

Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie

XV. Band.

1915.

Heft 4.

Über die Farbenwiedergabe mit der Lippmannschen Methode.

Von

Reinhold Aron.

(Schluß.)

Die Tatsache, daß die Minima bei ausgeblichenen Aufnahmen immer bei unausgeblichenen in der Regel nur bei der Betrachtung von der Glasseite auftreten, also in den Fällen, in denen der Schwächungskoeffizient r nicht viel von 1 verschieden ist (s. S. 10), legt die Erklärung nahe, daß sie die Folge einer beträchtlichen Mitwirkung der tiefer liegenden Elementarspiegel sind. Diese drückt sich nämlich mathematisch, wenn m die Anzahl der Elementarspiegel ist und die Amplitude der am ersten Elementarspiegel reflektierten Welle gleich 1 gesetzt wird, in dem Amplitudenwerte r^m der am letzten¹⁵⁾ Elementarspiegel reflektierten Welle aus. Ist r nun nahezu gleich 1, so kann selbst bei einer großen Anzahl m der Elementarspiegel der Wert von r^m noch einen beträchtlichen Bruchteil von 1 repräsentieren. Die Reflexion am letzten Elementarspiegel darf dann neben der am ersten nicht mehr vernachlässigt werden, was bei den bisherigen theoretischen Betrachtungen meist geschehen ist.

Anstatt der Amplitude der am ersten Elementarspiegel reflektierten Welle soll die Amplitude der in die Aufnahme einfallenden Welle als Einheit gewählt werden. In diesem Maßstabe bezeichne g die Amplitude der vom ersten Elementarspiegel reflektierten Welle, deren Phase als 0 Phase gewählt werde.

Bei Berücksichtigung der Reflexion am letzten Elementarspiegel ist dann für eine bestimmte Wellenlänge λ des Spektralbildes die von der Aufnahme reflektierte Gesamtwelle durch folgenden Ausdruck bestimmt:

klärung finden. Die Zahlen der Tabelle IX beweisen aber, daß dies nicht allein die Ursache für die Abnahme der Intensität der Komponenten sein kann, denn die Summe der Intensitäten der superponierten Bilder ist in fast allen Fällen kleiner, als die Intensität jedes Einzelbildes.

Vielleicht trifft die von Ives für seine ausgebleichenen Aufnahmen gegebene Erklärung auch für die hier untersuchten nicht ausgebleichenen Aufnahmen bis zu einem gewissen Grade zu. Fehlt nämlich die Absorption der Bildsubstanz, wie das bei den ausgebleichenen Ives'schen Aufnahmen der Fall ist, so kommen die Reflexionen in der Schicht nur durch die Schwankungen der optischen Dichte zustande. Wird nun durch die zunehmende Anzahl der Komponenten die Anzahl der Bauebenen so groß, daß fast an allen Stellen der Schicht die maximale Menge Silber ausgeschieden wird, so werden die Schwankungen der optischen Dichte in der Schicht sehr gering sein. Es muß also mit wachsender Anzahl der Komponenten die Gesamtintensität der reflektierten Farben kleiner werden. Was für die ausgebleichenen Aufnahmen gilt, wird in geringerem Maße auch für die hier untersuchten nicht ausgebleichenen Aufnahmen gelten, bei denen die Absorption der Bildsubstanz gering war.

Ives²³⁾ sucht die Schwierigkeit der Wiedergabe zusammengesetzter Farben durch die Einführung der Rastermethode zu umgehen. Es ist dies wohl mehr ein hübsches physikalisches Experiment als ein Ausweg, denn die Einführung von Interferenzfarben in die Rasterphotographie ist nicht als ein Vorteil anzusehen.

Herstellung der Schichten.

Die ersten Aufnahmen wurden auf Schichten hergestellt, die durch Baden von bromkalihaltigen Gelatineschichten in 5 $\frac{1}{10}$ iger Silbernitratlösung erhalten wurden. Die Aufnahme, deren Intensitätsverlauf durch Kurve 2 dargestellt wird, ist auf einer solchen Schicht hergestellt. Von dieser Methode, die eine Anwendung der früher bereits bei Eiweißschichten benutzten Methode auf Gelatineschichten ist, konnte man besonders feinkörniges Bromsilber erwarten. Sie lieferte auch eine Zeitlang sehr gute Resultate, erwies sich aber als so unzuverlässig, daß sie schließlich aufgegeben und die von allen anderen Experimentatoren benutzte Emulsionsmethode angewandt wurde.

Damit die Schichten sich mit reiner Pyrogallollösung entwickeln

lassen, ist ein Überschuß von Silbernitrat erforderlich. Schichten, die aus einer Emulsion von der bisher üblichen Zusammensetzung hergestellt sind, z. B. die Lehmannschen Schichten, sind mit reiner Pyrogallollösung nicht entwickelbar.

Im folgenden ist das Verfahren der Herstellung der Schichten genau beschrieben. Es werden angesetzt:

1. 64 gr Speisegelatine in 300 ccm dest. Wasser,
2. 1,5 gr Bromkali in 50 ccm. dest. Wasser,
3. 2,7 gr Silbernitrat (kryst.) in 50 ccm dest. Wasser.

Man läßt die Gelatine einige Minuten in kaltem Wasser aufquellen und schmilzt sie dann bei 60° C. Nachdem die Gelatine geschmolzen ist, wird sie unter Druck durch Leinwand filtriert, die vorher durch Auswaschen von Stärke befreit ist. Man benutzt dazu am besten die übliche Druckfiltrierflasche und einen Porzellansiebtrichter mit ebenem Boden, an den ein kreisförmig ausgeschnittenes, mit destilliertem Wasser angefeuchtetes Leinwandstückchen ange-drückt ist. Der Filtrierprozeß kann in 2—3 Minuten beendet sein.

Nun teilt man die Lösung in zwei gleiche Teile ein. Sobald sie sich auf etwa 38° C abgekühlt hat, fügt man zu der einen Hälfte die Bromkalilösung, darauf zu der andern die Silbernitratlösung hinzu. Unmittelbar darauf setzt man (bei mäßig hellem gelben Licht) die erste Hälfte langsam und unter beständigem Umrühren zu der zweiten hinzu.

Diese Operationen müssen ohne Zeitverlust unmittelbar aufeinander folgen, da sich sonst die Gelatine zu sehr abkühlt. Sie soll nach der Vereinigung beider Hälften die Temperatur von 33—35° C haben.

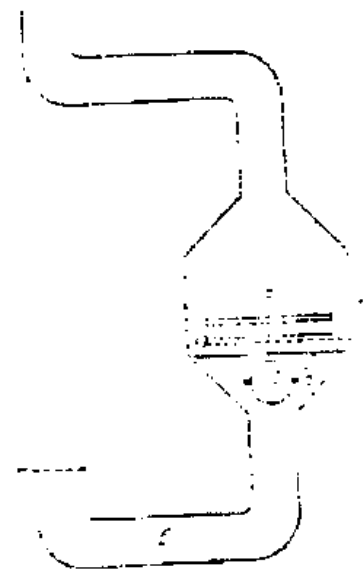
Nach der Vereinigung ist die Emulsion mittels eines vorgewärmten Scheidetrichters von Luftbläschen zu befreien.

Die Emulsion ist nunmehr fertig und kann auf Glasplatten gegossen werden. Diese sind vorher gut mit Salpetersäure zu reinigen und sorgfältig von Staubteilchen zu befreien. Der Gießvorgang erfolgt am besten aus einem Glaskolben. Beim Gießen nimmt man die etwas vorgewärmte Platte in die linke Hand, den Kolben mit der Emulsion in die rechte Hand und bewirkt durch Neigen der Glasplatte die Verteilung der aufgegossenen Emulsion. Ist mehr Emulsion auf die Glasplatte gegossen worden als darauf bleiben soll, was zum Zwecke rascher Verteilung der Emulsion über die Glasplatte meistens notwendig ist, so läßt man soviel wieder abfließen, als zur Erzielung der gewünschten Dicke notwendig erscheint. Die Dicke von 0,04 mm erwies sich als geeignetste. Bei einiger Übung weiß man bald, wie-

viel Emulsion auf der Platte bleiben darf, damit diese Dicke erzielt wird. Darauf werden die Platten auf ein Nivelliergestell gelegt bis die Emulsion erstarrt ist.

Die Schichten müssen nach dem Erstarren so schnell wie möglich getrocknet werden. Zu diesem Zwecke wurden sie in einen Trockenschrank gebracht, der folgendermaßen konstruiert war (Figur 13):

In einen senkrecht stehenden, lichtdicht abgeschlossenen Zylinder *A* aus Schwarzblech ist ein 1/2 pferdiger Elektromotor *B* so eingebaut, daß seine Achse *C* mit der des Zylinders zusammenfällt. An dem oberen Ende der Motorachse ist ein Propeller *D* befestigt, der fast den ganzen Querschnitt des Zylinders ausfüllt. Der Propeller saugt von unten aus einem weiten, gebogenen, innen geschwärzten Rohre *E*, durch das kein Licht eintreten kann, Luft an und treibt sie durch ein ebensolches Rohr oben wieder hinaus. In dem Zylinder, der sich mit einer lichtdicht schließenden Tür öffnen läßt, befindet sich unmittelbar über dem Propeller ein weitmaschiges Drahtnetz *F*. Auf diesem befinden sich Plattenständer, in die die Platten *G* senkrecht eingestellt werden, so daß die Luft von dem Propeller zwischen ihnen hindurch getrieben wird. Die angesaugte Luft wird durch ein Filter *H* aus Metallgaze von Staubteilchen befreit.



Figur 13.

Mit dieser Vorrichtung konnten ca. 20 Platten gleichzeitig in ca. 4 Stunden getrocknet werden.

Ein Auswaschen der Schichten ist im allgemeinen nicht erforderlich. Von Sensibilisatoren wurden Äthylrot, Pinachrom, Pinaverdol, Pinacyanol und Erythrosin benutzt. Von diesen bewährten sich Äthylrot und Pinachrom am besten. Schließlich wurde fast ausschließlich Äthylrot in der von Miethe vorgeschriebenen Konzentration benutzt. Um der Wirkung in der ganzen Tiefe der Schicht sicher zu sein, wurde 20 Minuten gebadet und gewaschen. Nimmt die Schicht die Farbe des Äthylrots nicht merklich an, so muß sie vor dem Sensibilisieren ca. 20 Minuten ausgewaschen werden. Das Auswaschen erfolgt am besten mit destilliertem Wasser und einer Rührvorrichtung, da beim Waschen mit gewöhnlichem Wasser leicht Trübung der Schicht eintritt.

Die Schichten neigen infolge ihres Silbernitratüberschusses zur Schleierbildung, die aber erst 4 oder 5 Tage nach ihrer Herstellung in stärkerer Form auftritt. Aber auch dann noch liefern sie, im ganzen ca. 14 Tage lang, brauchbare Resultate. Auch gründlicheres Auswaschen der Schichten verlängert ihre Lebensdauer nicht wesentlich.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Im folgenden sind die Resultate der Untersuchung noch einmal kurz zusammengestellt.

1. Das Spektralbild der Aufnahme einer homogenen Farbe ist in vielen Fällen nicht einfach eine verbreiterte Spektrallinie, sondern es ist durchsetzt von dunklen Interferenzstreifen, die einen Schluß auf die Anzahl der Elementarspiegel und die Schwächung des einfallenden Lichts beim Durchgang durch einen einzelnen Elementarspiegel ziehen lassen.

2. Die Wellenlänge der wiedergegebenen Farbe wird am meisten durch Fixage und Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Die Verschiebung der Wellenlänge durch die Fixage erfolgt stets in der Richtung kleinerer Wellenlängen und beträgt ca. $6-7\%$. Die Verschiebung der Wellenlänge durch die Luftfeuchtigkeit erfolgt in der Richtung größerer oder kleinerer Wellenlängen, je nachdem die Luftfeuchtigkeit zu- oder abnimmt und beträgt durchschnittlich 1% pro 10% Luftfeuchtigkeitsänderung.

Stimmt die Luftfeuchtigkeit bei der Beobachtung mit der bei der Aufnahme überein und wird die Fixage unterlassen, so beträgt die durchschnittliche Abweichung der wiedergegebenen von der aufgenommenen Wellenlänge noch nicht 1% .

Änderung der Belichtungszeit innerhalb weiter Grenzen und Superposition einer zweiten Periode haben keinen Einfluß auf die wiedergegebene Wellenlänge.

Bei zunehmender Entwicklungszeit macht sich ein geringes Anwachsen der wiedergegebenen Wellenlänge bemerkbar.

3. Die Intensität des Bildes einer homogenen Farbe wächst mit zunehmender Belichtungszeit, erreicht bald ein Maximum und fällt langsam aber beständig wieder ab. Die Messung ergab, daß die Intensität in einem Falle bei ca. 30facher Überlichtung auf den achten Teil ihres Maximalwertes gefallen war. Mit zunehmender Entwicklungszeit verschiebt sich das Maximum der Intensität in der Richtung kürzerer Belichtungszeiten.