

Über
die Photographie
in natürlichen Farben.

Von
E. Valenta.

Vortrag, gehalten den 22. Februar 1893.

(Mit Projectionen.)

Zur Herstellung von Photochromien, d. i. Photographien in natürlichen Farben, wurden bisher verschiedene Wege eingeschlagen. Der erste beruht auf der Eigenthümlichkeit des Silbersubchlorides, einer Verbindung von Silber und Chlor, unter dem Einflusse von farbigem Lichte sich so zu verändern, dass die Farben wiedergegeben werden.

Diese Eigenschaft des Silbersubchlorides ist schon sehr lange bekannt und findet man die ersten Andeutungen über diesen Gegenstand in einem Buche, das nur von wenigen Menschen gelesen wird, nämlich in Goethes Farbenlehre, in welchem von Seebeck (1810) die Thatsache constatiert wird, dass feuchtes „Hornsilber“ (Chlorsilber) im farbigen Lichte unter gewissen Bedingungen die entsprechenden Farben annimmt.

Das Silbersubchlorid, dessen Existenz von den Chemikern lange geleugnet wurde, aber heute bereits sichergestellt ist, ist eine Verbindung von Silber und Chlor, welche doppelt so viel Silber enthält als das gewöhnliche Silberchlorid. Es wurde von Guntz, welcher neuester Zeit erst das Silberfluorid entdeckte, aus diesem Salze durch Einwirkung von Chlorwasser-

stoff als chemisches Individuum rein dargestellt und dadurch alle Zweifel glänzend widerlegt.

Das Silbersubchlorid (von Carey-Lea Photochlorid genannt) entsteht, wenn man auf überschüssiges Silber Chlor oder gewisse Chloride (Ca Cl_2 , $\text{Fe}_2 \text{Cl}_6$ etc.) einwirken lässt.

Bequerel und nach ihm Nièpee stellten in der Weise ihre farbenempfindlichen Platten her: sie setzten Silberplatten oder versilberte Kupferplatten der Wirkung des Chlores im Status nascens aus, wodurch sich dieselben mit einer dunklen Schicht von Silberchlorür überzogen, oder badeten die Platten in einer Lösung von Kupfer oder Eisenchlorid, wobei Silberchlorür und Eisen- oder Kupferchlorür entsteht.

Die auf die eine wie auf die andere Art behandelten Platten geben, besonders wenn selbe früher erwärmt werden, die natürlichen Farben des Sonnenspectrums recht gut wieder, das Bild verschwindet am Lichte aber wiederum; es ist nicht fixierbar.

Poitevin benützte die zweite Darstellungsweise von Silberchlorür; er verwendete keine Platten, sondern Papier, welches er durch Baden in Kochsalzlösung und darnach in Silbernitrat mit einer Schicht von Chlorsilber überzogen hatte und verwandelte das Chlorsilber in Silberchlorür, indem er dieses Papier mit der Schicht nach oben, unter Lösungen von Zinnchlorür etc. dem diffusen Tageslichte aussetzte. Das Papier wird bei dieser Behandlung blauviolett gefärbt, indem das Silberchlorid Chlor an das Zinnchlorür abgibt und

sich in Silberchlorür verwandelt; es ist dann farbenempfindlich geworden. Poitevin erkannte, dass gewisse Bäder die Farbenempfindlichkeit solcher Papiere zu steigern vermögen; er wandte zu dem Zwecke Mischungen von Kupfersulfat- und Kaliumbichromatlösung an.

Die nach dem Verfahren Poitevins erzielten Bilder sind im allgemeinen sehr wenig haltbar, und alle Mittel, dieselben haltbarer zu machen, zu fixieren, erwiesen sich bisher als unbrauchbar.

Vor einigen Jahren versuchte Veres in Klausenburg mittels Silberchlorür, welches er in Form einer Emulsion auf Papier auftrug, nach den Poitevin'schen Principien farbige Bilder herzustellen, welche Arbeiten aber noch bis heute nicht zum Abschlusse gelangt sind.

Im Jahre 1891 war es ein Schweizer Gelehrter namens Kopp in Münster, welcher das Poitevin'sche Verfahren wieder aufgriff und es in einer Weise modificierte, dass man der Hoffnung Raum gab, vielleicht doch auf diesem Wege das Ziel zu erreichen. Kopp starb im vergangenen Jahre, und ich will im Folgenden sein Verfahren wiedergeben, mit welchem es mir gelungen ist, recht gute Spectralbilder auf weißem Grunde zu erhalten, was ich mit keinem der früheren Verfahren zu erreichen im Stande war. Kopp überzieht sein Papier durch Schwimmenlassen auf Kochsalzlösung, Silberlösung und abermals Kochsalzlösung mit einer Schichte Chlorsilber, wäscht hierauf gut aus und belichtet unter folgender Lösung mit diffusem

Tageslichte so lange, bis das Papier eine blaugrünliche Farbe angenommen hat.

Chlorzink	0·15 g
Schwefelsäure	2 Tropfen
Wasser	150 g

Die blaugrüne Farbe darf nicht überschritten werden. Das Papier wird nun gewaschen und zwischen Fließpapier getrocknet. Es hält sich so lange Zeit. — Um es für alle Farben, einschließlich Weiß und Schwarz, empfänglich zu machen, verfährt man wie folgt. Man löst heiß

reines zweifach chromsaures Kali .	15 g
reines schwefelsaures Kupferoxyd .	15 g
Wasser	100 cm ³

Ferner pulvert man 15 g salpetersaures Quecksilberoxydul, löst es in einem Minimum schwach mit Salpetersäure angesäuerten Wassers und gießt es unter Rühren in die obige kochende Lösung. Es bildet sich ein rother Niederschlag, von dem man nach dem Abkühlen die Flüssigkeit abfiltriert und durch Wasserzusatz oder Eindampfen genau 100 cm³ daraus macht. Diese Lösung hält sich verschlossen gut. Das blaue Silberpapier wird eine halbe Minute in dieselbe getaucht, wobei es sich entfärbt, und dann nach gutem Abtropfen in eine 3⁰/₀ige Chlorzinklösung gebracht, bis es unter Bewegen wieder blau wird. Dann wird es gut in laufendem Wasser gewaschen, zwischen Fließpapier ober-

flächentrocken gemacht und noch feucht exponiert. Nach der durch Erfahrung leicht zu lernenden Belichtung ist das Gelb und Grün bereits vollkommen deutlich; die anderen Farben aber sind mit einem gelben Schleier verhüllt und müssen erst entwickelt werden. Da aber die gelbe und grüne Farbe dieser Behandlung nicht widerstehen, müssen die betreffenden Stellen erst durch einen Firnisüberzug geschützt werden. Nach jedem Lackauftrag muss derselbe über Feuer erwärmt werden, um sich gleichmäßig auszubreiten. Nachdem alles vollkommen trocken ist, taucht man das Bild unter Bewegen in ein Entwicklungsbad, welches aus 2⁰/₁₀iger Schwefelsäure in Wasser besteht. Alle Farben, sowie das Weiß erscheinen darin in voller Brillanz. Man wäscht nun schnell in fließendem Wasser und trocknet zwischen Fließpapier. Um nun das Bild zu fixieren, taucht man es noch 5 Minuten in das Quecksilberbad, in welchem die Farben verschwinden, und dann nochmals in das Hervorrufungsbad, bis sie wieder erscheinen. Man stellt nun eine Lösung von Gummi arabicum mit 5⁰/₁₀iger Schwefelsäure her, und überzieht mit der klaren filtrierte Lösung das Bild.

Zur Herstellung des farbenempfindlichen Silberchlorürpapieres bediente ich mich anfänglich der Kopp-schen Methode, bei welcher das Anlaufen am Lichte unter einer sehr verdünnten Chlorzinklösung erfolgt. Bei einer Versuchsreihe, dieses Anlaufenlassen des gesilberten Papieres unter anderen Agentien vor sich

gehen zu lassen, fand ich, dass eine Lösung von Natriumnitrit in Wasser (0.5—1 g in 100 cm^3 Wasser) günstiger wirkt. Es lassen sich bei sonstiger Einhaltung der Kopp'schen Vorschriften mit derartigem Papiere gute Farbenbilder des Sonnenspectrums erhalten, während bei Verwendung von Glasbildern Gelb und Blau häufig sehr mangelhaft erscheinen, was seinen Grund in dem Umstande haben dürfte, dass die Farben dieser Bilder größtentheils Mischfarben sind.

Das Gelb, welches unter Glasbildern meist rein erhalten wird, ist wohl auf nicht ausgewaschenes chromsaures Kali zurückzuführen und entspricht keineswegs dem photographischen Gelb; dagegen kommt diese Farbe bei Spectrumbildern gut kenntlich. Die Bilder sind leider bis jetzt nicht fixierbar.

Trotz aller Unvollkommenheit der Methode ist es ein schönes Experiment, zu sehen, wie rasch das Ausbleichen des sensibilisierten Papiere von Blaugrau in Hellgelb unter dem Einflusse von weißem Lichte und das Entstehen ähnlicher Farben, welche sich bekanntlich nicht ganz mit den natürlichen decken, vor sich geht. Die von mir hergestellten Photochromien des Sonnenspectrums erhielt ich bei weit geöffnetem Spalte unter Anwendung eines Steinheil'schen Spectroskopes à vision directe und Aufstellung einer Sammellinse von 10 cm Durchmesser in 30 Minuten, und war die Farbenwiedergabe entschieden besser als bei den nach Poitevin oder Vallot hergestellten Papieren.

Bemerkenswert ist, dass der Kopp'sche Process auch auf Chlorsilberemulsionen anwendbar ist, nur dürfen dieselben keinen Überschuss an Silbernitrat oder Citrat etc. enthalten. Ist die Emulsion deshalb nicht gleich vom Anbeginne mit Chloridüberschuss hergestellt, so muss das betreffende Papier¹⁾ mit verdünnter Salzsäure und Chlorzinklösung behandelt werden; das Anlaufen der Chlorsilberemulsion im Lichte behufs Bildung von violettem Silberchlorür kann durch Zusatz von Hydrochinon zur Emulsion befördert werden. Zinnsalz- oder Natriumnitritlösungen, unter denen das Anlaufen sich vollzieht, wirken auch hier günstig; das so gewonnene farbenempfindliche Emulsionspapier wird gewaschen, getrocknet und vor dem Gebrauche, wie oben erwähnt, mit der Quecksilberchromlösung sensibilisiert.

Zenker hat zur Erklärung des Auftretens der Farben bei den erwähnten Bildern eine Theorie aufgestellt, welche ich im Folgenden hier wiedergeben will.

Nach der nunmehr allgemein als giltig angenommenen Undulationstheorie findet sich im Raume überall eine sehr feine unwägbare Materie, der Lichtäther, dessen unendlich feine Theilchen von einem leuchtenden Körper zu Schwingungen angeregt werden, die sich mit großer Schnelligkeit (41.500 Meilen pro Secunde) von Äthertheilchen zu Äthertheilchen fortpflanzen.

¹⁾ Solche Papiere sind bekanntlich die Auscopierpapiere mit Chlorsilbercollodion (Celloidinpapiere).

Die so entstehenden Lichtwellen gleichen einigermaßen den Wellen auf der Oberfläche eines stagnierenden Gewässers, und wie bei diesen die einzelnen Theilchen eigentlich nur auf- und abvibrieren, die Wellenlinie aber ihre gegenseitige Lage in jedem Augenblicke darstellt, so entstehen auch die Wellen des Lichtäthers nur durch einfaches Hin- und Hervibrieren der einzelnen Äthertheilchen, und es werden dann auch die Lichtwellen von Spiegelflächen zurückgeworfen wie die Wasserwellen von einem Bollwerk und schreiten alsdann wie diese nach einer anderen Richtung fort. Freilich sind, um diesen Vergleich fortzusetzen, auch viele Unterschiede vorhanden.

Lässt man einen Strahl weißen Lichtes ein dreiseitiges Glasprisma passieren, so wird derselbe in viele farbige Lichtstrahlen zerlegt, welche, auf einer weißen Wand aufgefangen, ein continuierliches Farbenband, das Spectrum, darstellen. Die farbigen Lichtstrahlen unterscheiden sich voneinander durch die verschiedene Länge der Lichtwellen und die durch dieselbe bedingten verschiedenen Schwingungszahlen derselben. Die am rothen Ende befindlichen Lichtstrahlen haben die größte Wellenlänge und schwingen die Äthertheilchen hier am langsamsten, gegen das violette Ende des Spectrums zu wächst die Schwingungszahl der Äthertheilchen und werden die Lichtwellen kürzer. Im sogenannten ultravioletten Theile des Spectrums, welcher für das Auge nicht mehr sichtbar ist, sind die Wellen am kürzesten und die Schwingungen am schnellsten.

Die chemische Wirkung der einzelnen farbigen Lichtstrahlen ist abhängig von ihrer Wellenlänge, respective von der Intensität der Schwingungen. Sie nimmt gegen das violette Ende des Spectrums hin zu und ist am geringsten im rothen Theile. Wenn man nun berücksichtigt, dass alle farbigen Strahlen des Spectrums chemisch wirksam sind, so werden dieselben, wenn deren Wellen in einen lichtempfindlichen Körper eindringen, bei gleicher Intensität in gleicher Weise wirken müssen. Jeder Strahl, von welchen Wellen er sein möge, muss aber, wenn er eine lichtempfindliche Schicht passiert, nach einander die sämtlichen Theilchen, welche auf seinem Wege liegen, eins wie das andere in Bewegung setzen und hiebei in gleicher Weise verändern. So kann also wohl eine allgemeine Nachdunklung, Färbung oder ein Ausbleichen erfolgen, aber diese Wirkung muss bei allen farbigen Strahlen dieselbe sein. Eine Unterscheidung der Farben ist hiebei undenkbar.

Die Sachlage verändert sich aber sofort, wenn den eintretenden Strahlen auch wieder austretende von derselben Art entgegenkommen, d. h. wenn wir den Umstand ins Auge fassen, dass bei allen photographischen Processen die kommenden Strahlen auch wieder reflectiert werden. In diesem Falle begegnen sich also zwei Wellensysteme gleicher Art, und es tritt jene Erscheinung auf, welche wir mit dem Namen „Stehende Wellen“ bezeichnen.

Es werden sich hiebei gewisse Ruhepunkte bilden,

an denen der Wegunterschied des kommenden und des reflectierten Strahles eine ungerade Zahl halber Wellenlängen betragen muss. Für die dort liegenden Äthertheilchen ist der Antrieb nach der einen Seite ebenso groß wie der Antrieb nach der anderen Seite und sind diese Punkte je eine halbe Wellenlänge voneinander entfernt. Kennen wir daher die Lage eines dieser Punkte, so finden wir leicht jene der anderen Ruhepunkte und erhalten in der Weise ein System von Ruhepunkten, zwischen denen die Schwingungen der Äthertheilchen gleichzeitig lebhaft vor sich gehen; am stärksten sind diese Schwingungen in der Mitte zwischen zwei Ruhepunkten, denn hier sind beide von den Wellensystemen ausgeübte Impulse stets im gleichen Sinne gerichtet. Die Wirkungen müssen sich daher addieren, wie die dort viel höher ansteigenden Wellenlinien beweisen. Diese Punkte größter Oscillation, welche wir Maximumpunkte nennen wollen, haben natürlich untereinander Abstände von einer halben Wellenlänge.

Die Entstehung der Farben in der Silberchlorürschicht erklärt nun Zenker in folgender Weise: Die chemische Einwirkung der farbigen Strahlen findet vorerst dort statt, wo das Maximum der Bewegung vorhanden ist, also in den Maximumpunkten, von denen sie nach beiden Seiten hin sich ausbreitet, während in den Ruhepunkten der stehenden Wellen gar keine Veränderung des Silberchlorüres eintritt. Zenker nimmt an, dass der bei Veränderung des Silberchlorüres

auf den Bequerel'schen Platten unter dem Einflusse des farbigen Lichtes ausgeschiedene Körper jedenfalls kräftig reflectiert, und es ist natürlich, dass in diesem Falle die glänzenden Theilchen in einem Systeme von Ebenen ausgeschieden werden, deren Abstand voneinander eine halbe Wellenlänge des jeweilig einwirkenden farbigen Lichtstrahles entspricht.

Wie soll nun aber die Verschiedenheit in der Lagerung der ausgeschiedenen glänzenden Partikelchen bewirken, dass die verschiedenen Theile der Platte farbig erscheinen, und zwar immer in jenen Farben, von denen sie zuvor belichtet wurden?

Dies erfolgt nothwendig, wenn die Platte von weißem Lichte bestrahlt wird, und beruht auf demselben Vorgange wie das Erscheinen der Farben dünner Blättchen.

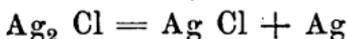
Betrachten wir zu dem Behufe Strahlen von identischer Wellenlänge. Indem dieselbe von allen Schichten dieser Silberpünktchen her zurückgeworfen werden, beträgt der Gangunterschied der Strahlen, die von zwei aufeinanderfolgenden spiegelnden Punktschichten reflectiert werden, zwei halbe Wellenlängen. Sie werden also, nachdem sie das System der Punktschichten verlassen haben und dem Auge zueilen, den Äthertheilchen übereinstimmende Impulse geben. Solche Strahlen addieren, wie erwähnt, ihre Wirkungen und werden daher die Farbe von der betreffenden Wellenlänge kräftig zum Ausdrucke bringen.

Für die übrigen Strahlen des weißen Lichtes,

welche eine größere oder kleinere Wellenlänge haben, wird der Gangunterschied der von zwei aufeinanderfolgenden Punktschichten reflectierten Strahlen größer oder kleiner sein als eine Wellenlänge des identischen Strahles, sie werden daher nicht in übereinstimmenden Phasen zurückkehren. Wo die einen schon emporsteigen, steigen die anderen noch herab; solche Strahlen schwächen einander und werden sich, wenn die Anzahl der reflectierenden Strahlen und damit die Phasendifferenz der einzelnen Strahlen nur groß genug ist, sogar völlig auslöschen. Es bleiben also von sämtlichen Farbenstrahlen des weißen Lichtes nur jene übrig, deren Wellenlänge mit der jener Strahlen übereinstimmt, welche die Punktschichte erzeugt haben. — Man wird also überall die identische Farbe sehen.

Dass die Farben, welche mit Hilfe von Silberchlorür erhalten werden, am Lichte nicht haltbar sein können, geht aus dem Gesagten wohl klar hervor, da neben den veränderten die Lamellen darstellenden Partikelchen noch Silberchlorür vorhanden ist, welches sich am weißen Lichte schwärzt und dadurch das farbige Bild vernichtet.

Eine Fixage, wie sie bei gewöhnlichen photographischen Bildern üblich ist, gelingt bei diesen Bildern aus dem Grunde nicht, da das Silberchlorür beim Behandeln mit Fixiernatron in Silberchlorid und metallisches Silber zerfällt nach der Gleichung



und nur das Silberchlorid gelöst wird, während das

ausgeschiedene Silber die gesammte Schicht unregelmäßig durchsetzt. Es verschwindet das Bild daher beim Fixieren, und es hinterbleibt nur eine allgemeine Trübung des Mediums.

Die Bildung stehender Wellen mit Maximis und Minimis der chemischen Wirkung bei in sich reflectierten Strahlen hat Dr. Wiener in Straßburg im Jahre 1890 experimentell mit Hilfe der Photographie nachgewiesen, ohne auf die Farben Rücksicht zu nehmen.

Professor Lippmann in Paris gründete darauf ein Verfahren zur Herstellung von Photochromien, welches gestattet, die Farben zu fixieren, und welches daher haltbare Bilder liefert.

Im Jahre 1891 legte derselbe der „Académie des Sciences“ in Paris die Resultate seiner Forschungen vor. Während Bequerel, Poitevin, Kopp u. a. mit Silberchlorür arbeiteten und daher mit den genannten Übelständen zu kämpfen hatten, schlug Lippmann einen anderen Weg ein. Er führte die Bildung der geschilderten Punktschichten in der Weise herbei, dass er eine Glastafel mit einer lichtempfindlichen jod- oder bromsilberhältigen Schichte überzog, dieselbe mit der Schichtseite auf Quecksilber legte, sie also mit einer spiegelnden Schichte par excellence hinterkleidete und dann der Wirkung des Sonnenspectrums aussetzte. Um auf diese Weise farbige Bilder zu erhalten, welche im Sinne von Zenkers Theorie durch die Erscheinung der Farben dünner Blättchen wirken, ist es vor allem nothwendig: 1. Jod- oder Bromsilber in einem Medium

so feinkörnig auszuscheiden, dass der Durchmesser eines Kornes verschwindend klein gegenüber der Wellenlänge der violetten noch sichtbaren Strahlen ist, 2. einen Entwickler für das latente Bild zu verwenden, welcher die belichteten Halogensilbertheilchen zu weißen glänzenden Silbertheilchen reduciert.

Lippmann bediente sich, um der ersten Bedingung gerecht werden zu können, zuerst der von Taupenot herrührenden Methode zur Herstellung seiner empfindlichen Schichte. Das Verfahren Taupenots besteht darin, dass man eine Glasplatte mit Collodion überzieht, welches im Silberacetatbade empfindlich gemacht wird, dann wird die Platte abgespült, mit gewöhnlichem jodierten Eiweiß überzogen und trocken gelassen. Die trockenen Platten erhalten einige Tage vor dem Gebrauche ein neues Silberbad, wodurch sie erst ihre nun genügende Empfindlichkeit erlangen.¹⁾

Diese Trockenplatten sind sehr feinkörnig, aber gegenüber unseren gewöhnlichen Trockenplatten sehr unempfindlich.²⁾ Lippmann setzte sie in einer eigens hiezu construierten Cassette der Wirkung des Spectrums aus, indem er die empfindliche Schichte mit dem Quecksilber in Berührung brachte und durch das Glas der Platte hindurch belichtete. Es erfolgt nun die Ein-

¹⁾ Siehe Eder, Handbuch der Photographie, 1885, II. Theil, S. 315.

²⁾ Um seine Platten für Roth und Grün empfindlich zu machen, verwendete Lippmann Lösungen von Cyanin und Azalin als sogenannte Sensibilisatoren.

wirkung der hiebei gebildeten stehenden Lichtwellen auf die Halogensilbertheilchen im Sinne von Zenkers Theorie und beträgt die Entfernung der einzelnen Theilchen eine halbe Wellenlänge jener Lichtstrahlen, welche die Bildung stehender Wellen veranlassten.

Als Entwickler benützte Lippmann die sauren Gallusentwickler, wodurch er eine sehr weiße spiegelnde Schicht und dadurch brillante Farben nach dem Fixieren (mit Fixiernatron), Waschen und Trocknen erhielt.

Die Belichtung führte Lippmann in einer eigens hiezu construierten Quecksilbercassette durch; eine ähnliche Cassette habe ich für Versuche, welche ich mit Lippmanns Methode auf Bromsilber-Gelatineplatten durchführte, construiert und hat sich dieselbe als praktisch erwiesen. Sie besteht aus einer Holz-cassette mit gewöhnlichem Schieber, in welche die eigentliche Cassette aus Eisen eingelegt wird. Diese letztere besteht aus einer Eisenplatte mit Vertiefung zur Aufnahme von Quecksilber und einem Rahmen mit Spannvorrichtung ebenfalls aus Eisen, beide an den Auflagestellen mit Kautschukdichtungen versehen, Zwischen diesen Rahmen und das Quecksilbergefaß wird die Platte eingelegt und mit der Schichte nach unten (gegen die Eisenplatte) an die Auflager gepresst. In der Eisenplatte befinden sich zwei Löcher, welche mit Schrauben verschlossen sind und zum Einfüllen des Quecksilbers dienen.

Da die von Lippmann anfangs verwendeten Jod-silber-Albuminplatten sehr unempfindlich sind, be-

nützte derselbe später statt dieser Platten Bromsilber-Albuminplatten, welche eine weit größere Empfindlichkeit besitzen.

Sensibilisiert wurden dieselben ebenfalls mit Azalin- und Cyaninlösungen und dauert die Exposition zwischen 5 und 30 Secunden, wenn kein Farbfilter verwendet wird, was auch nicht nothwendig erscheint.

Lippmann ist nun weiter gegangen; er hat gezeigt, dass sich nicht nur die reinen Spectralfarben, sondern auch Mischfarben mittels seines Verfahrens gut wiedergeben lassen. Er legte der Pariser Akademie der Wissenschaften am 25. April 1892 vier Bilder vor, welche ebensoviele farbige Gegenstände sehr getreu wiedergaben, nämlich eine in vier Farben, Gelb, Blau, Grün und Roth, ausgeführte Glasmalerei, ferners einen Teller mit Orangen, auf denen eine rothe Mohnblume liegt, eine Fahngruppe, ein Papagei. Die Expositionsdauer betrug im Sonnenlichte 5—10 Minuten, während im zerstreuten Tageslichte bei einigen Aufnahmen eine stundenlange Exposition nöthig war. So z. B. bei Aufnahme einer Landschaft, welches Bild übrigens das Grün des Laubes, sowie das Grau der Gebäudesteine gut erkennen ließ, während das Blau des Himmels einer tiefen Indigofärbung entsprechend aussah.

Weitere Versuche mit Lippmanns Verfahren sind von verschiedener Seite gemacht worden. Lumière in Lyon verwendete zur Herstellung von Photochromien nach System Lippmann Bromsilbergelatine-Emulsion,

theilte aber sein Verfahren zur Herstellung derselben nicht mit.

Ich fühlte mich aus diesem Grunde veranlasst, Versuche zur Herstellung von solcher Emulsion anzustellen, welche Versuche zu recht günstigen Resultaten führten. Die gewöhnlichen Bromsilberemulsionen, wie man sie heute zur Fabrication der Trockenplatten verwendet, sind zwar hochempfindlich, haben aber ein so grobes Korn, dass selbe für die Zwecke der Lippmann'schen Photochromien nicht geeignet sind.

Ich trachtete daher, eine Bromsilbergelatine-Emulsion mit sehr feinem Korne herzustellen, und dies ist mir auch nach vielen Versuchen gelungen. Die im Folgenden beschriebene Emulsion hat ein sehr feines, mikroskopisch kaum sichtbares Korn, was zur Herstellung von Lippmann'schen Bildern unbedingt nothwendig ist; man erhält dieselbe, indem man sich zwei Lösungen bereitet:

A.		B.	
Gelatine	10 g	Gelatine	10 g
Silbernitrat . . .	6 „	Bromkalium . . .	5 „
Wasser	300 „	Wasser	300 „

Die Lösung A wird im Dunkelzimmer in die Lösung B gegossen und gut geschüttelt, wobei eine nahezu durchsichtige milchige Flüssigkeit entsteht.

Um dem Reifen und der damit verbundenen Vergrößerung des Kornes vorzubeugen, werden die Lösungen nicht über 40° C. erhitzt und wird die Emulsion

unmittelbar nach dem Mischen in circa 1 l Alkohol gegossen (Umrühren mit einem Glasstabe). Die gefüllte und darauf mechanisch zerkleinerte Emulsion wird nun 12 Stunden in fließendem Wasser gewaschen, dann in ein mit 300 cm^3 Marke versehenes Glasgefäß gebracht, soviel destilliertes Wasser zugesetzt, dass das Gesamtvolumen 300 cm^3 beträgt, und nun im Wasserbade geschmolzen. Die Emulsion muss durch Leder filtriert werden und kann entweder direct oder durch nachträgliches Baden der trockenen Platten unter Anwendung von Cyanin, Erythrosin, Chinolinroth etc. farbenempfindlich gemacht werden.¹⁾

Die Belichtung geschieht in der bereits beschriebenen Quecksilbercassette und dauert bei weitgeöffnetem Spalte des Steinheil'schen Spectroskops unter Anwendung der erwähnten Sammellinse 10 Secunden bis 2 Minuten. Als Entwickler bewährte sich unter den bisher versuchten Entwicklern der folgende am besten:

A.

Pyrogallol	4 g
Wasser	400 „
Salpetersäure	6 Tropfen

¹⁾ Z. B. verwende ich, um die Platten rothempfindlich zu machen, eine Cyaninlösung in Alkohol (1 : 500). Davon werden 2—4 cm^3 zu 100 cm^3 Emulsion gegeben, oder man badet die ungefärbten trockenen Platten im entsprechenden Farbstoffbade (2 cm^3 Cyaninlösung in 100 cm^3 Wasser) in der bekannten Weise durch 2 Minuten.

B.

Bromkalium	10 g
Wasser	400 „
Einfach Ammoniumsulfid	12 „
Ammoniak ($D = 0.91$)	14 cm^3

Man mischt 2—3 Theile von B mit 1 Theil von A und 12—14 Theilen Wasser.

Der Silberniederschlag ist gewöhnlich hell, und es tritt die Bildung der Farben nach dem Fixieren, Waschen und Trocknen lebhaft hervor. Als Fixiermittel eignet sich außer dem sauren Fixiernatronbade eine 2%ige Cyankaliumlösung. Sehr merkwürdig ist die von mir mehrfach gemachte Beobachtung, dass man sehr kurz belichtete und entwickelte Farbenbilder, wenn selbe im Fixiernatron fixiert und gewaschen wurden, verstärken kann. Solche Bilder zeigen ursprünglich fast keine Farben. Legt man selbe in schwache Quecksilberchlorid-Lösung und reduciert nach dem Waschen das weiße Bild mit Amidol + Natriumsulfid-Lösung, so entsteht ein schwarzes Bild, welches nach dem Trocknen ein recht deutliches Farbenbild gibt, dessen Nuance allerdings mit einem direct gewonnenen Lippmann'schen Spectralbilde nicht ganz übereinstimmt; dasselbe zeigt nämlich die Farben nur auf der Schichtseite, in der Durchsicht und auf der Glasseite ist es braunschwarz gefärbt.

H. Krone in Dresden erzielte mit dem Verfahren Lippmanns unter Verwendung von Albuminplatten

sehr gute Resultate; er versuchte auch den lästigen Quecksilberspiegel durch die reflectierende Plattenoberfläche zu ersetzen, was ihm auch gelang; doch zeigte es sich, dass hiedurch die Brillierung der Farben beträchtlich leidet.

Die Lippmann'sche Erfindung ist nicht nur als ein großer Fortschritt auf dem Gebiete der Heliochromie zu bezeichnen, sie ist auch zugleich ein schöner Beweis für die Richtigkeit der jetzt allgemein angenommenen Undulationstheorie. Nur ist diese Methode zur Herstellung von farbigen Bildern in der Praxis heute noch unverwendbar, da sie kostspielige Apparate, lange Belichtungszeiten, sorgfältiges Abstimmen der verwendeten Sensibilisatoren und Entwickler verlangt, um überhaupt Bilder zu erhalten, und andererseits diese Bilder nur Spiegelbilder darstellen.

Endlich ist eine Vervielfältigung auf dem Wege des Copierens bei diesen Bildern nicht ausführbar. Die Photographie in natürlichen Farben ist heute mit dieser Erfindung auf jenen Standpunkt gekommen, auf dem sich die Photographie zur Zeit Daguerres (1839) befand.

Wenn man aber bedenkt, welche Fortschritte die Photographie seit dieser Zeit gemacht hat, so erscheint es gewiss berechtigt, der Hoffnung Raum zu geben, dass die Photochromie ihrer Schwester, nachdem einmal dieser Standpunkt erreicht ist, folgen wird und wir es vielleicht erleben werden Bilder in natürlichen Farben bei jedem Photographen zu erhalten.

Die im Folgenden zu beschreibenden Verfahren, mittels deren es gelingt auf indirectem Wege naturfarbentreue Bilder auf rein chemisch-physikalischem Wege zu erhalten, sind eigentlich keine heliochromischen Methoden im wahren Sinne des Wortes, indem bei ihnen Druckfarben etc. in Verwendung kommen; es sind dies die

Indirecten Verfahren zur Herstellung von Photochromien.

Diese Verfahren gründen sich auf die photographische Zerlegung eines Bildes (Landschaft o. dgl.) in seine Grundfarben, was durch verschiedene farbige Gläser, hinter welchen die Aufnahmen erfolgen, erzielt werden kann.

Der erste diesbezügliche Vorschlag wurde im Jahre 1865 von Ranconnet, einem Österreicher, gemacht, dessen Idee dahin gieng, drei Aufnahmen durch rothe, blaue und gelbe Gläser zu machen, dieselben dann photolithographisch zu übertragen, und unter Verwendung entsprechend gewählter Farben übereinander zu drucken.

Ranconnets Idee konnte nicht praktisch durchgeführt werden, indem es damals noch keine Platten gab, welche genügend farbenempfindlich für gelbe und rothe Strahlen waren.

Erst seit H. W. Vogel im Anfange der Siebzigerjahre und später Eder, Stoffe, welche die photographischen Platten für die verschiedenen farbigen Licht-

strahlen empfindlich machen (Sensibilisatoren), entdeckten, war es möglich die Idee Ranconnets ins Praktische zu übertragen. In Frankreich wurde dies von Cros und Ducos de Hauron versucht, während in Deutschland (München) Josef Albert der erste war, welcher gelungene Versuche mit diesem Verfahren, dem „Dreifarbensystem“, aufweisen konnte.

Albert bediente sich des Lichtdruckes zur Vervielfältigung und wurde von dem kunstsinnigen König von Baiern, Ludwig II., mit Subventionen unterstützt. Seine Versuche hatten zum Theil recht gute Erfolge, doch gelang es ihm nicht, gleichmäßige Resultate zu erzielen. Die Ursache dieser verschiedenen Resultate lag zum Theil in dem Umstande, dass Albert einen einzigen Sensibilisator für seine empfindlichen Platten verwendete, und zwar Eosincolloidion. Das Eosin macht nun die Platten sehr empfindlich für Grün, weit weniger aber für Gelb und am wenigsten für Roth. Albert bediente sich zu den Aufnahmen, welche vom selben Standpunkte aus gemacht wurden, gelber blauer und rother Glasscheiben als Lichtfilter. Hiedurch erhielt er drei Negative, von denen jedes ein Bild dieser Farben in Schwarz darstellt. Wenn man z. B. ein Gemälde oder dgl. durch ein rothes Glas photographiert, so wird das Grün vernichtet und es erscheint nur das übrige schwarz im Negative. Da die Druckplatte nun ein Positiv darstellt, so wird an allen grünen Stellen die Leimschicht der Lichtdruckplatte beim Copieren unlöslich werden und es werden daher diese Stellen

drucken; man muss also zum Einwalzen der mit dem Rothnegativ hergestellten Druckplatte die complementäre Farbe des Roth, also eine grüne, verwenden. Analog verhält es sich mit anderen Farben. Albert verwendete also, zu seinen Drucken die complementäre Farbe zu jener, welche er zur Aufnahme als Lichtfilter benützte. Er wählte seine Druckfarben willkürlich, und erhielt trotzdem Bilder, welche zum Theil als recht gelungen bezeichnet werden müssen.

H. W. Vogel in Berlin hat dieses Verfahren verbessert. Derselbe erkannte die Thatsache, dass die Regel Ducos de Haurons mit den complementären Farben zu jenen der Strahlenfilter, welche bei den Aufnahmen verwendet wurden, zu drucken, als nicht zutreffend, indem der Begriff Complementärfarbe ein schwankender und sehr unsicherer ist. Die Angaben der Physiker gelten nur für die Spectralfarben und sind für Druckfarben absolut nicht zu brauchen, weshalb Vogel das Verfahren wie folgt modificierte. Er verwendete:

1. anstatt eines einzigen optischen Sensibilisators (wie bei Ducos), deren mehrere und zwar jeder für sich in besonderer Platte, so z. B. einen Sensibilisator für Roth, einen für Gelb, einen für Grün, einen für Blaugrün (für Blau ist keinernöthig, da Bromsilber ohnehin blauempfindlich ist.

2. sollen die optischen Sensibilisatoren zugleich die Druckfarbe für die damit gewonnenen Platten bilden, oder aber, wenn die Sensi-

bilisatoren selbst nicht als Druckfarbe dienen können, ihnen spectroscopisch möglichst ähnliche Farben genommen werden.

Die letzte Bedingung wird verständlich, wenn man in Betracht zieht, dass die Druckfarbe die Farbenstrahlen reflectieren muss, welche von betreffender farbenempfindlicher Platte nicht verschluckt werden, oder umgekehrt die Farben nicht reflectieren darf, welche von der farben-gestimmten Platte absorbiert werden.

Dieses Verfahren wurde 1891/92 von H. W. Vogel und E. Vogel weiter ausgearbeitet und erwies Ulrich (am Berliner Lithograph) die Richtigkeit desselben, indem er damit eine Anzahl Naturfarbendrucke herstellte, welche als zum Theile recht gelungen bezeichnet werden müssen. Gegenwärtig wird das Verfahren von der Gesellschaft für Naturfarbenlichtdruck in Berlin ausgeübt und hat Vogel das Recht der Ausführung seines Patenten dem Amerikaner Kurz in New-York für Amerika übertragen.

Dr. E. Albert in München wendet das Dreifarbensystem für den Zinkdruck an. Derselbe bedient sich zur Zerlegung der Halbtöne in Strich und Punkt, wie es für die Zwecke des Zinkdruckes nöthig ist, statt der üblichen gekreuzten Lineaturen (Raster) paralleler Lineaturen, welche bei jeder der drei Aufnahmen um 30° gedreht werden, und erzielte auf diese Weise für die Zwecke der Buchillustration mit dem Dreifarbensystem sehr schöne Resultate.

In Verfolgung eines ähnlichen Gedankenganges, wie derselbe dem Vogel-Ulrich'schen Naturfarben-Lichtdruckverfahren zugrunde liegt, gelangten Leon Vidal in Paris und nach ihm der Amerikaner Frederick C. Ives in Philadelphia zur Zerlegung farbiger Vorbilder in drei Platten für den Projectionsapparat oder die *Laterna magica*.

Die Farbenzerlegung findet in einer mit drei identischen Objectiven versehenen Camera statt, wobei je ein Objectiv, durch Einschaltung eines grünen, orangegelben, beziehungsweise violetten Glases die Primärfarben Gelb, Roth und Blau isoliert. Das Objectiv mit grünem Glase erzeugt ein Bild, aus welchem Roth ausgeschieden ist, durch das orangefarbige Glas wird Blau ausgeschieden und das violette Glas erzeugt ein Bild, in dem die gelbe Farbe fehlt. Die so hergestellten Negative werden in einen mit drei Vergrößerungslinsen versehenen Projectionsapparat gebracht, und das von diesen auf eine helle Fläche geworfene Licht wird durch eingeschobene gefärbte Gläser oder zwischen Glastafeln eingefügte farbige Flüssigkeiten roth, blau und gelb gefärbt. Setzt man nun vor jedem der drei Objective das betreffende Negativ ein und stellt so ein, dass alle Bilder genau aufeinander treffen, so entsteht ein stark vergrößertes, ziemlich getreu dem Vorbilde entsprechendes, leuchtendes Farbenbild. Es ist hiebei zu bemerken, dass die Wahl der Farbstoffe für die Farbfilter zur Isolierung und Wiedervereinigung bedeutende Schwierigkeiten be-

reitet. Die Belichtungsdauer bei der Aufnahme währt etwa zwei Minuten.

Professor Leon Vidal in Paris hat diese Versuche zum erstenmale im Februar 1892 einem zahlreichen Publicum vorgeführt und war so liebenswürdig, mir auf Veranlassung des Herrn Directors Eder die Diapositive, welche er damals benützte, zu überlassen, wodurch es mir möglich wurde, am Schlusse des Vortrages den Anwesenden das Bild eines Blumenstraußes, sowie eines Fächers in den natürlichen Farben mittels dreier Plössl'scher Projectionsapparate gleichzeitig unter Anwendung der entsprechenden Farbenfilter auf eine weiße Wand zu projicieren, welches Experiment den Beweis für die Verwendbarkeit des Vidal'schen Verfahrens in glänzender Weise lieferte, so dass man wohl der Hoffnung Raum geben darf, dass dasselbe sich bald einbürgern wird, wodurch sich die Projectionsapparate, welche sich heute schon allgemeiner Anerkennung als Lehrmittel erfreuen, bald völlig in der Schule und im Vortragssaale als fast unentbehrliches Hilfsmittel erweisen dürften.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Valenta Eduard

Artikel/Article: [Über die Photographie in natürlichen Farben. 419-446](#)