

Die Photographie in natürlichen Farben.

Von

k. k. Professor Maximilian Engstler.



Linz 1904.

Buch- und Kunstdruckeret, Verlagsbuchhandlung
E. Mareis, Linz a. D.

GM

I. Kapitel.

Die ersten Versuche zur Darstellung von Photochromien.

Schon in den frühesten Zeiten und bei den rohesten Naturvölkern finden wir das Bedürfnis und Streben, den Gegenständen ihrer Umgebung durch Farben eine ihnen besser zusagende Außenseite zu geben. Aber auch den geistig entwickeltsten Kulturnationen der Gegenwart ist die Farbe ein schwer zu entbehrendes Attribut für den Begriff: Bild.

Es ist daher ganz selbstverständlich, daß mit dem ersten photographischen Bilde auch der Wunsch entstanden ist, die Farbenpracht der Natur, das durch Farben belebte Bild auf der Mattscheibe festzuhalten, und daß seitdem rastlos an der Erreichung dieses Zieles gearbeitet wird.

Man hat dabei zweierlei Wege eingeschlagen, einen direkten und einen indirekten. Mit dem ersteren wollen wir uns vorläufig beschäftigen.

Im Jahre 1810, also 28 Jahre vor der Veröffentlichung der epochemachenden Erfindung Daguerres und Niepoes machte der Professor der Physik an der Universität in Jena Thomas Seebeck die Wahrnehmung, daß das „feuchte Hornsilber“ (Ag Cl) unter dem farbigen Lichte imstande sei, vorübergehend diese Farben anzunehmen, und vermutete, daß diese Erscheinung zum Teile auf einem Oxydationsprozesse beruhe. (Goethes Farbenlehre.)

Ungefähr 25 Jahre später (1835—41) beschäftigte sich der berühmte Astronom und Naturforscher John Herschel gleichfalls mit diesen Erscheinungen und beschrieb dieselben in seinem Werke „Researches on Light“.

Ausführliche Versuche jedoch, durch Belichtung von Silberchlorid, respektive Silbersubchloriden Farben zu erhalten, wurden von dem französischen Physiker Alexandre Edmonde Becquerel unternommen und in den *Annales de Chimie et de Physique* 3^{me} Serie Tome 22, 25 und 42 (1849—1855) veröffentlicht. Auch er benützte als farbige Bestrahlungsquelle das Sonnenspektrum. Becquerel versuchte auf die verschiedenste Art und Weise, die lichtempfindliche Schichte herzustellen, und zwar durch Räuchern einer Silberplatte mit Chlor, durch kurzes Baden einer Silberplatte in Chlorwasser oder Kupferchloridlösung und schließlich auf elektrolytischem Wege, indem er eine vollkommen reine Silberplatte in verdünnte Salzsäure (1:8) einsenkte und nachher die Salzsäure durch den elektrischen Strom zersetzte. Für je 45cm^2 Silberschichte war ein Bunsen-

element erforderlich. Nach einer Vorbildung unter einem dunkelroten und dunkelblauen Glase erfolgte die eigentliche Farbenbestrahlung der Platte, welche in kurzer Zeit die Spektralfarben wiedergab, aber nicht besonders intensiv und nicht fixierbar. Niepce de Saint Victor schilderte in den Comptes rendus de l'académie des Sciences, Paris 1851—1866, und in den Bulletins de la Société Française de Photographie (1866 ff.) in 5 Memoiren die Resultate seiner Versuche über farbige Photographie. Bei seinen Experimenten verwendete er jedoch nicht das Sonnenspektrum als farbige Lichtquelle, sondern durchsichtige farbige Bilder, Körper etc. Er stellte seine lichtempfindliche Schichte durch Baden von Silberplatten in Natriumhypochlorit, Abspülen, Trocknen und Erhitzen her und überzog hierauf die Platten mit einer Lösung von Bleichlorid in Dextrin oder Benzoetinktur.

Nach der Belichtung (zirka 8—10 Minuten) folgt ein nochmaliges Erwärmen der Platten. Die Bilder sind recht unvollkommen. Man erhält kein reines Weiß, keine Farbenwahrheit (z. B. geben Mischfarben aus Gelb und Blau nur die photochemisch stärker wirkende Farbe wieder) und auch die Haltbarkeit ist eine sehr beschränkte. Hier sollen auch die farbigen Abdrücke auf Papier und Glas erwähnt werden, die Testud de Beauregard in Paris in den Sitzungen der Société Française de Photographie am 15. Juni 1855 und 17. April 1857 vorlegte. Seine Versuche besitzen aber kein wissenschaftliches Interesse. Von viel größerer Bedeutung sind die Arbeiten A. L. Poitevins in Paris, der die schon bekannte Eigenschaft des Silbersubchlorides, bei Belichtung die Spektralfarben anzunehmen, in der Weise zu verbessern suchte, daß er dem Silbersubchlorid lichtempfindliche Substanzen hinzufügte, welche auf die Färbung desselben keinen störenden Einfluß ausüben, sondern sie im Gegenteil günstig beeinflussen und zum Teil selbst farbige Schichten bilden. Als solche lichtempfindliche Körper verwendete er $K_2Cr_2O_7$ und um die Reaktion zu befördern $CuSO_4$; seine in den Bulletins de la Société Française de Photographie, 1866, Band XII, angegebene Vorschrift lautet folgendermaßen:

„Auf dem mit einer Schichte von violetter Silbersubchlorid vorher präparierten photographischen Papiere trage ich mittelst eines Pinsels auf seiner Oberfläche folgende Mischung auf: 1 Volumen einer wässerigen 5prozentigen Lösung von Kaliumbichromat, 1 Volumen einer konzentrierten Lösung von Kupfervitriol und 1 Volumen einer wässerigen Lösung von Kaliumchlorid. Das trockene Papier verwahre ich unter Lichtabschluß; es hält sich mehrere Tage hindurch brauchbar.“ (H. Krone, Darstellung in natürl. Farben etc. 1894, Weimar.)

Der Zusatz von KCl bezweckte, die vorhandenen Weißen zu erhalten, wurde aber bei späteren Versuchen weggelassen, weil sich zeigte, daß es die Haltbarkeit ungünstig beeinflusse. Auch die Darstellung des Silbersubchlorides wurde von ihm geändert. In einer zweiten Mitteilung an die Société Française de Photographie vom 27. Dezember 1866 beschreibt er unter anderem auch die Darstellung des violetten Silbersubchlorides wie folgt:

„Ich stelle auf nicht albumiertes, photographisches Rohpapier eine Schichte von gewöhnlichem Chlorsilber her, indem ich jedes Blatt einzeln und von einer

Seite auf einem Bad von 10%iger Natriumchloridlösung und nach dem Trocknen auf einem Silberbad von 8%igem Silbernitrat schwimmen lasse. Ich erreiche diesen Zweck mit gleichem Erfolge auch auf folgende Weise: Mittelst eines breiten Pinsels bestreiche ich eine der beiden Seiten eines Papieres mit einer Mischung von gleichen Teilen folgender Lösung: *a*) eine gesättigte Lösung von Kaliumbichromat und *b*) eine Lösung von Kupfersulfat (1:10) in Wasser. Ich lasse das Blatt im Dunkeln trocknen; darauf lege ich es mit der präparierten Seite auf das Silbernitratbad. Es bildet sich rothes chromsaures Silber. Ich wasche nun mit viel Wasser, um den Überschuß von Silbernitrat zu entfernen, und füge dem letzten Wasser tropfenweise gewöhnliche Salzsäure hinzu, bis der rote Niederschlag von Silberchromat sich in weißes Chlorsilber umgewandelt hat. Diese beiden Arten der Darstellung des Chlorsilbers sind gleich gut.

Um das violette Silbersubchlorid daraus darzustellen, verfähre ich folgendermaßen: Ich gieße in die Schale, welche das gesilberte Blatt unter Wasser getaucht enthält, eine kleine Quantität einer 5%igen Lösung von Zinnchlorür. Für jedes Quartblatt bedarf es ungefähr 20 cm^3 . Ich belichte jetzt das Blatt, ohne es aus dem Bade zu nehmen. Es ist besser im Schatten als im Sonnenschein zu belichten. Seine Oberfläche färbt sich sofort und nach 5 bis 6 Minuten hat sie den gewünschten dunkelvioletten Ton angenommen. Länger darf man das Licht nicht einwirken lassen, denn man würde sonst einen grauschwarzen Ton erhalten, welcher für die Farbenherstellung gänzlich ungeeignet ist. Nach der Belichtung wird das Blatt in reichlichem und öfters gewechseltem Wasser gewaschen und im Dunkeln getrocknet. In diesem Zustande ist es für Licht sehr wenig empfindlich und kann lange Zeit aufbewahrt werden.“ (H. Krone.)

Als Fixiermittel war eine sehr verdünnte Sublimatlösung, mit etwas Schwefelsäure angesäuert, am vorteilhaftesten.

Bald nach diesen Publikationen Poitevins beschäftigte sich Dr. Wilhelm Zenker in Berlin eingehend mit diesem Verfahren und gab darüber in seinem bekannten Lehrbuch über Photochromie (Berlin 1868) eine ausführliche Schilderung, wobei er manche Verbesserungen anführte.

Er wies darauf hin, daß nach dem Silbernitratbade ein gründliches Waschen unbedingt nötig sei und daß man hierauf ohne Trocknen sofort die Reduktion des Chlorsilbers durch die salzsaure Zinnchlorürlösung zu Silbersubchlorid durchführen könne. Als Sensibilierungsbad verwendete er eine Mischung konzentrierter Lösungen von Kaliumbichromat und Kupfersulfat im Verhältnis 1 : 2. Er stellte die Meinung Poitevins, daß das Kaliumbichromat nur als Oxydationsmittel wirke, dahin richtig, daß das Kaliumbichromat in erster Linie die Aufgabe habe, das durch die Reduktion frei werdende Chlor aufzunehmen. Er fand das feuchte Papier viel lichtempfindlicher als das trockene und unterdrückte beim Kopieren die Einwirkung der ultravioletten Strahlen durch Einschaltung eines Strahlenfilters, wozu er eine angesäuerte Lösung von Chininsulfat benützte. Hermann Krone, Professor an der königl. sächsischen technischen Hochschule zu Dresden, experimentierte zu derselben Zeit nach dem Poitevinschen Verfahren und beschrieb dasselbe ausführlich in der Deutschen

Photographen-Zeitung 1891, Nr. 36. Er machte bereits von den Verbesserungen Zenkers Gebrauch, nur ersetzte er die Chininsulfatlösung durch vollkommen gereinigtes Petroleum.

Später wurde auch von anderen Männern, wie 1873 von Saint Florent in Paris, 1890 von Vereß in Klausenburg, 1891 von dem Schweizer Gelehrten Raphael Kopp in Münster und schießlich von dem bekannten und verdienstvollen Forscher auf dem Gebiete der Photographie Eduard Valenta, k. k. Professor an der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien (Phot. Korrespondenz, September 1892), versucht, nachdem Poitevinschen Grundsätzen farbige Bilder herzustellen. Professor Valenta arbeitete nach dem verbesserten Verfahren von Kopp, wobei es ihm gelungen sein soll, recht gute Spektralbilder auf weißem Grunde zu erhalten, was nach den früheren Methoden nicht möglich gewesen war. Das photographische Rohpapier wird zunächst durch Schwimmenlassen auf Kochsalzlösung, Silbernitratlösung und abermals Kochsalzlösung mit einer Schichte Chlorsilber überzogen, hierauf gut gewaschen und unter einer Lösung von 0.5 bis 1 g Natriumnitrit in 100 cm^3 Wasser im zerstreuten Tageslicht so lange belichtet, bis das Papier eine blau-grüne Färbung angenommen hat. Die blau-grüne Färbung soll nicht überschritten werden. Das gut gewaschene und zwischen Filtrierpapier getrocknete Papier ist lange Zeit haltbar. Um es aber für alle Farben einschließlich weiß und schwarz empfindlich zu machen, muß das blau-grün gesilberte Papier sofort nach dem Waschen in ein Quecksilberbad gebracht werden, welches man auf folgende Weise bereitet: In 100 cm^3 Wasser werden je 15 g Kaliumbichromat und Kupfersulfat gelöst und der kochend heißen Flüssigkeit eine mit Salpetersäure schwach angesäuerte wässerige (so wenig Wasser wie möglich) Lösung von 15 g Merkuronitrat hinzugefügt. Man filtriert nach dem Erkalten den entstandenen roten Niederschlag ab und bringt das Filtrat genau auf 100 cm^3 . In diesem Bade wird sich das Papier entfärben. Es wird nach ungefähr einer halben Minute herausgenommen, nachdem es gut abgetropft hat, in eine Lösung von 3 g Zinkchlorid in 100 g Wasser gebracht und darin bewegt, bis es wieder blau geworden ist. Nun wird es gründlich gewaschen, zwischen Filtrierpapier oberflächlich getrocknet und noch feucht belichtet. Bei richtiger Exposition wird das Gelb und Grün bereits vollkommen deutlich wiedergegeben, während die anderen Farben mit einem gelben Schleier verhüllt erscheinen und erst durch Baden in einer 2%igen wässerigen Schwefelsäure-Lösung in voller Brillanz hervorkommen. Da aber dabei die gelben und grünen Töne zersetzt würden, so müssen diese vorher durch einen Firnis geschützt werden. Die Fixierung geschieht durch Eintauchen in das oben angeführte Quecksilberbad. Hier bleibt das Bild zirka 5 Minuten, wobei die Färbung verschwindet, um in der 2%igen Schwefelsäurelösung wieder zu erscheinen. Nun wird das Bild mit einer klar filtrierten Lösung von arabischem Gummi in 5%iger Schwefelsäure überstrichen. Nach Professor Valenta sollen auch Chlorsilber-Emulsionspapiere, die kein freies Silbernitrat, Silberzitrat etc. enthalten, zu diesem Verfahren verwendbar sein. In neuester Zeit (Phot. Korrespondenz 1903,

Nr. 519) versuchte Hauptmann Emil Hrudnik in Wien zu diesem Zwecke gewöhnliches Zelloidinpapier zu verwenden. Er ließ dasselbe vorher anlaufen, badete es hierauf in einer Lösung von Kadmiumjodid (90 cm^3 dest. H_2O + 6 g Cd J_2 + einige Tropfen H Cl). Unter farbigen Diapositiven erhielt er so komplementäre Farben; benützte er hingegen einfach Jodtinktur, so bekam er die direkten Farben des Originales. Alle bis jetzt angeführten Methoden der Darstellung von farbigen Bildern beruhen auf der Eigenschaft des Silbersubchlorides, unter farbigem Lichte die entsprechenden Farben anzunehmen.

Carey Lea in Philadelphia hat auf Grund seiner dreijährigen Untersuchungen (1885—87) die Behauptung aufgestellt, daß das Licht die Silberhaloide zu an sich unbeständigen Subverbindungen reduzieren und daß diese sofort wieder mit einem Teile der Silberhaloide beständige und verschieden gefärbte Verbindungen bilden. Carey Lea gab ihnen den Namen Photochlorid, Photobromid und Photojodid.

Welche chemische Zusammensetzung das Silbersubchlorid eigentlich besitzt, ist noch nicht sicher festgestellt, wahrscheinlich $\text{Ag}_4 \text{Cl}_2$, möglicherweise auch $\text{Ag}_4 \text{Cl}_3$. (Dammer, Handbuch der anorganischen Chemie Band II/2, Seite 772.) Es bildet sich auf verschiedene Weise, so z. B. durch Einwirkung wässriger Lösungen von Cu Cl_2 , Hg Cl_2 oder Fe Cl_3 auf metallisches Silber (Wetzlar), hauptsächlich aber durch Zersetzung von $\text{Ag}_4 \text{Fl}_2$ mittels H Cl , P Cl_3 , C Cl_4 oder Si Cl_4 . (Guntz.) Welcher Art die bei der Belichtung erzeugten Farben sind, ob Interferenz- oder Körperfarben, das soll später erörtert werden.

Alle Silberphotochromien geben die Farben nicht genau den Naturfarben entsprechend wieder. Es ist eigentlich keine Farbe ganz rein, sondern stets durch Nachbarfarben mehr oder weniger gestört. Dazu kommt noch der Umstand, daß die richtige Kopierzeit für jede Farbe eine andere ist. Das Rot tritt meist zuerst auf, dann folgen die anderen Farben. Belichtet man so lange, daß auch diese genügend stark erscheinen, so bleicht bereits das Rot aus. Der Hauptübelstand aber, der diesen Bildern anhaftet, ist die geringe Haltbarkeit, denn eine Fixierung wie bei den gewöhnlichen photographischen Bildern, welche die unzersetzten Silberverbindungen zu entfernen hat, ist nicht möglich, weil das Silbersubchlorid beim Behandeln mit Fixiernatron in Silberchlorid und metallisches Silber zerfällt.

Haltbare, d. h. fixierbare Farbenbilder herzustellen, gelang zuerst G. Lippmann.

II. Kapitel.

Das Lippmann-Verfahren.

Am 2. Februar 1891 legte Dr. Gabriel Lippmann, Professor an der Sorbonne in Paris, der Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung vor, in welcher er eine neue Art der Darstellung von Photographien in natürlichen Farben schildert. Als wesentliche Bedingung, um die Farben zu erhalten, betrachtet

er die Kontinuität der lichtempfindlichen Schichte und das Vorhandensein einer reflektierenden Fläche im Kontakte mit dieser Schichte. Die Kontinuität wird erreicht durch die Abwesenheit des Kornes. (Von Prof. Wiener wiederlegt.) Nach der Lippmannschen Theorie muß nämlich die Korngröße gegenüber der Wellenlänge der blauen Lichtstrahlen (0·000486—0·000430 *mm*) verschwindend klein sein. Nachdem mit der Vergrößerung des Kornes die Lichtempfindlichkeit zunimmt, so besitzen die gewöhnlichen hochempfindlichen Bromsilber-Emulsionsplatten des Handels ein bedeutend größeres Korn, nämlich 0·003—0·004 *mm* und sind daher zum Lippmann-Verfahren nicht geeignet. Die reflektierende Fläche hinter der lichtempfindlichen Schichte wird durch Quecksilber gebildet, welches man in einer eigens konstruierten Kassette hinter der Glasplatte eingießt. Die Belichtung, Entwicklung und Fixierung wird wie bei gewöhnlichen Platten durchgeführt. Es erscheinen die Farben erst auf der trockenen Platte, und zwar sind dieselben nur im reflektierten Lichte sichtbar, während die Durchsicht ein aus den Komplementärfarben gebildetes Negativ zeigt. Wir haben daher beim Lippmannschen Verfahren folgende Momente zu berücksichtigen:

1. Die Herstellung einer geeigneten lichtempfindlichen Platte.
2. Die reflektierende Fläche.
3. Die Belichtungszeit.
4. Die Entwicklung und Fixage.

Ursprünglich benützte Lippmann zur Herstellung der lichtempfindlichen Schichte ein altes Verfahren von Taupenot, indem er mit Kolloidum überzogene Glasplatten zuerst auf Silbernitrat schwimmen ließ und nach dem Waschen mit jodiertem Eiweiß überzog. Die Platten haben ein sehr feines Korn, aber sehr geringe Empfindlichkeit. Später ersetzte er das Jodsilber durch Bromsilber. Die Glasplatten wurden mit einer Albuminschichte versehen, der $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ % Bromkalium zugesetzt war, und nach dem Trocknen zwei Minuten hindurch in einer Lösung von 10 Teilen Silbernitrat und 10 Teilen Eisessig in 100 Teilen Wasser sensibilisiert. Auch diese Platten sind wenig empfindlich, besonders für die gelben und orangeroten Strahlen. Dies kann zum Teil ausgeglichen werden durch Anwendung eines Cyaninbades (0·2 g Cyanin in fünf Liter Wasser). In neuester Zeit benützt Lippmann auch Gelatine-Emulsionen.

Prof. Lippmann versuchte erst, die spiegelnde Fläche durch eine versilberte Glasplatte zu ersetzen und auf diese dünne Silberschichte die lichtempfindliche Substanz direkt aufzutragen, da jedoch die Silberschichte vom freien Jod angegriffen wurde, so ließ er diese Idee fallen und gebrauchte eine Hinterkleidung von flüssigem Quecksilber. Die lichtempfindliche Schichte muß direkt auf dem Quecksilber aufliegen, weshalb die Glasseite dem Objektiv zugewendet erscheint. Das Quecksilber wird bei jeder Aufnahme in die Kassette eingegossen und nach derselben wieder entleert. Die Füllung erfolgt durch eine unten befindliche Öffnung, da sonst durch den Anprall der schweren Quecksilberteilchen auf dem Bilde leicht Schlieren und sternförmige Figuren entstehen. Auch muß das Metall vollkommen rein sein und womöglich jedesmal

frisch filtriert werden. Wichtig ist eine richtige Belichtungszeit. Um eine stets gleichstarke Lichtquelle zu besitzen, benützte daher Lippmann eine elektrische Bogenlampe von 800 Kerzen Leuchtkraft. Zur Hervorrufung bediente er sich einer 1^o/₁₀igen Pyrogallollösung und vollendete die Entwicklung in einer schwach alkalischen Pyrogallollösung, der etwas Bromkali zugesetzt war. Nach dem Abspülen folgt Fixage in einer Lösung von 15 g Na₂ S₂ O₃ in 100 cm³ Wasser.

Die Publikationen Professor Lippmanns erregten begreiflicherweise allgemein großes Interesse und es wurde von einer Reihe von Forschern versucht, sein Verfahren zu vervollkommen. Charles B. Twing veröffentlichte im Beiblatt der Annalen für Physik und Chemie 1891 den Vorschlag, eine farbenempfindliche Kollodionschichte zu verwenden, und berichtet, daß man so ein ganz zartes, schwach blau opalisierendes Häutchen erhalte, welches bei einer Belichtung von zirka 20 Minuten in der Sonne schon ohne Entwicklung ein deutliches Bild liefern soll. Für die Kollodionschichte gibt er nachstehende Vorschrift: 25 g Kalmiumbromid werden in 280 cm³ Alkohol gelöst und 5 cm³ Salzsäure hinzugesetzt. Von dieser Mischung werden 5 cm³ mit 40 cm³ Äther und 2 g Pyroxilin gemischt und durch tropfenweisen Zusatz von alkoholischer Silbernitratlösung (1:10) lichtempfindlich gemacht. Das Gießen der Platten wird sofort durchgeführt, ohne erst die Bildung einer Emulsion abzuwarten.

Eine besondere Modifikation des Lippmannschen Verfahrens publizierte Professor Hermann Krone, der bekannte Forscher auf dem Gebiete der Farbenphotographie, 1892 in einem Aufsatz der Deutschen Photographenzeitung: „Erfahrungsnotizen über Farbenphotographie des Spektrums.“ Er benützte statt der spiegelnden Quecksilberfläche die „Zickzackspiegelung“ an der Innenseite der Glasplatte zur Erzeugung stehender Lichtwellen.

Seine lichtempfindlichen Albuminschichten stellte er auf folgende Weise her: Zu 130 cm³ Albumin werden 4¹/₃ cm³ Bromkaliumlösung (1:10) und 4¹/₃ cm³ stärkstes Ammoniak hinzugefügt. Nun wird tüchtig gequirit, bis der Schaum steif geworden. Dann läßt man es 12 Stunden absetzen. Vollkommen reine Glasplatten werden mit der klaren Flüssigkeit gleichmäßig überzogen. Nach dem Trocknen werden die Platten zirka zwei Minuten auf 60° C erwärmt und hierauf in der schon bei Lippmann erwähnten, mit Essigsäure angesäuerten Silbernitratlösung gesilbert. Man wäscht gründlich und bringt nun die Platten bei vollständigem Lichtabschluß ungefähr drei Minuten in ein Sensibilierungsbad, für welches Krone vorschlägt:

Destilliertes Wasser	200 cm ³
Chinolinrotlösung (1:500)	1·6 cm ³
Cyaninlösung (1:500)	0·4 cm ³
2 ^o / ₁₀ Ammoniaklösung	3·0 cm ³

Nun läßt man abtropfen und erwärmt wie früher im Trockenschranke auf 60° C. Wichtig ist, daß die Platten bei derselben Temperatur belichtet werden, bei der sie aufbewahrt wurden. Als Entwickler benützte Krone:

Lösung A. Alkohol	100 cm^3
Pyrogallol	10 g
Lösung B. Destilliertes Wasser . .	300 cm^3
Krist. Ammoniumkarbonat	50 g
Lösung C. Destilliertes Wasser . .	100 cm^3
Bromkalium	10 g

Zum Gebrauche werden für jede 18×24 Platte frisch gemischt: 60 cm^3 Wasser + 1,5 cm^3 A + 40 cm^3 B + 30 Tropfen C.

Nach dem Waschen wird in frischer Natriumthiosulfatlösung (1:5) fixiert, nochmals gründlich gewaschen (zuletzt mit destilliertem Wasser) und getrocknet.

Prof. Ed. Valenta beschäftigte sich gleichfalls sehr eingehend mit diesem neuen Verfahren. (Phot. Korrespondenz, September 1892.) Als Einbettungssubstanz benützte er Gelatine.

10 g Gelatine und 6 g Silbernitrat werden in 300 cm^3 destilliertem Wasser gelöst, ebenso 20 g Gelatine und 5 g Bromkalium in 300 cm^3 destilliertem Wasser. Beide Lösungen werden auf 35° C abgekühlt und dann wird in einem absolut dunklen Raume die erste Lösung unter beständigem Umrühren langsam in die zweite gegossen, wobei man eine milchige, schwach opalisierende Flüssigkeit erhält.

Um eine Vergrößerung des Kornes, das sogenannte „Reifen“ der Emulsion zu verhindern, gießt man die Mischung sofort bei Vermeidung jeder Temperaturerhöhung in zirka einen Liter 90⁰/₁₀₀igen Alkohol und rührt mit einem Glasstabe bis zum Ankleben der Gelatine.

Nun wird die Emulsion möglichst fein zerschnitten, kurze Zeit in kaltem, fließendem Wasser gewaschen, in ein Glasgefäß gebracht, auf 600 cm^3 aufgefüllt, bei sehr niedriger Temperatur geschmolzen und durch italienischen Hanf (mit KOH gereinigt) filtriert. Um die Farbenempfindlichkeit zu steigern, werden zu je 100 cm^3 Emulsion zirka 2 cm^3 eines Gemisches von 1 Teil Erythrosinlösung (1:500) und 2 Teile Cyaninlösung (1:500) hinzugefügt. Ohne diesen Farbenzusatz sind die Platten fast nur für Blau empfindlich (zwischen F und G). Statt der erwähnten Farbenmischung kann man auch Vogels Azalin (ungefähr 4 cm^3 Lösung 1:500 zu je 100 cm^3 Emulsion) benützen.

Zur Steigerung der allgemeinen Empfindlichkeit empfiehlt Valenta kurz vor der Belichtung Baden der Platten in einer Lösung von 5 g Ag NO₃ in 1000 cm^3 Alkohol, dem zirka 5 g Eisessig zugefügt wurden.

Die allgemeine Empfindlichkeit kann erhöht werden durch kurzes Digerieren von je 300 cm^3 Emulsion mit 1 g Na₂ SO₃.

Professor Valenta hat auch in ähnlicher Weise Chlorsilber-Emulsionen hergestellt, die sich durch besonders feines Korn auszeichneten, natürlich aber dementsprechend weniger empfindlich waren. Durch Zusatz von 1,5 cm^3 Cyaninlösung zu je 100 cm^3 Emulsion erhielt er Platten, die sich besonders für Rot, Gelb und Grün (zwischen C und E) empfindlich zeigten.

Zum Entwickeln verwendete Valenta:

Lösung A. H ₂ O destilliert	400 cm ³
Pyrogallol	4 g
HNO ₃	6 Tropfen.
Lösung B. H ₂ O	400 cm ³
KBr	10 g
einfaches Ammonsulfit	12 g
NH ₃ (d = 0·91)	14 cm ³ .

Zum Gebrauch mischt man 1 Teil A mit 2—3 Teilen B und 12—14 Teilen H₂ O. Mit sehr gutem Erfolge bediente sich Valenta auch des Lumièreschen Entwicklers in nachstehend veränderter Form:

Lösung A. H ₂ O	100 cm ³
Pyrogallol	1 g.
Lösung B. H ₂ O	200 cm ³
KBr	20 g
NH ₃ (d = 0·96 bei 18° C)	67 cm ³ .

Es werden je 10 cm³ A mit 20 cm³ B und 70 cm³ H₂ O gemischt. Fixiert wird am besten in einer 4 bis 5%igen Cyankaliumlösung, wobei nicht nur schwacher Schleier entfernt, sondern auch die Brillanz der Farben erhöht wird.

Valenta führt auch an, daß Platten, welche in dem bekannten sauren Fixierbad fixiert wurden, nach dem Waschen verstärkt werden können, wenn man sie zuerst in einer schwachen Sublimatlösung bleicht, wäscht und hierauf im Amidolentwickler schwärzt. Dann sind aber die Farben nur auf der Schichtseite bemerkbar, in der Durchsicht und auf der Glasseite ist das Bild braunschwarz gefärbt. Ein Jahr später veröffentlichten auch die Brüder August und Louis Lumière in Lyon die Resultate ihrer Versuche, obwohl schon früher (1892) Louis Lumière in einer Sitzung der Société des sciences industrielles in Lyon Spektrumbilder vorzeigte, die an Farbenpracht alles bisher dagewesene weit übertrafen.

Die lichtempfindliche Substanz stellten sie auf folgende Weise her:

A. Wasser destilliert	400 g
Gelatine	20 g
B. Wasser destilliert	25 g
Bromkalium	2·3 g
C. Wasser destilliert	25 g
Silbernitrat	3 g

Die Lösung A wird in zwei gleiche Teile geteilt und diese Teile zu B und C hinzugefügt. Nun wird im Dunkeln Lösung C in Lösung B gegossen und mit einem geeigneten Sensibilisator (Chinolinrot, Erythrosin, Eosin oder Methylviolett) versetzt. Auch hier darf aus den schon früher angeführten Gründen eine Temperatur von 40° C nicht überschritten werden.

Die Mischung wird filtriert (durch Hanf), und werden die frisch gegossenen Platten, um die lichtempfindliche Schichte recht dünn zu erhalten, auf eine

Zentrifuge gebracht, wodurch die Fliehkraft, die überschüssige Gelatinemasse entfernt wird. Nach dem Erstarren werden die Platten vorerst in Alkohol getaucht, hierauf im Wasser gewaschen und getrocknet. Vor der Belichtung kommen die Platten in folgendes Bad:

Wasser destilliert	200 cm^3
Silbernitrat	1 g
Konzentrierte Essigsäure	1 cm^3 .

Durch dieses Bad wird sowohl die Empfindlichkeit als auch die Schönheit der Farbe erhöht, allein die Haltbarkeit der unbelichteten Platten herabgedrückt, so daß sie sogleich verwendet werden müssen.

Als Entwickler benützten die Gebrüder Lumière:

A. Wasser destilliert	100 g
Pyrogallol	1 g
B. Wasser destilliert	100 g
Bromkalium	10 g
C. Ammoniak ($d = 0.96$ bei $18^\circ C$).	

Man mischt 10 Teile A + 15 Teile B + 5 Teile C + 70 Teile Wasser. Der vorgeschriebene Gehalt an Ammoniak ist wichtig für den Glanz der Farben. Nach der Entwicklung und nach darauffolgendem Waschen werden die Platten zirka 10 bis 15 Sekunden in einer 5%igen Cyankaliumlösung fixiert. Zur Unterdrückung der Wirksamkeit der ultravioletten Strahlen und zur Herabminderung der Wirkung der blauen und violetten Strahlen wurde ein gelbes Strahlenfilter, eine wässrige Lösung von Primulin und Viktoriagelb in einer planparallelen Kuvette vorgeschlagen.

Endlich sind die mühevollen, jahrelangen Versuche zu erwähnen, welche der auf dem Gebiete der Farbenphotographie so verdienstvolle Dr. med. Rud. Neuhaus in Berlin ausgeführt hat. (Siehe dessen Buch: „Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren“. Neue Untersuchungen und Ergebnisse. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle an der Saale 1898.)

Er benützte sowohl Eiweißplatten als auch Eiweiß-Gelatineplatten und Gelatine-Emulsionsplatten. Am leichtesten und sichersten gestaltet sich nach seiner Angabe das Arbeiten mit Eiweißplatten. Das von allen Unreinigkeiten, Flocken usw. vollständig gereinigte Eiweiß von drei Hühnereiern wird mit einem reinen Holzquirl so lange gequirlt, bis der entstandene Schnee fest geworden ist. Darauf läßt man es stehen und gießt das Eiweiß, das sich als leicht getrübe Flüssigkeit absetzt, ab. Es empfiehlt sich, dem Eiweiß vor dem Quirlen eine 10%ige Bromkaliumlösung, etwa 2 cm^3 (Krone) oder auch dieselbe Menge einer 10%igen Jodkaliumlösung hinzuzufügen. Ebenso wird durch den Zusatz von 2 bis 3 cm^3 Ammoniak ($d = 96$) das Eiweiß haltbarer und ist leichter zu filtrieren. Nicht jedes Eiweiß gibt immer günstige Resultate. Dr. Neuhaus hat die Entdeckung gemacht, daß das mit Ammoniak versetzte und einige Monate aufbewahrte Eiweiß, welches eine klare, gelbe Flüssigkeit darstellt, besonders schöne, leuchtende Farben lieferte. Das von den Platten ablaufende über-

schüssige Eiweiß läßt sich noch einmal verwenden, wenn es filtriert wird, was am besten mittelst eigener Filtrierflaschen und Gebläse vorgenommen wird. Nach bekanntem Verfahren gründlich gereinigte Glasplatten übergießt man mit diesem Eiweiß, breitet dasselbe mit einem Glasstabe gleichmäßig aus und läßt den Überschuß abfließen. Dann wird die Schichte auf der Zentrifuge gleichmäßig verteilt und auf einer genau horizontalen Marmorplatte in warmer, staubfreier Luft getrocknet.

Die Schichte soll nicht zu dünn sein. Die Platten sind unbegrenzt haltbar. Die angegebene Eiweißmenge reicht für 100 Platten aus. Die Sensibilisierung erfolgt bei gelbem oder rotem Licht in nachstehender Lösung und währt zirka 2 Minuten.

Wasser dest.	100 cm^3
AgNO ₃	10 g
Conz. CH ₃ COOH	10 cm^3

Nach gründlichem Waschen (15 Minuten) kommen die Platten in folgendes Farbbad:

Wasser dest.	200 cm^3
Alkohol. Cyaninlösung (1:500)	1 cm^3

Darin beläßt man die Platten zirka 3 Minuten und bringt sie sofort in in zweites Farbbad, bestehend aus:

Wasser dest.	200 cm^3
Alkohol. Erythrosinlösung (1:500)	1 cm^3

Auch hier läßt man die Platten zirka 3 Minuten, entfernt hierauf die überschüssige Flüssigkeit auf der Zentrifuge und stellt die Platten im Dunkeln vertikal zum Trocknen auf. Dr. Neuhaus erwähnt, daß absolute Dunkelheit bei der geringen Lichtempfindlichkeit der Platten nicht unbedingt nötig sei, ja daß er sogar bei Tageslicht ohne Schaden die Farblösungen angewendet habe. Die Silbernitratlösung kann wiederholt benützt werden, nur muß sie vollkommen klar (Kaolinerde in die Flasche) sein und der Essigsäurezusatz von Zeit zu Zeit erneuert werden. Die Farbbäder sollen nur einmal gebraucht werden. Hervorgerufen wird mit Lumièreschem Entwickler, nur mit der Änderung, daß das Ammoniak nicht sogleich, sondern allmählich zuzusetzen ist. Noch bessere Resultate erhielt Dr. Neuhaus mit dem Kroneschen Pyrogallol-Entwickler, setzte aber den Bromkaliumzusatz auf 12 bis 14 Tropfen herab, da dieser zu sehr verzögernd wirkt. Entwicklungsdauer 15 bis 20 Minuten. Fixiert wird in einem sauren Fixierbade, doch nicht zulange, da sonst die Farben leiden würden, ja bei längerer Einwirkung verschwinden könnten. Nach dem Waschen werden die letzten Flüssigkeitsteilchen auf der Zentrifuge abgeschleudert und die Platte mit Alkohol übergossen, um das Trocknen zu beschleunigen. Die Eiweißplatten liefern sehr schöne Spektralbilder, geben aber die Mischfarben sehr schlecht wieder.

Diese sind allerdings manchmal auf der Rückseite sichtbar, woraus Dr. Neuhaus den Schluß zog, daß durch die oberste, dem Quecksilber zugeneigte

Schichté die Mischfarben verdeckt würden und daß sie vielleicht durch Beseitigung dieser obersten Schichte zum Vorschein kommen würden.

Er versuchte die Entfernung dieser Schichte durch Baden in einer 1‰ige Sublimatlösung, wodurch dieselbe gebleicht und durchsichtig wurde. Bedeutend günstigere Erfolge erhielt er jedoch dadurch, daß er die Platten für wenige Sekunden in folgenden Abschwächer eintauchte:

Lösung A: Wasser destilliert	250 <i>cm</i> ³
Na ₂ S ₂ O ₃	50 g
Lösung B: Wasser destilliert	50 <i>cm</i> ³
K ₃ Fe Cy ₆	10 g

Zum Gebrauche mischt man 10 *cm*³ A mit einigen Tropfen B und verdünnt mit 150 *cm*³ Wasser. Um die Vorzüge der Eiweißplatte, Leichtigkeit der Darstellung von Spektren, mit den Vorzügen der Gelatineplatten, Möglichkeit der Wiedergabe von Mischfarben, zu verbinden, versuchte Dr. Neuhaus auch die Herstellung von Gelatine-Eiweißplatten, indem er zu je 30 *cm*³ fertiger Gelatine-Emulsion, deren Darstellung später beschrieben wird, ungefähr 7 *cm*³ Eiweiß hinzusetzte. Um das stets eintretende Ablösen der Schichte beim Auswaschen zu verhindern, wurde in Eiweiß Zucker aufgelöst, und zwar für je 100 *cm*³ der Mischung 5 g Saccharose. Die weitere Behandlung war dieselbe wie bei den Eiweißplatten, nur wurde eine wässerige Erythrosinlösung benützt. Der Erfolg blieb jedoch weit hinter den Erwartungen zurück. Die besten Resultate erhielt Dr. Neuhaus durch die Anwendung reiner Gelatine-Emulsionsplatten. Die zahlreichen Versuche, die der genannte Forscher mit diesen Platten unternahm, zeigen am besten, wie unvollkommen und unsicher eigentlich das Lippmannsche Verfahren ist und welchen Einfluß die Gelatine auf die Farbenbildung hat. Die im Jahre 1894 gekaufte Emulsionsgelatine ergab ganz günstige Erfolge. Nachdem diese Gelatine verbraucht war, mußte Dr. Neuhaus zirka 3 Jahre vergeblich mit den verschiedensten Gelatinen herumexperimentieren, bis es ihm gelang, wieder eine brauchbare Platte zu erhalten. Es hat sich gezeigt, daß die absolute Reinheit der Gelatine keine Notwendigkeit sei, denn jene Gelatine, mit welcher Dr. Neuhaus nun die besten Resultate erzielte und die er bei Lautenschläger in Berlin erwarb, war eine ganz gewöhnliche, für den Hausgebrauch bestimmte. Es ist meines Wissens noch nicht wissenschaftlich bestimmt worden, welche Ursachen die Gelatine für das Lippmann-Verfahren brauchbar oder unbrauchbar machen. Die Emulsion wurde nach Professor Valenta hergestellt; nur mischte Dr. Neuhaus geringere Mengen, um das teure Silbernitrat zu sparen.

Lösung A: Wasser destilliert	70·0 g
Gelatine	2·5 g
Lösung B: Wasser destilliert	5·0 g
Ag NO ₃	1·5 g
Lösung C: Wasser destilliert	75·0 g
Gelatine	5·0 g
K Br	1·5 g

Nach dem Aufquellen im kalten Wasser wird die Gelatine geschmolzen und A auf 37° C, B auf 35° C abgekühlt. Nun wird Lösung B in Lösung A gegossen und diese Mischung sofort im Dunkeln tropfenweise und unter stetem Umrühren zur Lösung C hinzugefügt. Sodann setzt man noch folgende Farblösung zu:

Alkohol. Erythrosinlösung (1:500) . . . 1 cm³
Alkohol. Cyaninlösung (1:500) 2 cm³

Die Emulsion muß vollkommen glasig und durchsichtig sein und dient zum Guß von zirka zwei bis drei Dutzend Platten. Mehr Platten herzustellen, empfiehlt sich nicht, da durch das später nötige Erwärmen ein „Reifen“ der Masse stattfindet, welches die Bildung der Interferenzfarben unmöglich macht. Die Emulsion wird mittelst einer Gießflasche rasch filtriert und aufgegossen. Die Platten läßt man auf einer horizontalen Marmorfläche erkalten und wäscht sie sogleich, bevor sie noch völlig aufdrocknen, weil sonst durch die Kristallisation der überschüssigen Salze die Schichte verletzt würde. Das von Professor Valenta vorgeschriebene Alkoholbad wird von Dr. Neuhauß vermieden, um nicht den Farbstoff aus der Schichte zu lösen. Die Luftbläschen werden durch einen kräftigen Wasserstrahl entfernt. Nun wird noch $\frac{1}{4}$ Stunde gewaschen, mit der Zentrifuge behandelt und getrocknet. Die trockenen Platten, die lange haltbar sind, müssen vollkommen glasklar sein, wenn sie brauchbare Bilder geben sollen. Zum Hervorrufen dient der Lumièresche Entwickler. Es wird die ganze Menge Ammoniak sofort angewendet, damit das Bild rasch erscheint. Langsame Entwicklung beeinträchtigt die Farbenschönheit. Die Bromsilber-Gelatineplatten geben leuchtendere Spektren als die Eiweißplatten, diese aber mehr geschlossene. Es eignen sich daher für Spektralaufnahmen die Eiweißplatten, für Mischfarbenaufnahmen die Gelatineplatten besser. Kalb und Neuschwender (Chemikerzeitung 1900, Seite 1004) wollen durch Einbrennen platinirtes Porzellan herstellen und darauf die Lippmannsche Emulsion auftragen, um dadurch den Quecksilberspiegel zu vermeiden.

Dr. Lüppo Cramer veröffentlicht im Ederschen Jahrbuch 1901, Seite 23 ff., verschiedene Beobachtungen über das Lippmann-Verfahren. Er kommt unter anderem zu dem Schluß, daß es ganz überflüssig sei, die Lippmannschen Bilder zu fixieren, wenn aber schon fixiert werden soll, so möge wenigstens das äußerst giftige Cyankalium vermieden werden. Nach Dr. Lüppo Cramer soll das Cyankaliumbad gegenüber dem Fixiernatron durchaus keinen Vorzug besitzen, ja im Gegenteil die Bilder stärker angreifen. Um zu verhindern, daß das Fixiernatron die Bilder zerstöre, soll ein Zusatz von Natriumbisulfit gemacht werden, denn zur Lösung des Silbers ist nach den Untersuchungen von Sexton (Eders Jahrbuch 1897, Seite 414), Haddon etc. eine Oxydation oder Schwefelung nötig, die durch das Natriumbisulfit zurückgehalten wird.

Abweichend von Dr. Neuhauß, fand Dr. Lüppo Cramer, daß die Lippmann-Bilder schon nach 30 Sekunden langer Einwirkung von verdünnter Salpetersäure ($d = 1.15$) gelöst würden, wodurch die metallische Natur der Farbenbilder

wieder bewiesen erscheint. Dr. Neuhaus berichtet ferner in der „Photographischen Rundschau“ 1901, Seite 100 ff., über einige Verbesserungen bei der Herstellung der Lippmannschen Bilder. Um zu verhindern, daß, wie es so häufig vorkommt, das grüne Laub etc. zu gelb erscheint, empfiehlt der genannte Forscher den Zusatz von Glycinrot zur Emulsion. Da auch durch zu rasches Entwickeln solche gelb-grüne Töne entstehen, schlägt Dr. Neuhaus vor, entweder den üblichen Lumièreschen Entwickler mit der zehnfachen Menge Wasser zu verdünnen oder aber einen verdünnten Amidolentwickler zu verwenden. Solche Bilder müssen stets verstärkt werden, und zwar werden die Bilder bedeutend schöner, wenn diese Verstärkung vor dem Fixieren erfolgt. Man wird also die Platten nach dem Entwickeln waschen, in Sublimatlösung bleichen, abermals waschen und in Amidol schwärzen. Nun wird erst fixiert. Die lästigen Schlieren, die oft auf der dem Quecksilber zugewandten Seite entstehen, lassen sich nach Professor Lippmann leicht beseitigen, wenn man die Bilder zirka $\frac{1}{2}$ —1 Minute über ein Gefäß legt, in dem sich Jod befindet. Durch die Joddämpfe wird Metalljodid gebildet und dieses ist in Natriumthiosulfat löslich. Zur Entfernung schädlicher Reflexe an der Rückseite der Bilder sollen dieselben entweder mit einem schwarzen Farbstoff (Asphaltlack, Beinschwarz etc.) hinterkleidet oder noch besser mit einer schwarzen Spiegelglasplatte hinterlegt werden.

Nach einer Mitteilung der „Photographischen Rundschau“ 1903, Seite 96, soll es einem gewissen S. Belknap, Hargreaves, Indianapolis, gelungen sein, das Lippmann-Verfahren in der Weise zu verbessern, daß man das ursprüngliche Farbbild durch einfaches Kopieren beliebig vervielfältigen könne.

In den Bulletins de la Soc. Photogr. 1903, Seite 343, wird der Arbeitsvorgang eines H. Godde veröffentlicht, der einen Preis der photographischen Gesellschaft in Frankreich für die besten Lippmann-Bilder erwarb. Die Gelatine-Emulsionsplatten wurden nach Lippmann bereitet. Die Platten werden kurz vor der Belichtung entweder in einer Mischung von 40 cm^3 absol. Alkohol, 0.6 cm^3 10%iger wässriger Silbernitratlösung und 2 Tropfen Essigsäure oder in einer Mischung von 100 cm^3 destilliertem Wasser, 3 cm^3 wässriger 10%iger Silbernitratlösung und 1 cm^3 Ammoniak ($d = 0.96$) gebadet. In der ersteren Lösung sollen die Platten 10—15 Sekunden, in der zweiten hingegen 1 Minute verbleiben. Nimmt man Lösung 1, so werden die Platten rasch trocknen und können sofort gebraucht werden.

Bei Lösung 2 währt das Trocknen längere Zeit, hingegen besitzen die Platten doppelte Empfindlichkeit gegenüber den früher erwähnten und sind auch länger (1 Woche) haltbar. Die Entwicklung erfolgt in einem Pyrogallol-entwickler nachstehender Zusammensetzung:

Lösung A. Wasser destilliert	100 cm^3
KBr	6 g
NH ₃ ($d = 0.96$)	12 cm^3
Lösung B. Wasser destilliert	100 cm^3
Pyrogallol	1 g

Man mischt unmittelbar vor Gebrauch 10 cm^3 B mit 100 cm^3 Wasser und 2 cm^3 A. Wenn das Bild schwach sichtbar ist, wird es sofort herausgenommen, gewaschen und in Fixiernatron (15:100) fixiert. Hierauf wird in 1 $\%$ iger Sublimatlösung gebleicht, abermals gewaschen und mit Amidol verstärkt. Der Amidolentwickler ist folgendermaßen zusammenzusetzen:

Wasser destilliert	100 cm^3
Natriumsulfit	10 g
Amidol	1 g

Zum Gebrauche wird mit der zehnfachen Wassermenge verdünnt.

Schließlich sollen noch jene Versuche angeführt werden, die bezwecken, Lippmannsche Photochromien ohne Anwendung von Silberhaloiden zu erhalten.

In der Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften vom 24. Oktober 1892 zeigte Professor Dr. Lippmann auch Farbbilder vor, welche er mit Albumin- oder Gelatineschichten bekam, denen Kaliumbichromat beigefügt war. Nach der Belichtung in der Quecksilberkassette wurde einfach mit Wasser entwickelt, ähnlich wie beim Kohledruck. Die Farben sind sehr leuchtend, aber nur auf feuchten Bildern sichtbar. Wichtig ist, daß in der Durchsicht die Komplementärfarben deutlich wahrzunehmen sind, was bei den Gelatine-Emulsionsplatten nicht immer zutrifft.

Saint Florent (Phot. Works, 7. April 1893) benützte die Lichtempfindlichkeit einer Gelatineschichte, welche in nachstehender Lösung gebadet wurde:

Wasser destilliert	1000 cm^3
Fe Cl ₃	10 g
Zitronensäure	5 g.

Dr. Lüppo Cramer (Eders Jahrbuch 1901, Seite 33 ff.) versuchte eine Mischung von Ammoniumferricitrat, Silbernitrat und Gelatine. Er erhielt dadurch eine vollkommen kornlose, lichtempfindliche und glasklare Schichte. Die Resultate waren jedoch nicht zufriedenstellend.

Haben auch die Bilder, welche nach den Lippmannschen Grundsätzen hergestellt werden, den Vorzug der Fixierbarkeit, so haften ihnen dennoch zahlreiche Fehler an. Nicht nur, daß das Gelingen von einer Fülle von Umständen, wie Dicke der Schichte, Temperatur beim Trocknen, entsprechende Gelatine, vollkommen reines Quecksilber usw. abhängig ist, daß die Farben durch geringe Ursachen, wie Anhauchen, verändert werden und nur unter einem gewissen Winkel betrachtet werden dürfen, das Verfahren leidet auch darunter, daß die Naturähnlichkeit der Farben noch viel zu wünschen übrig läßt und daß die kornlose Emulsionsplatte einen sehr geringen Grad von Empfindlichkeit zeigt. Aufnahmen von Naturobjekten können deshalb nur in günstiger Jahreszeit bei Sonnenbeleuchtung gemacht werden und ist auch hier eine Expositionszeit von 5—15 Minuten nötig. Bei grauen Wolken steigert sich die Belichtungszeit auf 2—3 Stunden. Es ist also die nächste Aufgabe der Forscher, eine größere Lichtempfindlichkeit der Schichte zu erreichen.