

Neuere Verfahren zur Herstellung von subtraktiven Mehrfarbenbildern (Gasparcolor-Verfahren)

Von Béla Gaspar-Berlin

Der Hauptvorteil der subtraktiven Mehrfarbenphotographie besteht darin, daß die Ergebnisse sowohl zur Herstellung von Aufsichts- als von Durchsichtsbildern gebraucht werden können. Im Gegensatz dazu ist die additive Methode der Mehrfarbenphotographie nur für Durchsichts- und Projektionszwecke geeignet (Raster und optische Methoden).

Zur Herstellung von subtraktiven Mehrfarbenbildern ist die klassische Methode die, daß man 3 Teilauszüge herstellt, in denen das Objekt mit 3 Filtern rot, grün, blau, welche jeweils $\frac{1}{3}$ des Spektrums durchlassen, aufgenommen wird, worauf man 3 getrennte Teilbilder herstellt und diese zu einem Mehrfarbenbild vereinigt.

Die Herstellung der positiven Teilbilder geschieht gewöhnlich nach dem Gerbungs- oder Beizungsverfahren, deren Ergebnisse freilich von außerordentlich vielen Faktoren abhängig sind. Bei der nachträglichen Färbung, wo es sich meist um kolloidchemische Vorgänge handelt, ist das Ergebnis von vielen Variablen wie Temperatur, Baddauer, Konzentration, Farbauflösung und Quellungs- zustand der Schichten und vielen anderen Faktoren abhängig. Außerdem ist ein zwangsläufiges Arbeiten, etwa mit dem Grade der Sicherheit wie in der gewöhnlichen Schwarz-Weiß-Photographie schwer möglich; deshalb fallen auch die so hergestellten Mehrfarbenbilder häufig sehr unbefriedigend aus.

Weder die Gradation noch die Farbtiefe (Farbkonzentration) kann im allgemeinen mit ausreichender Genauigkeit eingehalten werden; abgesehen davon sind die Verfahren auch sehr zeitraubend und leisten nur in der Hand des sehr Geübten Befriedigendes. Da die Färbungen nicht genügend proportional zum Ausgangsbild und die Arbeiten langwierig und umständlich sind, ist die subtraktive Methode bisher gegenüber der additiven als nicht gleichwertig angesehen worden. Obwohl zweifellos mit der additiven Methode die Farbwiedergabe im Idealfall etwas besser ausfällt, ist praktisch

zwischen einem korrekten subtraktiven und einem additiven Bild der Unterschied nur sehr gering. Nun bieten aber die subtraktiven Verfahren erhebliche Vorteile, hohe Lichtdurchlässigkeit bei der Projektion und die Möglichkeit, Aufsichtsbilder anzufertigen.

Die Aufgabe besteht deshalb darin, gute subtraktive Farbstoffbilder in einer Weise herzustellen, die nicht viel komplizierter ist als die Herstellung einer Schwarz-Weiß-Photographie. Es sind hierbei bestimmte praktische Aufgaben zu lösen, nämlich:

1. zwangsläufiges Arbeiten,
2. Proportionalität zwischen Ausgangsbild und Farbstoffbild,
3. kurze und einfache Behandlung,
4. die Vorausbestimmung der Farbstoffmenge, die zum Bildaufbau notwendig ist,
5. die Verwendung lichtechter Farbstoffe,
6. die Vermeidung der nachträglichen Vereinigung mehrerer Teilbilder.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen sollen entweder Farbstoffe oder farbstoffbildende Substanzen der photographischen Emulsion einverleibt und im Laufe des Verfahrens in Farbstoffbilder überführt werden. Hierbei wird als lichtempfindliche Substanz meist das Halogensilber gewählt, das zwei von anderen Substanzen bisher unerreichte Eigenschaften aufweist: die hohe Lichtempfindlichkeit und die Möglichkeit der Sensibilisierung.

Solche Verfahren sind bereits vor sehr langer Zeit vorgeschlagen und in Walls „History of Three Colour Photography“ in dem Kapitel „Theoretische Verfahren“ angeführt worden. Man soll nach gewissen Vorschlägen mehrere lichtempfindliche, verschieden gefärbte oder verschieden farbstoffbildende Substanzen enthaltende Schichten übereinander gießen, wobei jede einzelne Teilschicht oder jedes Schichtteilchen mit einem verschiedenfarbigen Licht belichtet wird. Nach oder während der Entwicklung soll das Silberbild in ein Farbstoffbild verwandelt werden, was durch Bildung oder Zerstörung des Farbstoffes geschehen könnte. Die Ausübung dieser theoretisch erdachten Prozesse scheiterte aus mehreren Gründen:

1. Wenn man die bisher angegebene Sensibilisierungsmethode bei verschieden gefärbten, übereinander liegenden Schichten anwandte, so konnte man kein brauchbares Bild in den verschieden gefärbten Schichten erhalten. Vergleicht man nämlich die Absorptionsbezirke der einzelnen Teilschichten, so wird man finden, daß

die Summe der gelben, roten und blaugrünen Teilschichten in ihrer Gesamtwirkung schwarz ist und kein sichtbares Licht mehr durchläßt. Die gelbe Schicht absorbiert die blauen, die purpurrote Schicht die grünen und die blaugrüne Schicht die roten Strahlen. Bis zu der tiefsten Schicht werden z. B. nur die roten Strahlen dringen, dort werden sie aber schon in der Oberfläche von der intensiv blaugrün gefärbten Schicht absorbiert.

2. Es fehlte an einem einfachen und zuverlässigen Verfahren, bei welchem aus dem in verschiedenen gefärbten Schichten hergestellten Silberbild und aus den Farbstoffen ein Farbstoffbild erzeugt werden könnte.

Zur Farbstoffzerstörung wurden bereits vereinzelte Vorschläge gemacht, die aber nicht zum Ziele führten. So wollte man den Farbstoff nach Art des Ätzdruckprozesses z. B. durch kräftige Reduktionsmaterialien wie Natriumhydrosulfit oder Zinnchlorür zerstören. Diese und andere Methoden vernichten aber den Farbstoff diffus in der Schicht.

Das Wesen der neuen Verfahren des Verfassers besteht darin, mehrere verschieden farbenempfindliche Halogensilberemulsionen untrennbar übereinander zu gießen, jeder der Schichten die zur Bildherstellung notwendige Menge Farbstoff oder farbstoffbildende Substanzen in vorausbestimmter Konzentration hinzuzufügen, in jeder einzelnen Teilschicht durch entsprechende Belichtung einen Bildeindruck zu erzeugen und diesen dann durch einfache chemische Reaktionen in ein Farbstoffbild zu verwandeln. Diese übereinander gegossenen Schichten sollen in ihrer Gesamtdicke möglichst nicht wesentlich stärker sein als eine normale Schicht, und alle diese Teilschichten sollen auch gleichzeitig entwickelt und mit den Bädern behandelt werden. Dies geht sehr gut bei mehreren übereinander gegossenen dünnen Schichten.

Die Erfüllung der oben erwähnten praktischen Bedingungen zur Herstellung eines Farbstoffbildes gelang in durchaus befriedigender Weise mit in der photographischen Schicht vorhandenen Farbstoffen oder farbstoffbildenden Substanzen, und zwar durch einfache chemische Reaktionen. Wir benutzten entweder farbstoffbildende Substanzen oder Farbstoffe. Unter den farbstoffbildenden Substanzen waren es besonders die Ester und Estersalze der Leukoverbindungen der Küpenfarbstoffe, die sehr brauchbare Farbstoffbilder ergaben. Die entstandenen Farbstoffbilder sind, da sie aus Küpenfarbstoffen bestehen, außerordentlich echt. Wir konnten auch

aus Diazokomponenten in der Halogensilberemulsion gute Farbstoffbilder mittels einfacher Reaktionen herstellen. Wir gingen so vor, daß wir, ohne Rücksicht auf das entwickelte Silberbild, zunächst aus den Komponenten den Farbstoff durch Kupplung haben entstehen lassen und nachher die Farbstoffe örtlich zerstörten.

Zu viel wertvolleren Ergebnissen kommt man jedoch, wenn man bereits fertige Farbstoffe der Schicht einverleibt. Dies bietet den Vorteil, daß die Farbstoffkonzentration und die Nuance der Farbstoffe besser im voraus bestimmt werden kann. Die Farbstoffe mußten außer den oben erwähnten noch folgende Bedingungen erfüllen: Indifferenz gegenüber Halogensilber und leichte Zerstörbarkeit trotz hoher Lichtecktheit und chemischer Widerstandsfähigkeit der Farbstoffe. Die Farbstoffe müssen rein weiß ausbleichen und sollen sich an den weißen Stellen nicht zu einem Farbstoff zurückbilden können. Außerdem ist es erforderlich, daß die Farbstoffe ein hohes molekulares Färbevermögen besitzen, um die dünnen photographischen Emulsionen nicht mit allzu großen Farbstoffmengen zu überladen.

Diese Bedingungen werden in hervorragendem Maße durch gewisse lichteckte Polyazofarbstoffe erfüllt. Es gelang, Mittel zu finden, welche die Azofarbstoffe in Gegenwart eines metallischen Silberbildes in einem einzigen Bade in Farbstoffbilder überführen und zwar durch Zerstörung des Farbstoffes an der Stelle des metallischen Silberniederschlags proportional zur Menge desselben. Die verwendeten Mittel gehören verschiedenen chemischen Klassen an. Die Reaktion ist sowohl in saurem wie neutralem und auch alkalischem Medium ausführbar. Die gemeinsame Eigenschaft dieser Mittel besteht darin, daß sie dem Farbstoff gegenüber vollkommen indifferent sind und ihn erst in Gegenwart eines Metallniederschlags zerstören. Die Untersuchungen über den ganzen Verlauf der Reaktion soll einer späteren Mitteilung vorbehalten werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß es sich um Reaktionen handelt, bei welchen durch Einwirkung des Behandlungsbades auf den metallischen Silberniederschlag solche Reaktions- oder Komplex-Verbindungen entstehen, die die in der Schicht vorhandenen Farbstoffe zerstören.

Es wurde ferner gefunden, daß sich diese Reaktionen der Farbstoffzerstörung außerordentlich beschleunigen lassen durch Katalysatoren, z. B. gewisse Metallsalze, basische Farbstoffe oder schwache Reduktionsmittel, wie z. B. photographische Entwicklersubstanzen.

Ein Beispiel für ein indifferentes farbstoffzerstörendes Mittel ist ein Bad aus einer 5%igen schwachsauren Thiocarbamidlösung.

Soviel über die Farbstoffzerstörung.

Im Gegensatz zu den früheren Vorschlägen wird das gefärbte mehrschichtige photographische Material neuartig sensibilisiert. Die Absorptionsverhältnisse bei übereinander gelegten Schichten wurden weiter oben bereits angeführt. Man bekommt aber keine brauchbaren Bilder in verschiedenen Schichten, wenn nach den alten Vorschlägen die Farbenempfindlichkeit der Schichten komplementär zu ihrer Färbung ist, z. B. die gelbgefärbte Schicht blauempfindlich.

Anders ist es, wenn man die Sensibilisierung der einzelnen Schichten so vornimmt, daß sie z. B. jeweils nach dem langwelligen Ende des Spektrums hin um einen Spektralbezirk verschoben sind. Die oberste gelb gefärbte Schicht wird demnach für grün, die mittlere purpurrot gefärbte Schicht für rot und die untere blau gefärbte Schicht für infrarot sensibilisiert. In dieser Weise lassen sich sämtliche Schichten sehr gut durchbelichten, da es sich gezeigt hat, daß sehr viele blau-grüne Farbstoffe im Infrarot und im langwelligen Dunkelrot sehr gut durchlässig sind.

Ebenso kommt man zu brauchbaren Ergebnissen, wenn man die einzelnen Schichten so anfärbt, daß spektrale Lücken innerhalb oder zwischen den Absorptionsgebieten der Farbstoffe offen bleiben und alsdann solche Sensibilisatoren wählt, die für das Gebiet der spektralen Lücken sensibilisieren.

Die gelegentlich der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Photographische Forschung gezeigten Farben-Tonfilme wurden folgendermaßen hergestellt:

Als Aufnahmematerial diente ein panchromatischer Film, auf dem die einzelnen Teilbilder aufgenommen waren. Von diesen Teilbildern wurde schwarz-weiße Positive hergestellt und mit entsprechend farbigem Licht auf einen mehrschichtigen Film kopiert. Der gegenwärtig verwandte mehrschichtige Film ist ein doppelseitig begossener Film, der auf der einen Seite eine blaugrün gefärbte Bromsilberemulsion enthält. Auf der anderen Seite befindet sich, auf den Schichtträger aufgegossen, eine gelbgefärbte, rot empfindliche Schicht und darüber eine purpurrot gefärbte, blau empfindliche, also unsensibilisierte Schicht. Da es sich hier um ein Umkehrverfahren handelt, wird, wie oben erwähnt, vom Zwischenpositiv kopiert. Das Zwischenpositiv des Rotauszuges wird auf die blaugrüne Schicht mit weißem Licht und die des Grünauszuges auf die purpur-

rote Schicht mit blauem Licht, die des Blauauszuges auf die gelbe Schicht mit gelbem Licht kopiert. Es wird in der Maschine entwickelt. Dann wird fixiert und in einem indifferenten Farbstoffzerstörungsbad behandelt, wobei an der Stelle des Silberbildes der Farbstoff proportional zur Menge des Silbers zerstört wird. Nach einer kurzen Zwischenwässerung wird mit einem Abschwächer das überschüssige Silber entfernt. Nach dem Wässern und Trocknen gewinnt man auf diese einfache Weise ein naturfarbiges Dreifarbenbild.

Sowohl die Entwicklung wie die Einwirkung der übrigen Bäder geschieht gleichzeitig in allen Teilschichten. Die fertigen Bilder zeigen alle Abstufungen einer normalen Photographie.

Mit diesen Farbenfilmen läßt sich auch eine einwandfreie Tonwiedergabe ermöglichen, wie es durch die vorgeführten Tonfilme bewiesen wurde. Die Tonaufzeichnung kann entweder als Farbstoffbild oder als metallisches Silberbild erzeugt werden.

In ähnlicher Weise lassen sich auch Diapositive und auch photographische Aufsichtsbilder herstellen. In letzterem Falle werden alle 3 Schichten übereinander gegossen. Kopiert wird so, daß jede der einzelnen Teilschichten einen Lichteindruck erhält. Als Kopiervorlage dienen entweder Teilauszüge oder auch farbige Bilder. Man kann auch Linsenrasterbilder auf das Material kopieren.

Die Herstellungsweise der Bilder ist also im wesentlichen ähnlich der des Schwarz-Weiß-Bildes. Es wird nur eine geringe Anzahl Bäder gebraucht und die Badedauer kann auf Zeit eingestellt werden, so daß die einzige Variable die Belichtung ist. Bei den neuen Verfahren fällt eine nachträgliche Vereinigung der Teilmilder weg.

Es steht nach den bisherigen Erfahrungen zu hoffen, daß diese Methoden sich in der Praxis leicht einbürgern werden, da sie sich grundsätzlich von der Arbeitsweise in der Schwarz-Weiß-Photographie nicht unterscheiden.