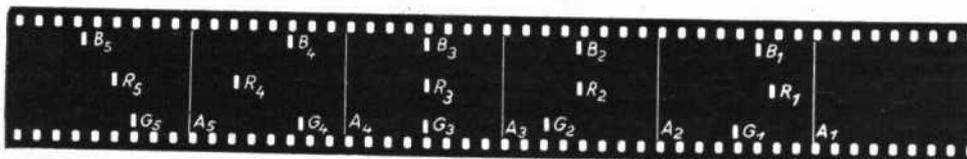


Abb. 12. Lochstreifen für die Steuerung des Kopierlichtes bei drei Grundfarben.

streifen verwendeten Film verläuft. Diese Linie  $A_n$  ist dadurch gegeben, daß ein Greifer den Steuerstreifen jedesmal um einen konstanten Betrag transportiert, der der Höhe zweier Filmbilder entspricht. Dieses System erlaubt

es im übrigen, noch eine Reihe weiterer Größen zu steuern, wie z. B. das Einschalten von Vorsatzlinsen für andere Filterabstände und dergleichen.

Um die beiden Teilfilme konturenrichtig genau übereinander zu bringen, ist es wichtig, daß der Justiergreifer in ähnlicher Weise arbeitet, wie das für die Aufnahme beschrieben wurde. Der Idealzustand wäre wohl derjenige, bei dem der Justiergreifer in ein Loch greifen würde, das in der Höhe der Mitte des aufzunehmenden Bildes liegen würde. Das ist jedoch bei den gebräuchlichen Kameras nicht üblich, sondern dort befindet sich das Sperrgreiferloch gewöhnlich unter dem Bildfenster. Es ist dann am besten, wenn auch bei der Kopiermaschine die gleiche Stelle gewählt wird. Einen größeren Abstand vom Bildfenster zu wählen, ist nicht zu empfehlen, da sonst bereits Schrumpfungsbeträge, die weit innerhalb der nach den Normen zugelassenen Toleranzen liegen, zu Verschiebungen in der Konturendeckung führen können.

4. Die Festlegung der Kopierbedingungen. Bei der Herstellung von Farbenfilmen ist die vorangehende Anfertigung von Probelichtungen von besonderer Wichtigkeit, denn hier kommt es ja nicht nur darauf an, die richtige Belichtung für ein Teilbild zu gewinnen, sondern es müssen drei Teilbilder auf neutrales Grau abgestimmt werden, und außerdem muß noch die richtige Dichte dieses Grauwertes gefunden werden. Da die Gesamtzahl der anzufertigenden Probestufen gleich der dritten Potenz der für ein Teilbild gewählten Stufenzahl sein müßte, wenn man wirklich alle möglichen Kombinationen tatsächlich herstellen wollte, würde man zu unbequem hohen Zahlen von Abstimmungsstufen gelangen. Um das zu vermeiden, kann man zwei verschiedene Wege einschlagen. Der erste gründet sich auf die Erfahrungstatsache, daß für die Gesamtdichte das Blaugrünbild einen recht guten Anhaltspunkt gibt, insbesondere bei Betrachtung des Bildes durch ein komplementäres Rotfilter. Man kann daher zunächst einen kurzen Probestreifen anfertigen, der nur Stufenbelichtungen auf der Blaugrünseite enthält, und hiernach ein Bild aussuchen, das in der Dichte ungefähr richtig ist. Der zweite Probestreifen wird dann mit einer durchgehenden Belichtung des Blaugrünbildes nach dieser Probe durchgeführt, und hierzu werden dann nun nur noch die Purpurschicht und die Gelbschicht gestuft, wodurch sich Arbeit und Materialverbrauch bereits erheblich vermindern.

Die andere Möglichkeit beruht darauf, die Dichte einer gleichzeitig mit aufgenommenen Grauskala oder auch nur einer einzelnen Graufäche in den drei Teilbildern auszumessen und hiernach und nach den empirisch für die richtige Belichtung der Grauskala gefundenen Daten das wahrscheinliche Kopierlicht zu bestimmen. Für die ersten Musterkopien reicht diese Belichtung unter Umständen schon aus. Für die Feinabstimmung ist aber auf jeden Fall das Gebiet der richtigen Belichtung bereits erheblich eingeengt, so daß man dann mit einer nur noch geringen Zahl von Probelichtungen auskommt.

Für die Ausmessung selbst ist zu bedenken, daß im Frontfilm zwei verschiedene Teilfarben eingeschachtelt sind, die unter Umständen bei leichten

Änderungen der Lichtfarbe bei der Aufnahme oder nicht völlig gelungener Abstimmung verschiedene Dichten haben können. Um sie getrennt messen zu können, empfiehlt es sich, den Linsenrasterfilm vergrößert zu projizieren; gemäß den in den Veröff. Agfa Bd. IV, S. 165, Abb. 12b und S. 171, Abb. 17b gezeichneten Prinzipien wird dabei an derjenigen Stelle, die der Lage des Filters bei der Aufnahme entspricht, eine Blende angeordnet, die jeweils nur eine Teilfarbe durchläßt. Das so vergrößerte Teilbild wird dann mit der Photozelle ausgemessen.

5. Die Fertigstellung der Kopien. Die Fertigstellung der Kopien nach dem Durchgang durch die Kopiermaschine verläuft in zwei Abschnitten: Zuerst wird durch Entwickeln, Fixieren und Wässern in beiden Schichten das Silberbild hergestellt. In diesem Stadium zeigt der Film ein schwarzes Bild auf rotem Grunde. Die Einzelschicht ist noch ungefärbt, der gelbe und purpurne Farbstoff der anderen Seite noch nicht ausgebleicht. Dann kann der Film getrocknet und aufgerollt werden, um später der Weiterverarbeitung zugeführt zu werden; sie kann auf einer getrennten Maschine im gedämpften gelben Licht (wegen der Lichtempfindlichkeit des Blautonungsbades) erfolgen. Die Weiterverarbeitung, die die Umwandlung der 3 Silberbilder in die 3 Farbstoffbilder liefert, kann aber auch ohne Zwischentrocknung unmittelbar anschließend vorgenommen werden, muß dann allerdings, wenn sie im gleichen Raume erfolgt, bei dem für die Entwicklung des Kopierfilms erforderlichen grünen Licht durchgeführt werden.

Es bereitet keine besondere Schwierigkeit, eine der vorhandenen Entwicklungsmaschinen für die Fertigstellung des Kopierfilms herzurichten, falls keine Maschinen für die Verarbeitung des doppelseitig begossenen Dipofilms vorhanden sind. Diese Änderung betrifft die Einfügung der Kufen, in denen der Film einseitig blaugetont wird, in den Verarbeitungsgang. Dies kann in einfacher Weise so geschehen, daß nach dem Fixieren und Wässern der Film in eine Kufe geführt wird, die aus einer einfachen, innen lackierten Eisenschiene besteht und der Länge nach über der Entwicklungsmaschine angebracht ist. Vorteilhafterweise wird der Einlauf in die Kufe in solcher Entfernung angebracht, daß der Film auf dem Wege bis dorthin Zeit hat, beim Durchlaufen eines Trockenrohres mit Warmluft soweit anzutrocknen, daß die schichtfreien Kanten der Perforationslöcher gerade von Feuchtigkeit befreit sind. Diese Vorsichtsmaßregel ist erforderlich, wenn der Film durch die Oberflächenspannung einwandfrei auf der Blautonungslösung schwimmen soll [9]. Für die Durchführung der Tonung steht die ganze Länge der Entwicklungsmaschine und auch noch der Rückweg vom Ende der Maschine bis zur ersten Austrittsstelle des fixierten und noch nicht getonten Films aus der Maschine zur Verfügung. Der Film wird dann an der gleichen Stelle wieder in die Maschine eingeführt, an der er sie zum Tönen nach oben verlassen hatte. Nach einer Zwischenwässerung und nochmaligem Fixieren ist die eigentliche Blautonung beendet, und der Film tritt nun in das Bleichbad,

durch das der Farbstoff auf der doppelt begossenen Seite des Films nach Maßgabe des Silberbildes ausgebleicht wird. Dabei wird jedoch das Silber, das diesen Prozeß einleitet, nicht vollständig verbraucht, sondern es bleibt ein Rest übrig, der noch beseitigt werden muß. Für die Wahl des Silberlösungsmittels, dessen man sich zu diesem Zwecke bedient, war die Erscheinung maßgebend, daß infolge der reduzierenden Eigenschaften des Bleichbades die Tiefe der bereits fertiggestellten Blautonung eine Abschwächung erfährt, die sich jedoch als reversibel erwies. Wird nämlich das noch vorhandene Silber durch Chromsäure entfernt, so wird die Aufhellung des Eisenblaubildes vollständig rückgängig gemacht [15]. Es wird dann vorsichtshalber noch ein Fixierbad eingeschaltet, wodurch sich das Bild noch etwas klärt, und damit ist nach einer abschließenden Wässerung das Bild bereits fertiggestellt. Für die Auswahl der Bildfarbstoffe für die doppelt beschichtete Seite kommen natürlich nur solche Farbstoffe in Frage, die gegen Bichromat beständig sind.

Damit liegt also ein Film vor, der ohne besondere Einrichtungen in jedem Normalfilmprojektor vorgeführt werden kann. Die doppelseitige Beschichtung des Films hat sich bisher nicht als grundsätzlicher Nachteil herausgestellt; die Befürchtung, daß eine Verkratzung des Films sich besonders auffällig zeigen könnte, weil dieser Kratzer wegen des Durchscheinens der nicht beschädigten Gegenseite rot oder blau aussehen müßte, hat sich in der Praxis nicht bewahrheitet. Dagegen konnte festgestellt werden, daß der doppelseitige Beuß eine gewisse erhöhte Feuersicherheit des Films bedeutet.

Es war das Hauptziel unserer Arbeiten, unter Ausnutzung der vorhandenen Einrichtungen solche Verfahren, für die bereits eine gewisse Betriebs Erfahrung vorliegt, in geeigneter Weise so zu kombinieren, daß man zu einer dreifarbigem Wiedergabe gelangt. Für die Aufnahme kombinierten wir das Linsenrasterverfahren mit dem Bipackprinzip, für das Kopierverfahren das Silberfarbbleichverfahren mit dem Dipoprinzip; für den Rotauszug bzw. die Blautonungsseite, die auch zugleich den Tonstreifen trägt, wie es beim Zweifarbenfilm bereits üblich war, hat sich eigentlich überhaupt kaum etwas geändert. Die für das Silberfarbbleichverfahren sonst üblichen Zwischenpositive fallen durch die Anwendung der Umkehrentwicklung für den Linsenrasterfrontfilm weg, und da zudem in diesem Film gleich zwei Teilauszüge vereinigt sind, wird eine erhebliche Fehlerquelle, nämlich die Gefahr des Nichtdeckens der Teilauszüge, in starkem Maße vermindert, so daß die Schärfe der Bilder trotz der Verwendung des Bipackprinzips bei der Aufnahme sich als merklich besser erweist als bei Verwendung von einzelnen Teilnegativen und Zwischenpositiven.

Die Anwendungen in der Praxis, die, vom kurzen Werbefilm ausgehend, über den Kulturfilm dem Spielfilm zustreben, lassen erkennen, daß die Hoff-

nungen, die auf das Verfahren gesetzt wurden, nicht unberechtigt waren. Die am Schluß des Bandes angefügten Bildproben sind nach dem Pantachromverfahren hergestellt worden.

An den Versuchen, die zum Pantachromverfahren geführt haben, waren u. a. die Herren Dr. W. SCHULTZE, Dipl.-Ing. E. FESS und Dr. H. BERGER beteiligt.

### Zusammenfassung.

Es werden Einzelheiten über das Pantachromverfahren, ein neues Dreifarbenverfahren der Agfa, mitgeteilt. Für die Aufnahme wird der Linsenraster-Zweipack verwendet, der als Kombination des gewöhnlichen Bipacks für Zweifarbenaufnahmen mit einem Linsenraster-Frontfilm aufzufassen ist. Als Kopierfilm dient ein doppelseitig begossener Film, der auf der einen Seite die vom gewöhnlichen Dipofilm her bekannte Blautonungsschicht für das Blaugrünbild und den Tonstreifen trägt, während die zweite Seite übereinander eine rotempfindliche Gelbschicht und eine blauempfindliche Purpurschicht enthält, auf die der Linsenrasterfrontfilm Schicht gegen Schicht im Kontakt kopiert wird. Dabei ist lediglich darauf zu achten, daß das Kopierlicht unter bestimmten Richtungen auf den Frontfilm auffällt. Das Verfahren kann sich im wesentlichen der vorhandenen Maschinen für das Zweifarben-Bipackverfahren bedienen und führt zu einem farbigen Film, der ohne besondere Vorrichtungen in jedem beliebigen Projektor vorgeführt werden kann.

### Schrifttum.

1. HEYMER, G., Veröff. Agfa Bd. V. Leipzig 1937. S. 37.
2. HEYMER, G., Veröff. Agfa Bd. IV. Leipzig 1935. S. 177.
3. EGGERT, J., und HEYMER, G., Veröff. Agfa Bd. V. Leipzig 1937. S. 24.
4. HEYMER, G., Veröff. Agfa Bd. IV. Leipzig 1935. S. 151.
5. HEYMER, G., Photogr. Ind. **30** (1932), Heft 48, S. 1199.
6. HESS, DRP. 247923 (1911).
7. STENGER, E. und STAUDE, H., Fortschr. d. Photogr., Leipzig 1938, S. 153.
8. VON BIEHLER, A., Veröff. Agfa Bd. III. Leipzig 1933. S. 221.
9. POHLMANN, G., Kinotechn. Bd. 19 (1937), S. 125.
10. FRÖHLICH, A., Illustrierte Textilztg. **41/42** (14. 10. 1933).
11. SCHWEITZER, F. P. 476213 (1914) F. P. 607638 (1926).
12. GASPAR, B., Z. wiss. Photogr. **34** (1935) S. 119.
13. DRP. 557149 (1930).
14. D. Anm. I 56649.
15. D. Anm. I 60210.