

Zum Stand der Farben-Kinematographie

Von Dipl.-Ing. H. SOCHER und Dr. E. v. OVEN

Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium

der Firma Otto Perutz Trockenplattenfabrik München G. m. b. H.

Eingeg. 20. Januar 1937

Von den beiden Möglichkeiten, die Ausdrucksfähigkeit des Films zu steigern, finden wir seit Jahren den Ton bei fast jedem Film, während das Bild an sich bisher i. allg. noch immer schwarz-weiß ist. In den letzten Jahren ist es jedoch so weit gekommen, daß man einerseits dem Amateur einen bequem zu handhabenden Farbfilm in die Hand geben und andererseits gut kopierfähige Theaterfilme herstellen kann. Einige dieser Verfahren sind so weit ausgebildet, daß ihre Erzeugnisse der Öffentlichkeit übergeben werden konnten.

Unter diesen Verfahren finden sich sowohl additiv wie subtraktiv arbeitende. Der additiven Farbensynthese bedienen sich das Dufay-Color-Verfahren und das Berthon-Siemens-Verfahren, die subtraktive Farbensynthese benutzen das Technicolor-, das Gasparcolor-, das neue¹⁾ Kodachrom- und das neue²⁾ Agfacolor-Farbenfilmverfahren.

Vom Standpunkt des Chemikers aus sind die **subtraktiven Verfahren** von größerem Interesse, da der vorführfertige Film selbst ein buntes Bild enthält, welches direkt aus Farbstoffen aufgebaut ist. Bei den additiven Verfahren bleibt die Mitwirkung der Farbstoffe im wesentlichen auf den Raster oder das angewandte Lichtfilter beschränkt.

Die genannten Farbenfilmverfahren stellen an sich keine völlig neuen Erfindungen dar, sondern sind nur das Ergebnis einer Entwicklung, die von oft ziemlich alten grundlegenden Erfindungen bis zur heutigen technischen Reife führt.

Die älteste Idee benutzt wohl das **Technicolor-Verfahren**, welches in den englischsprachigen Ländern eine gewisse Rolle im Spielfilm einnimmt und bei uns durch *Disneys* Märchenfilme bekanntgeworden ist. Es handelt sich hierbei um eines der Absaugeverfahren, deren grundlegende Idee auf *Ch. Cros* (1881) zurückgeht und deren erste brauchbare technische Durchbildung von *Sanger-Shepherd* stammt³⁾.

Im Prinzip gestaltet sich ein solches Verfahren folgendermaßen: Man stellt zunächst von den drei Grundfarben Blau, Grün und Rot je einen Auszug als Negativ her und kopiert diese drei Negative auf Positivfilm. Die Positive werden so behandelt, daß an den Bildstellen ein Gelatinerelief entsteht, welches mit wasserlöslichen Farbstoffen eingefärbt werden kann. Diese Reliefs dienen als Druckmatrizen, indem man sie mit einem geeigneten Blankfilm in Kontakt bringt, wobei der Farbstoff aus dem Matrizenfilm in den Blankfilm hinüberwandert. Färbt man das vom Blauauszug herrührende Positiv gelb, das vom Grünauszug purpur und das vom Rotauszug blaugrün und druckt diese drei Positive registerhaltig übereinander, so entsteht ein naturfarbiges Bild.

Speziell beim Technicolorfilm erfolgt die Herstellung der Farbauszüge in einer Kamera, die ein besonderes

Strahlenteilungssystem enthält. Dieses sondert aus dem einfallenden Licht den grünen Anteil aus und leitet ihn einem gewöhnlichen hochempfindlichen Aufnahme- film zu. Der übrige bleibende aus Blau und Rot gemischte Rest des Lichtes wird einem zweiten Film zugeführt, der wie ein Bipackfilm eingerichtet ist und die Trennung von Rot und Blau vornimmt.

Eine solche Trennung läßt sich z. B. erzielen, wenn der Bipackfilm aus zwei Schicht gegen Schicht aufeinanderliegenden Einzelfilmen besteht, von denen der vordere blauempfindlich ist und eine orangegelbe Filterschicht besitzt, welche nur das rote Licht auf den zweiten rotsensibilisierten Film gelangen läßt.

Die so hergestellten Farbauszüge werden sämtlich zum gleichen Kontrast entwickelt und auf den obengenannten Matrizenfilm kopiert. Nach dem Franz. Pat. 741926 soll dieser Film eine Emulsion besitzen, die bei großem Silberreichtum Halogensilberkörner von möglichst gleicher Größe aufweist und mit einem Schirmfarbstoff angefärbt ist.

Besondere Sorgfalt erfordert das Einfärben der Matrizen. Die dazu verwendeten Farbstofflösungen sollen möglichst rein sein⁴⁾, insbes. müssen alle Verunreinigungen und festen Partikel aus der Lösung entfernt werden. Dazu kann man sich eines Klärprozesses bedienen, bei welchem mit Hilfe eines koagulierten Kolloides die Verunreinigungen niedergeschlagen werden⁵⁾. Außerdem läßt sich die Eindringtiefe der Farbstoffe durch Zusatz von Mitteln regeln, welche die Viskosität verändern⁶⁾.

Interessant ist, daß man bei der Herstellung der Druckmatrizen auch so vorgehen kann, daß man den Kopierfilm nach dem Belichten vollständig härtet und das Bild mit einem nichthärtenden Entwickler hervorruft. Darauf wird das Silberbild gebleicht und dabei die Gelatine an den Bildstellen proportional der Silbermenge weich gemacht. Auf diese Weise ist eine bessere Detailwiedergabe erzielbar⁷⁾.

Der Blankfilm, auf welchen die Teilfarbenbilder zum Schluß gedruckt werden, trägt eine gutgehärtete Gelatineschicht⁸⁾, welche sauer reagieren soll, damit die benutzten sauren Farbstoffe gleichmäßig und leicht eindringen können⁹⁾.

Der Absaugeprozeß selbst nimmt einige Minuten in Anspruch. Man versucht ihn so zu leiten, daß der Farbstoff völlig übertritt, damit die Matrizen möglichst oft ohne Störung zum Drucken benutzt werden können. Eine allenfalls erforderliche Reinigung läßt sich z. B. erfolgreich mit Diäthylamin durchführen¹⁰⁾. Wesentlich ist, daß sich die beiden Schichten bei der Übertragung in gutem Kontakt miteinander befinden. Dazu muß der Matrizenfilm eine möglichst glatte Oberfläche besitzen, und eine solche erzielt man, wenn man den gerbenden Entwickler nach der Hervorrufung des Bildes auch an den Nichtbildstellen oxydiert, beispielsweise mit stark lufthaltigem Wasser¹⁰⁾.

¹⁾ „Neu“ deswegen, weil früher schon Verfahren unter diesen Namen bekanntgeworden sind, die mit den heutigen sachlich nichts zu tun haben.

²⁾ D. R. P. 161519 [1902].

³⁾ Amer. Pat. 1900140.

⁴⁾ Z. B. Brit. Pat. 270279.

⁵⁾ Amer. Pat. 1807805, 1807809.

⁶⁾ D. R. P. 561020.

⁷⁾ Brit. Pat. 356243; D. R. P. 467817.

⁸⁾ Amer. Pat. 1939738, 1924890.

⁹⁾ D. R. P. 482165.

¹⁰⁾ Franz. Pat. 741927.

Es ist offensichtlich, daß die Qualität des fertigen Films ganz wesentlich davon abhängt, ob man den Übereinanderdruck der einzelnen Farben tadellos registerhaltig ausführen kann. Wieweit das möglich ist, läßt sich auf Grund der in Deutschland gezeigten Filme nicht abschließend beurteilen. Jedenfalls existiert der Vorschlag, auf den Blankfilm, der dann natürlich lichtempfindlich sein muß, ein nichtfarbiges, schwaches Positiv von einem der Originalnegative zu kopieren, auf welches man die Farbbilder registerhaltig aufdruckt¹¹⁾.

In Deutschland sind seit einigen Jahren verschiedentlich farbige Reklame- und Trickfilme gezeigt worden, die nach dem **Verfahren von Gaspar** hergestellt worden sind. Auch bei diesem Verfahren liegt das chemisch Kennzeichnende in erster Linie im Vervielfältigungsprozeß. Die Dreifarbenauszüge werden in irgendeiner normalen Strahlenteilungskamera hergestellt, und jeder dieser Farbenauszüge dient zur Anfertigung eines schwarz-weißen Zwischenpositives. Die Zwischenpositive werden auf einen besonderen Farbfilm kopiert, der in drei verschiedenen farbenempfindlichen Schichten neben dem Halogensilber drei verschiedene Farbstoffe enthält¹²⁾. (Weitere Möglichkeiten s. u.) Der Film wird zunächst normal entwickelt. Zum Aufbau des farbigen Bildes in der Schicht werden Reaktionen benutzt, bei denen der Farbstoff proportional der vorhandenen Silbermenge zerstört wird. Diese Zerstörung kann in einer Reduktion oder in einer Oxydation zu farblosen Verbindungen bestehen.

Bedient man sich der reduktiven Zerstörung, dann kann man ein Reduktionsmittel anwenden, welches den Farbstoff an sich nicht verändert, sondern nur unter dem katalytischen Einfluß des Bildsilbers.

Zu diesem Zwecke ist z. B. Natriumhydrosulfit oder Zinnchlorür¹³⁾ empfohlen worden. Nach *Christensen* soll die Reduktion des Farbstoffes besonders gut gelingen, wenn man das Bildsilber vorher in ein Berlinerblaubild umwandelt und dann mit einer stark alkalischen Lösung von Natriumhydrosulfit arbeitet. Es scheint hier ein ähnlicher Reaktionsmechanismus benutzt zu werden, wie er bei der Oxydation des Farbstoffes zu farblosen Verbindungen bevorzugt Verwendung findet. Es sind dies sogenannte induzierte Reaktionen, bei denen das Bildsilber selbst entweder die Rolle des „Induktors“ spielt oder in Verbindungen übergeführt wird, die als „Induktor“ wirken oder in anderen Fällen als „Aktor“ selbst¹⁴⁾.

Nach *Gaspar*¹⁵⁾ spielt sich der Vorgang so ab, daß das Silberbild mit einer schwachsauren 5%igen Lösung von Thiocarbamid behandelt wird. Darin löst sich das metallische Silber, und dieser Oxydationsvorgang wird auf den Farbstoff übertragen, der dabei ausbleicht. Ähnliche Verfahren werden von *Heymer*¹⁶⁾ beschrieben, wonach mit Thiocarbamid allein oder zusammen mit Kaliumbromid oder Kaliumjodid in starker saurer Lösung gearbeitet wird oder aber auch mit Kaliumjodidlösung allein.

Mit einer verwandten Reaktion hat man es zu tun, wenn man Silberbilder in Schichten, die mit Methylenblau angefärbt sind, mit mehr oder weniger sauren Natriumsulfitlösungen behandelt (*Crabtree*)¹⁷⁾.

Verfahren, bei denen das Bildsilber in eine Verbindung übergeführt wird, welche als „Induktor“ wirken kann, lassen sich z. B. so durchführen, daß man das Silberbild in ein Vanadylferrocyanilsilberbild umwandelt und den

ganzen Film dann mit einer angesäuerten Natriumchloratlösung behandelt¹⁸⁾. Bei genauem Zusehen handelt es sich hierbei stets um einzelne Ausführungsformen eines Verfahrens, das in ganz allgemeiner Form bereits von *Luther* und *von Holleben* 1923 veröffentlicht worden ist¹⁹⁾. Dort findet man bereits erwähnt, daß das Silberbild in einen „Aktor“ verwandelt werden kann, z. B. in Bleichromat, wobei dann das ganze Bild zur Ausbleichung des Farbstoffes mit einer Vanadylsalzlösung behandelt wird. Darüber hinaus ist von diesen Autoren gezeigt worden, wie man die je nach der Wasserstoffionenkonzentration verschieden starke Oxydationswirkung von Bleidioxid, Mangandioxid und ähnlichen Verbindungen dazu benutzen kann, um die Farbstoffe auszubleichen.

Die hier beschriebene Art induzierter Reaktionen ist von *Schönbein* Mitte des vorigen Jahrhunderts entdeckt worden, dem es gelang, auf diese Weise Indigo mit Bromsäure zu oxydieren, wobei an Stelle von Silber oder Silberverbindungen schweflige Säure als „Induktor“ diente. Wesentlich für die photographische Ausnutzung solcher Reaktionen ist, daß der Verbrauch der beiden gleichzeitig oxydierten Reaktionsteilnehmer (z. B. Silber und Farbstoff) zueinander in stöchiometrischem Verhältnis stehen.

Die Beständigkeit derartiger Farbstoffbilder ist recht gut, da man anders als bei den gewöhnlichen Ausbleichverfahren lichtechte Farbstoffe benutzen kann, weil als lichtempfindliche Substanz das Halogensilber der Schicht und nicht der Farbstoff selbst dient.

Man arbeitet bei diesem Verfahren, wie gesagt, mit Mehrschichtenfilmen, wobei jede einzelne Schicht schon bei der Herstellung einen bestimmten Farbstoff einverleibt erhält. Dadurch wird eine besondere Zuordnung von spektraler Empfindlichkeit des Halogensilbers und Absorptionsgebiet des Farbstoffes erforderlich²⁰⁾. Eine Übersicht, in welcher Form Färbung, Lichtempfindlichkeit und Farbe des Kopierlichtes auf die einzelnen Schichten verteilt sein können, gibt die nachstehende Tabelle²¹⁾.

	Färbung	Empfindlich für	Kopierlicht
1. Schicht	Purpur	Blau	Blau
2. Schicht	Gelb	Rot	Gelb
3. Schicht	Blaugrün	Infrarot	Weiß

Die Schichten können sich dabei sämtlich auf einer Seite des Celluloids befinden oder aber eine davon auf der Rückseite.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, daß man verschiedentlich auch vorgeschlagen hat, der Schicht selbst nicht Farbstoffe, sondern Leukoester, Estersalze und ähnlich wirkende Verbindungen einzuverleiben, welche an den Bild- oder an den Nichtbildstellen zu Farbstoffen oxydiert werden können²²⁾.

Das Prinzip, Farbstoffe in der Schicht selbst zu bilden, läßt sich auch mit Hilfe anderer Reaktionen verwirklichen. Es wird hierbei vor allem die Bildungsreaktion der von *Willstätter* entdeckten Chinoniminfarbstoffe benutzt²³⁾, welche in der gemeinsamen Oxydation von p-Phenylendiamin mit in Parastellung reaktionsfähigen Phenolen und Aminen besteht, und außerdem die Bildungsreaktion der von *Ehrlich* und *Sachs*²⁴⁾ entdeckten Azomethinfarbstoffe, welche aus p-Nitrosodimethylanilinen und Stoffen mit einer reaktionsfähigen =CH₂-Gruppe (z. B. Benzoylessigester) entstehen. Die Nitrosoverbindungen können hierbei auch durch die entsprechenden p-Phenylendiamine ersetzt werden, so daß man es in beiden Fällen

¹¹⁾ Amer. Pat. 1926555, 1978979.

¹²⁾ A. B. Klein, *Photographic J.* 76 [N. S. 59], 259 [1935].

¹³⁾ *Christensen*, D. R. P. 327591.

¹⁴⁾ Nomenklatur nach der *Ostwaldschen* Schule, vgl. z. B. *Z. physik. Chem.* 84, 248 [1900].

¹⁵⁾ *Z. wiss. Photogr., Photophysik Photochem.* 84, 119 [1936]; *Franz. Pat.* 727168.

¹⁶⁾ I. G. Farbenindustrie, *Veröff. d. wiss. Zentr.-Lab. (Agfa)* 4, S. 180.

¹⁷⁾ *Crabtree, Lüppo-Cramer*, zusammenfassende Darstellung in *Eders Handbuch d. Photographie*, II, 1. Teil, S. 685.

¹⁸⁾ D. R. P. 587171, Zus. z. D. R. P. 528318.

¹⁹⁾ D. R. P. 396485.

²⁰⁾ Vgl. hierzu *Heymer*, I. c.¹⁶⁾.

²¹⁾ Nach den Angaben von *Franz. Pat.* 739919.

²²⁾ D. R. P. 528313.

²³⁾ *Willstätter u. Mayer*, *Ber. dtsch. chem. Ges.* 37, 14194 [1904].

²⁴⁾ *Ehrlich u. Sachs*, ebenda 32, 2341 [1899].

als Ausgangsstoff mit einer Substanz zu tun hat, die als photographischer Entwickler bekannt ist. R. Fischer²⁵⁾ kam deshalb auf den Gedanken, die Oxydation eines solchen farbbildenden Gemisches mit p-Phenylendiamin durch das latente photographische Bild vorzunehmen, mit anderen Worten, belichtete Schichten mit einem p-Phenylendiamin-Entwickler unter Zusatz von farbbildenden Komponenten zu entwickeln. Dabei entsteht neben dem Silberbild ein Farbstoffbild, und es ist möglich, bei geeigneter Anordnung diese Reaktion zur Herstellung von Bildern in Naturfarben zu verwenden²⁶⁾.

Bei der praktischen Verwendung dieses Verfahrens ist es sehr störend, daß die einfachen Farbstoffe dieser Klassen gegen Säuren, Natriumsulfit und auch gegen Lichteinwirkung sehr empfindlich sind. Dem läßt sich jedoch durch geeignet substituierte Farbstoffbildner abhelfen.

Bei der Verwendung für ein Mehrfarbenverfahren mit mehreren lichtempfindlichen Schichten liegt die Hauptaufgabe darin, in jeder Schicht einwandfrei getrennt von den anderen Schichten einen einzigen Teilfarbenauszug sauber herzustellen. Diese Aufgabe hat jetzt in dem neuen Kodachromfarbfilm und in dem Agfacolorfarbfilm eine praktische Lösung gefunden.

Bei dem **Kodachromverfahren** findet ein Film mit 5 Schichten Verwendung, von denen drei verschiedenen farbeempfindlich sind und zur Aufnahme der einzelnen Teilfarbenauszüge dienen. Die Emulsionsschichten sind durch zwei Zwischenschichten voneinander getrennt, welche Filterfarbstoffe enthalten. Bei dieser Anordnung besorgt der Film die Farbentrennung bei der Aufnahme automatisch.

Im ersten Arbeitsgang wird zunächst ein normales Umkehrbild hergestellt und dieses vollkommen durchgebleicht. Erst das gebleichte Bild wird farbig (blaugrün) entwickelt²⁷⁾. Dann werden die obere und mittlere Schicht noch einmal, und zwar unter Zerstörung des ersten Farbstoffs, gebleicht und purpurfarben entwickelt. Derselbe Vorgang wiederholt sich in der letzten oberen Schicht, die zum Schluß gelb hervorgerufen wird. Außer einer stabilen Schicht, welche die vielfache Behandlung aushält, erfordert diese Art des Vorgehens, daß man die Tiefenwirkung der Bleichbäder in der Schicht genau regulieren kann. Unterstützt wird diese genau dosierte Schichttiefenwirkung zunächst durch die Zwischenschichten, andererseits vielleicht auch durch verschieden starke Härtung der einzelnen Lagen²⁸⁾. Außerdem verwendet man neben Lösungen mit Beschwerungsmitteln, wie z. B. Natriumsulfat, Bleichbäder mit etwas erhöhter Viskosität oder mit solchen Lösungsmitteln, in denen die Gelatine nicht quillt. In der Literatur²⁹⁾ ist ein derartiges Bad beschrieben als eine mit Jodwasserstoffsäure angesäuerte Lösung von Chinon in einem Gemisch von Isopropylalkohol, Glycerin und sehr wenig Wasser. Die Bleichung selbst wird durch ein Unterbrechungsbad beendet.

Bei dem **Agfacolor-Prozeß** wird ein anderer Weg zur Erzeugung des mehrfarbigen Bildes beschritten. Man benutzt einen Film mit drei Emulsionsschichten, von denen jede den erforderlichen Farbbildner von vornherein enthält. Auch hier arbeitet man nach dem Umkehrverfahren, aber mit dem Unterschied, daß der Zweitentwickler infolge seiner speziellen Zusammensetzung in jeder der drei Emulsionsschichten ein Bild in einer anderen Farbe hervorruft.

Zum Schluß wird das metallische Silber aus dem Film vollständig herausgelöst, so daß nur die Farbstoffbilder übrigbleiben.

Der Zusatz von Farbstoffkomponenten zu den übereinanderliegenden einzelnen Emulsionen führt zu dem Übelstand, daß diese Substanzen dazu neigen, von einer Schicht in die andere hinüberzudiffundieren. Dem wird entgegengewirkt, indem man nicht die einfachen Phenole, Amine oder Verbindungen mit reaktionsfähigen $=CH_2$ -Gruppen verwendet, sondern Substitutionsprodukte davon, welche so ausgewählt sind, daß der entstehende Stoff vom Bindemittel wie ein substantiver Farbstoff festgehalten wird. Solche Wirkungen werden durch Diphenyl-, Stilben-, Azoxybenzol-Reste und andere Substituenten hervorgerufen³⁰⁾. Auf diese Weise hat man die Möglichkeit, den mehrschichtigen Film auch im normalen Arbeitsgang zu erzeugen.

Die Mitarbeit des Chemikers an den **additiven Verfahren**, von denen eines in letzter Zeit zu bemerkenswerter technischer Vollkommenheit durchgebildet worden ist, ist wesentlich anderer Natur. Bei diesen Verfahren, wo die Farbensynthese mit Hilfe von Rastern zustande kommt, die entweder im Film selbst farbig vorhanden sind oder wenigstens bei der Projektion farbig erscheinen, handelt es sich für ihn nicht darum, die Farben selbst zu erzeugen, sondern seine Hauptaufgabe liegt darin, die Herstellung des Filmes und seine Bearbeitung zweckentsprechend durchzugestalten. Es sollen hier nur zwei Verfahren zur Besprechung kommen, von denen in letzter Zeit mehrfach zu hören war, das **Dufaycolor-Verfahren** und das Verfahren nach **Berthon-Siemens**.

Das **Dufaycolor-Verfahren** ist seinem Wesen nach eine Vervollkommnung des **Spicer-Dufay-Verfahrens**. Es bedient sich eines Filmes mit regelmäßigem Raster in den Farben Blau, Grün und Rot.

Die Herstellung dieses **Rasters** ist ein wesentlicher Bestandteil der Filmfabrikation³¹⁾. Der Film wird mit einer ganz dünnen Schicht von blaufärbtem Kollodium überzogen, auf welche Linien mit einem Schutzlack, etwa in der Art von Fettreservagen, aufgetragen werden³²⁾. In den Zwischenräumen wird die blaue Farbe ausgebleicht und rote Farbe aufgetragen. Nach erneutem Aufdruck von Linien aus Schutzlack unter 45° zu den ersten wird das Ausbleichen der ersten beiden Farben in den Zwischenräumen wiederholt und grüne Farbe aufgebracht. Der Raster enthält ungefähr 40 Linien pro Millimeter.

Nach dem Überziehen des Rasters mit einer dünnen Zwischenschicht wird eine panchromatische, sehr silberreiche Emulsion aufgetragen, die so sensibilisiert ist, daß sie für alle drei Grundfarben bei Kunstlicht gleiche Schwärzungen ergibt. Die Schwärzungskurve dieser Emulsion zeigt einen sehr kleinen Durchhang, einen langen geraden Teil und eine hohe maximale Dichte, während das Gamma von der Wellenlänge nur sehr wenig abhängig ist. Der gerade Teil der Kurven hat eine solche Ausdehnung, daß noch Belichtungsunterschiede von 1 zu 8 bei normalen Objekten ausgeglichen werden können. Der Film selbst wird nach dem Umkehrverfahren entwickelt.

Während der fertige **Dufaycolor-Film** selbst farbig ist, ist das beim **Berthon-Siemens-Film** nicht der Fall. Dieser arbeitet nach dem von **Berthon** erfundenen Linsenrasterverfahren, bei welchem die Farbe durch rein optische Hilfsmittel zustande kommt.

Sowohl bei der Aufnahme wie bei der Wiedergabe eines solchen Filmes werden Objektive mit einem dreiteiligen Filter in Rot, Grün und Blau benutzt. Der Film selbst wird mit der Celluloidseite nach dem Objektiv zu durch den Apparat geführt und trägt auf dieser Seite eine feine zylinderlinsenartige Riffelung von 24 Linsen pro Millimeter. Diese Linsen stehen mit dem Dreifarbenfilter in bestimmter optischer Beziehung und besorgen bei der Aufnahme die Aufteilung des Gesamt-

²⁵⁾ D. R. P. 253335.

²⁶⁾ Vgl. dazu D. R. P. 257160 der Neuen Photogr. Gesellschaft.

²⁷⁾ D. R. P. 631324.

²⁸⁾ Vgl. D. R. P. 484901.

²⁹⁾ Brit. Pat. 440032.

³⁰⁾ Patentanmeldung I. 52094, vom Reichspatentamt ausgelegt am 23. April 1936.

³¹⁾ Carson, J. Soc. Motion Picture Engineers 22, Juli [1934].

³²⁾ Franz. Pat. 773784.

bildet in einzelne Rasterzeilen, ebenso wie umgekehrt bei der Wiedergabe die Zuordnung dieser Rasterzeilen zu den zugehörigen Filterstreifen. Dieses Prinzip ist bereits früher beim *Keller-Dorian-Film*, beim alten *Agfacolorlinsenrasterfilm* und beim *Kodacolorfilm* verwendet worden. Es konnte jedoch nur dem Amateur dienstbar gemacht werden, da die Filme nicht kopierbar waren.

Beim *Berthon-Siemens-Verfahren* ist der Arbeitsprozeß bei einem Linsenrasterfilm zum erstenmal so durchgestaltet, daß mit Sicherheit in einem Arbeitsgang, der sich an die übliche Art der Schwarz-Weiß-Kinofilmbearbeitung anlehnt, einwandfreie Kopien hergestellt werden können. Voraussetzung hierfür ist, daß auch der chemische Teil des Verfahrens zwangsläufig arbeitet. Die Grundlage hierzu stellt der von *Perutz* fabrizierte Farben-Aufnahme- und Kopierfilm in Verbindung mit dem bei *Siemens* ausgearbeiteten Entwicklungsverfahren dar. Der Aufnahme film trägt eine Umkehr emulsion von höchstem Auflösungsvermögen und völliger Gleichmäßigkeit des Kornes. Bei der heute üblichen Umkehrentwicklung liefert dieser Film eine Schwärzungskurve mit nur geringer Krümmung in den Schattenpartien und einem langen geraden Teil. Dadurch ist einerseits ein Detailverlust in den Schatten vermieden und andererseits ein hinreichender Umfang an Helligkeitsstufen auch für die Aufnahmen von kontrastreichen Objekten gesichert. Trotz der geringen Dicke der Schicht von nur $8 \mu^{33)}$ ist die maximale Schwärzung genügend hoch.

Für die Farbwiedergabe ist die Güte des Auflösungsvermögens von besonderer Bedeutung. Dieses ist nicht nur von der Emulsion allein abhängig, sondern auch von dem Gehalt des Erstentwicklers an Bromsilberlösungsmitteln³⁴⁾.

Bei kleinen Schichtelementen, wie sie in den Rasterzeilen vorliegen, verkleinert sich bei einem gegebenen Belichtungsunterschied der herausentwickelte Schwärzungsunterschied deshalb, weil das Licht in der Schicht diffus zerstreut wird. Diese Erscheinung wird kompensiert, wenn das Bromsilberlösungsmittel in den stark belichteten Bildstellen relativ stärker

lösend wirkt als in den schwach belichteten. In diesem Falle zeigt der Film nach der Umkehrung ein Transparenzverhältnis zwischen stark belichteten und schwach belichteten Rasterzeilen, das dem wirklichen Belichtungsverhältnis entspricht oder dieses sogar noch übertrifft. Das ist gleichbedeutend mit einer Steigerung des Auflösungsvermögens.

Von den oben erwähnten Originalpositiven, mit denen man sich bei den sonst bekannten Linsenrasterverfahren begnügen mußte, werden nach einem von *Siemens* ausgestalteten Verfahren Kopien hergestellt, welche in den einzelnen Kinoskopen zur Vorführung kommen. Das Kopieren geschieht nicht im Kontaktverfahren, sondern auf optischem Wege. Es ist hier nicht der Ort, über die optischen Vorgänge dabei zu berichten, obwohl sie einen der interessantesten Teile des ganzen Verfahrens darstellen. Es sei aber auf die bisher bei keinem anderen Farbenverfahren angewandte Steuerung³⁵⁾ der Farbe beim Kopieren hingewiesen, die es gestattet, auf Grund einer Vorführung des Originals die farbige Gestaltung jeder einzelnen Szene so zu beeinflussen, daß eine unwahrscheinlich und „kitschig“ wirkende Farbwiedergabe vermieden wird, deren ständiges Auftreten bei den „automatischen“ Verfahren den Farbfilm in manchen Teilen des Publikums leider schon etwas in Verruf gebracht hat.

Überblickt man den heutigen Stand der Farben-Kinematographie, so muß man feststellen, daß bisher nur zwei Verfahren so durchgebildet sind, daß normale Spielfilme gedreht werden können und eine beliebige Zahl von Kopien für die Theater zur Verfügung stehen: es sind dies der *Technicolor*- und der *Berthon-Siemens-Farbfilm*. Der *Gasparcolorfilm* nimmt eine gewisse Mittelstellung ein, indem er vorläufig nur auf eine bestimmte Art von Filmen beschränkt geblieben ist, während beim *Dufaycolorfilm*, beim neuen *Kodachrom*- und ebenso beim neuen *Agfacolor*-Verfahren über die Frage der praktischen Kopierbarkeit noch keine endgültigen Angaben vorliegen. [A. 12.]

³³⁾ Franz. Pat. 754673.

³⁴⁾ D. R. P. 631 226.

³⁵⁾ D. R. P. 636616.

Über die Veränderlichkeit der Absorptionsspektren in Lösungen und die Nebenvalenzen als ihre Ursache¹⁾

Von Prof. Dr. G. SCHEIBE

Physikalisch-chemisches und Elektrochemisches Laboratorium der Technischen Hochschule München

Eingeg. 16. November 1936

Wie wichtig nähere Kenntnisse über die Wirkung und die Ursache der Nebenvalenzkräfte sind, sieht man, wenn man bedenkt, daß sie z. B. die Ursache sind für die Kondensation von Gasen zu Flüssigkeiten oder zu Kristallen mit Molekülgittern. Ferner werden die mannigfaltigen Erscheinungen der Kolloidchemie, der Katalyse, der Polymerisation und der Molekülverbindungen, um nur einige Gebiete zu nennen, verursacht oder eingeleitet durch die Wirkung von Nebenvalenzkräften (*van der Waals*sche Kräfte). Von diesen unterscheidet man heute folgende Arten:

1. Die gegenseitige Anziehung permanenter Dipole,
2. den auf der gegenseitigen Polarisierbarkeit beruhenden Induktionseffekt, beides Wirkungen, die sich klassisch aus der elektrostatischen Anziehung erklären lassen²⁾; 3. den

¹⁾ Vorgetragen in der Fachgruppe für Photochemie und Photographische Chemie auf der 49. Hauptversammlung des V. D. Ch. in München am 9. Juli 1936.

²⁾ *P. Debye*, Physik. Z. **21**, 178 [1920]. Weitere Literatur s. Handbuch der Physik, Bd. **24**, 2, Kap. 1. Berlin 1933.

von den kurzperiodischen gegenseitigen Störungen der Elektronenbahnen herrührenden Dispersionseffekt³⁾ und 4. die Resonanzkräfte, die auftreten, wenn die Anregungsenergie des einen Partners auch vom anderen Partner aufgenommen werden kann⁴⁾. Diese beiden letzteren Kräfte werden von der Quantenmechanik erklärt. Bei komplizierteren Molekülen weiß man bis heute noch wenig, welche Kräfte im einzelnen Fall wirksam sind und welche Veränderungen sie in den beeinflussten Molekülen zustande bringen können. Die Kräfte sind i. allg. klein, und die durch sie verursachten Bindungen werden teilweise bereits durch Energien in der Größenordnung der Wärmebewegung bei gewöhnlicher Temperatur wieder gelöst. Die Methoden, die Aussagen über die *van der Waals*schen Kräfte erlauben, sind daher nicht zahlreich. Insbes. kann man wenig über den Ort ihres Angriffs aussagen. Hier soll an Hand einiger Beispiele berichtet werden, wieweit die Messung der Licht-

³⁾ *F. London*, Z. Physik **63**, 245 [1930]; Z. physik. Chem., Abt. B. **11**, 222 [1930].

⁴⁾ *R. Eisenschitz* u. *F. London*, Z. Physik **60**, 520 [1930].