

# SPECTRALANALYTISCHE STUDIEN

ÜBER

## PHOTOGRAPHISCHEN DREIFARBENDRUCK

VON

JOSEF MARIA EDER

IN WIEN.

*Mit 5 Textfiguren und 2 Tafeln.*

---

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. JULI 1902.

---

Das gegenwärtig vielfach praktisch ausgeübte photographische Dreifarbendruckverfahren bietet in seinem photochemischen Theile noch viele Schwierigkeiten. Es sind verschiedene Systeme im Gebrauche, bei welchen die photographische Selection der rothen, gelben und blauen (respective rothen, grünen und blauvioletten) Farbencomponenten eines polychromen Objectes durch farbige Lichtfilter, welche in den Strahlengang des Lichtbildes eingeschaltet werden, unter gleichzeitiger Verwendung verschiedenartiger sensibilisierter photographischer Platten vorgenommen wird.<sup>1</sup> Das Dreifarbendrucksystem wird meistens auf Young, Helmholtz, später Maxwell zurückgeführt,<sup>2</sup> woran sich die weitere Ausbildung der eigentlichen Dreifarbenphotographie durch Ducos du Hauron, Albert, H. W. Vogel und zahlreiche andere Theoretiker und Praktiker anschließt.

Die wichtigste Classe der photographischen Farbensynthesen umfasst die Farbensynthese durch Subtraction (Übereinanderdrucken von gelben, rothen und blauen Druckfarben: Dreifarben-Lichtdruck und Autotypie).

Trotz der vielfachen Bearbeitung dieses Gebietes findet man über die photochemischen Bedingungen bei der Negativerzeugung, selbst wenn man sich für ein und dasselbe System der anzuwendenden Druckfarben entscheidet, widersprechende Angaben. Aus praktischen Gründen wählt man als Druckfarben meistens Chromgelb, Krapplack oder Alizarinrothlack und Berlinerblau (sogenanntes Miloriblau), was einer alten Gepflogenheit der Drucker entspricht und in der Fachliteratur motiviert ist.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vergl. Eder, Ausf. Handbuch der Photographie, Bd. III, 5. Auflage. 1903, S. 693.

<sup>2</sup> Vergl. Grebe, Geschichte der Dreifarbensynthesen. (Zeitschr. f. Reproduktionstechnik 1900, Heft 9 und 10.)

<sup>3</sup> Vergl. Hübl, Die Dreifarbenphotographie, 2. Auflage, Halle a. S. 1902.

Allerdings handelt es sich stets darum, dass man das Farbenspectrum in drei Zonen mittels Lichtfilter zerlegt, welche annähernd den primären physiologischen Farben entsprechen. Die hiernach erzeugten drei verschiedenen Negative, respective Druck-Clichés werden mit Druckfarben gedruckt, welche jenen Lichtfilterfarben, die zur Erzeugung der Negative dienten, complementär sind.

Analysiert man aber die von den Theoretikern vorgeschlagenen Lichtfilter<sup>1</sup> mittels des Spectralapparates, so ergibt sich, dass man bei der photographischen Aufnahme die Farbenzonen in einer der nachfolgenden dreierlei Hauptformen abschneidet:

a) Von Roth bis D, dann die andere im Grün von D bis beiläufig F, unmittelbar daran die dritte Zone im Blauviolett,

b) oder man zerlegt das Spectrum in ähnliche Zonen, lässt sie aber nicht aneinanderstoßen, sondern wählt weitere Spectralbezirke derartig, dass sie in Gelb sowie Grün merklich übergreifen und sich (allerdings mit sinkender Helligkeit) an den Grenzen decken.

c) oder man schlägt den entgegengesetzten Weg ein und macht die drei Farbenzonen so schmal, dass zwischen ihnen sowohl im gelben als im blaugrünen Bezirke Lücken bleiben.

Da die Theoretiker bei ihren Publicationen über Dreifarbendruck selten ihre theoretischen Anschauungen in genügender Weise mittels praktischer Lichtdruck- und Autotypie-Proben erhärten, andererseits die Praktiker in der Regel jene Systeme der Farben-Selection sorgfältig geheimhalten, mit welchen sie ihre vorzüglichen praktischen Erfolge erzielen, so machte ich den Dreifarbendruck seit mehreren Jahren zum Gegenstande ausführlicher Untersuchungen, welche parallel einerseits in spectralanalytischer und photochemischer Richtung, andererseits empirisch in der Druckerei der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien sorgfältig vergleichend durchgeführt wurden. Da diese Versuche zu anerkannt schönen Dreifarbendruckten führten, so erscheint das Gesamtergebnis dieser Studien so weit gediehen, dass die von mir vorgenommene genaue spectralanalytische Festlegung dieses Arbeitssystems zur Erkenntnis der wissenschaftlichen Grundlage des Dreifarbendruckes beitragen dürfte.

Ohne auf die zahlreichen Versuchsreihen einzugehen, welche ich mit den verschiedenen Lichtfiltern und Plattensorten anstellte, will ich die spectroscopischen Eigenschaften jener optischen und photographischen Hilfsmittel charakterisieren, welche mir derzeit die besten Dreifarbendrucke (Lichtdruck und Autotypie) lieferten, wobei ich keineswegs behaupten will, dass diese Resultate endgiltige seien; denn ich bin im Gegentheil überzeugt, dass sie sich ohne Zweifel noch beträchtlich verbessern lassen werden.

Hätten wir eine ideale panchromatische Platte, welche für alle Strahlen des Spectrums gut empfindlich ist, so wäre unsere Sache wesentlich vereinfacht, weil man sich bloß um passende Lichtfilter zu kümmern hätte. Leider sind gegenwärtig alle panchromatischen Platten unvollkommen; sie weisen Lücken in der Farbenempfindlichkeit auf und zeigen bei der Spectrumphotographie unregelmäßige Maxima und Minima. Wendet man separate grün- und blauviolett empfindliche Platten an, so trifft man ähnliche Verhältnisse an, zum Beispiel soll die grünempfindliche Platte für Gelbgrün, Grün und Blaugrün gut empfindlich sein; leider dominiert aber nicht selten die Gelbempfindlichkeit so stark, dass man ein »Dämpfungs-Lichtfilter« anwenden muss, welches nicht nur die betreffenden Spectralzonen begrenzt, sondern überdies in bestimmten Bezirken die einfallenden Farbenstrahlen stark abschwächt oder dämpft (Correction der Farbenwirkung durch Dämpfungsfilter).

Einige dieser Erscheinungen habe ich genau studiert und werde den Zusammenhang zwischen der Farbenempfindlichkeit der verwendeten photographischen Platte und den spectroscopischen Eigenschaften

<sup>1</sup> Vergl. Eder, Ausf. Handb. d. Phot., Bd. III, 5. Aufl. 1903, S. 194 und 698.

der dazu passenden Lichtfilter, sowie die Regelung dieser Eigenschaften zum Zwecke der Herstellung guter Dreifarbendrucke schildern.

Für diese Zwecke ist die vergleichende spectroanalytische Untersuchung sowohl des Spectrums des von den angewandten Druckfarben reflectirten Lichtes als die quantitative Bestimmung des Absorptionsspectrums der Lichtfilter und endlich die spectrographische Prüfung der verwendeten farbenempfindlichen Platten vorzunehmen.

Quarzapparate ließ ich für diese Versuchsreihe absichtlich beiseite, weil meine praktischen photographischen Controlversuche mit Glaslinsen angestellt wurden. Von der Verwendung des Gitterspectrographen sah ich gleichfalls ab, obschon ich die Arbeit damit begonnen hatte.<sup>1</sup>

Da die Glasspectrographen für etwaige Wiederholung dieser Versuche viel leichter zu beschaffen sind als Gitterspectrographen, anderseits aber die übersichtliche Verwendbarkeit des prismatischen Spectrums für Zwecke des Dreifarbendruckes mehrfach in Zweifel gezogen wurde, was mir nicht berechtigt erschien, hielt ich es im Interesse der Verallgemeinerung der spectrographischen Untersuchungsmethoden für wünschenswert, die Beziehungen zwischen dem prismatischen Spectrum und dem Dreifarbendrucke sicher zu stellen.

Mein Glasspectrograph enthielt ein dreifaches Compoundprisma aus Glas (Steinheil<sup>2</sup>), während mein Spectralapparat für die Vierordt'sche quantitative Spectralanalyse (Krüss) nur ein Glasprisma besaß.

Es erscheint von Interesse, die Reduction der Scalentheile der benützten Spectralapparate auf Wellenlängen in der üblichen Weise als Curve darzustellen und den Verlauf dieser Curven einerseits für den Krüss'schen Universal-Spectralapparat mit einem einfachen Glasprisma und anderseits für spectrographische Zwecke vortheilhaften dreifachen Glascompoundprisma (Steinheil) zu vergleichen.

Fig. 1 zeigt den etwas abweichenden Verlauf beider Curven<sup>3</sup>. Obschon die verschiedenen Spectralregionen in etwas abweichendem Maße auseinandergezogen erscheinen, so blieben bei meinen folgenden Arbeiten die Resultate doch stets völlig vergleichbar.

Für die Aichung derartiger Spectralapparate auf Wellenlängen des Lichtes benützte ich im Interesse der größeren Genauigkeit der Resultate weit aus mehr Linien deutlicher Normalspectren, als in den Lehrbüchern in der Regel empfohlen werden.

Außer den Fraunhofer'schen Linien bestimmte ich die Lage der Hauptlinien des Natriums und Thalliums; das Magnesium-Funkenspectrum, das Spectrum der Lithiumflamme und des Lithiumfunktens (Kohle mit Lithiumchlorid), endlich zog ich meine ursprünglich für Ultraviolett empfohlene Legierung von Cadmium, Zink und Blei (Funkenspectrum)<sup>4</sup> heran und ergänzte diese mit dem Funkenspectrum des Eisens. Die am ersten Blick ziemlich verworrenen, dicht nebeneinander stehenden Standards lassen sich leicht entwirren, wenn man die Hauptlinien nach meinen Spectrumphotographien Nr. 1 Tafel II (heliographische Tafel) identificiert. In diesem Spectrum ist auf einer farbenempfindlichen Platte das Flammenspectrum des Natriums durch die ganze Spectrumphotographie, im oberen Drittel das Funkenspectrum einer Legierung gleicher Theile Cadmium, Blei und Zink, in den unteren zwei Dritteln Magnesium- und Eisenfunkenspectren, welche letztere namentlich zur sicheren Bestimmung der Fraunhofer'schen Linien G (Fe,  $\lambda = 4308$ ) L (Fe,  $\lambda = 3820$ ), M (Fe,  $\lambda = 3727$ ) die besten Dienste leistet.

<sup>1</sup> Siehe meine Abhandlung »System der Sensitometrie photograph. Platten«, Sitzgsber. der kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl., Bd. 108, Abth. IIa, November 1899.

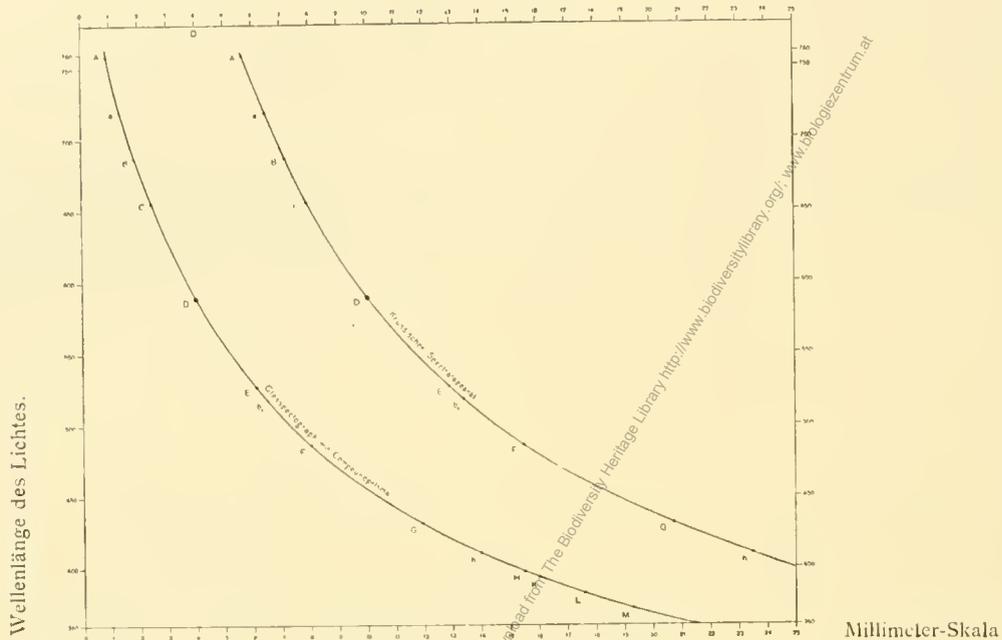
<sup>2</sup> Die genaue Beschreibung dieses Glasspectrographen mit Glas-Compoundprisma findet sich in der Abhandlung: Eder u. Valenta, Über die verschiedenen Spectren des Quecksilbers. (Denksch. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Juli 1894.)

<sup>3</sup> Sie sind auf verschiedene Nullpunkte der Scala bezogen, deshalb weiter auseinanderliegend.

<sup>4</sup> Siehe meine Abhandlung »Über die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlänge im Ultravioletten«. (Denksch. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, December 1882.)

Mit der heliographischen Reproduction, Taf. II, Fig. 1, ist zugleich der Anschluss meines früher empfohlenen Leitspectrums von Cd+Zn+Pb vom Ultraviolett<sup>1</sup> bis ins Roth gegeben und vervollständigt.

Fig 1.



Vergleich der Dispersion der zu den Versuchen verwendeten Spectral-Apparate.

Arbeitet man mit Lichtquellen von continuierlichem Spectrum, wie Auer-, Petroleum-, Gas-, Acetylenlicht, was für Untersuchungen von Absorptionsspectren oft sehr empfehlenswert ist, so ist das Mitphotographieren des Funkenspectrums meiner Legierung zur Orientierung genügend. Mit Hilfe der in der Heliogravuretafel eingeschriebenen Signatur der Metallinie wird diese Orientierung erleichtert. Auch das Magnesiumfunkenpectrum ist im grünen Theil des Spectrums (entsprechend den Fraunhofer'schen Linien  $b_1, b_2, b_3$ ) charakteristisch und liefert in diesem Falle sammt der blauen Magnesium-Linie gute Standards (vergl. heliographische Tafel Figur 1).

Den Spectralversuchen mussten sich für Zwecke der Dreifarbenphotographie auch Proben mittels Pigmentfarben anschließen. Die Beziehungen zwischen der Helligkeitsvertheilung von im Sonnenspectrum und von Pigmentfarben reflectiertem Lichte sind für einige Specialfälle untersucht und es liegen mehrfache Angaben vor.

Das Gelb (bei der Fraunhofer'schen Linie D) im Sonnenspectrum wird von verschiedenen Beobachtern<sup>1</sup> 9—31 mal optisch heller geschätzt, als das Spectralblau (bei  $F-\frac{2}{3} G$ ), und 21—87 mal heller als das dunklere Spectralblau bei G angegeben, während Pigmentgelb im gelben Farbenbezirke circa 6—14 mal heller als Blau erscheint und Gelb im Spectrum 19—40 mal heller als Roth (bei B bis C) ist, bei Pigmentfarben aber nur 3—7 mal heller erscheint.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nach Vierordt (Poggend. Annal. Bd. 137, 1869).— Crova u. Lagarde (Compt. rend. Bd. 93, 1881).— Macé de Lepinay u. Nicati (Ann. de Chim. et Phys. Bd. 24, 1881; Bd. 30, 1883).— Abney (Philosoph Transact. Roy. Soc. London 1886; andere Abhandlungen s. in Eder's Jahrbüchern der Photographie.

<sup>2</sup> Rodd, Théorie scientifique des couleurs, Paris, 1881. Schenk, Pflüger's Archiv, Bd. 64 (1896). Martius, Beiträge zur Psychologie und Philosophie, I. 1896. Rivers, Journal of Physiology 1897. C. Bonacini, Società fotogr. Italiana 1902, p. 91.

Da die relative Helligkeitsvertheilung des Gitter- und Prismenspectrums im Gelb und Blau wieder verschieden ist, so ergibt sich, dass alle diese Versuche nicht unmittelbar vergleichbare Resultate für den photographischen Wert der Farben ergeben können.

Es ist die spectrographische Eigenschaft der farbenempfindlichen Platten, die physikalische Eigenschaft der Lichtfilter festzustellen und ihr Effect bei der Wiedergabe von Pigmentfarben zu versuchen, um die experimentelle Grundlage für die Wechselbeziehungen der verschiedenen Hilfsmittel zu den praktischen Erfolgen bei der Erzeugung von Dreifarbenphotographien zu finden.

## Zusammenhang quantitativer Spectral-Absorption von Lichtfiltern mit dem photographischen Effecte bei Mehrfarbenphotographien.

Die Kenntnis der qualitativ bestimmten Absorptionsspectren von Lichtfiltern genügt noch nicht zur Deutung ihrer Function bei der Mehrfarbenphotographie, weil die Ausdehnung der zur photographischen Wirkung gelangenden Farbzone von der Belichtungszeit, respective Lichtintensität abhängt. Dies ergibt sich aus der Betrachtung irgend einer der weiter unten dargestellten Absorptioncurven (Fig. 4).

Bei kurzer Belichtung werden nur die helleren Theile des durch das Filter dringenden Spectralgebietes zur Geltung kommen (entsprechend einem schmalen Farbenbände); bei längerer Belichtung werden auch die stark gedämpften Farbzonon eine photographische Wirkung ausüben. Es wird also nach längerer Belichtung (oder stärkerer Lichtintensität) ein breiteres Farbenband zur Wirkung kommen, d. h. es werden ausgedehntere Spectralbezirke einen photographischen Effect erzeugen, als bei kurzer Belichtung.

Diese Unsicherheit in der Beurtheilung der Wirkung der Lichtfilter suchte ich dadurch zu beheben, dass ich ziffermäßig den photographischen Effect der Lichtfilter mit ihrer quantitativen Spectralabsorption in Zusammenhang brachte. Dieser Weg führt zu einer guten Charakteristik der im Dreifarbendruck verwendeten Lichtfilter.

Stets muss man bei der Reproductionsphotographie (Gemäldeaufnahmen etc.) hinter Lichtfiltern so reichlich belichten, dass die Details in den Schattenpartien deutlich werden. Die Grenze der Überexposition (Grenze der zulässigen Maximal-Belichtungsdauer) beginnt dann, wenn die hellsten Lichte sich im Negativ gerade noch trennen, respective noch nicht gänzlich in einander verschwimmen. Belichtung und Entwicklung dürfen nicht weiter getrieben werden, als bis die dichtesten Stellen im Negativ (je nach der Reproduktionstechnik) die »Schwärzung« 2 bis 3 (durchschnittlich 2·5) erlangt haben.<sup>1</sup> Die hellste Farbzone eines Lichtfilters wird man also beim normalen Negativ bis zur Erreichung der photographischen Schwärzung 2·5 wirken lassen und dann nachsehen, wie weit unter diesen Verhältnissen noch die halbgedämpften Farbzonon zur photographischen Wirkung kamen. Dieser Vorgang führte mich allerdings auch nicht zu völlig constanten Resultaten, weil ein gewisser Spielraum von Belichtung und Entwicklung die Gradation der photographischen Schwärzung merklich beeinflusst; immerhin gestatten aber diese Beobachtungen einen besseren Einblick in die Function der photographischen Lichtfilter, als man ihn bisher hatte.

Meine mannigfachen Experimente mit Gelb-, Grün- und Blaufiltern ergaben, dass bei sehr kurzer (praktisch kaum mehr ausreichender) Belichtung die Lichtfilter schon complet dort abschneiden,

<sup>1</sup> Vergl. meine oben citierte Abhandl. »System der Sensitometrie« (1. Abhandl. 1899) in den Sitzungsberichten der kais. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Cl., Abth. 11a, Bd. 108.

wo das durchgelassene Licht auf 30 bis 40 Procent<sup>1</sup> geschwächt ist.<sup>2</sup> Bei mittleren Belichtungen kommen noch jene Spectralbezirke zur Wirkung, wo die übrigbleibende Lichtstärke 10 bis 20 Procent<sup>3</sup> beträgt. Dort, wo die Lichtfilter eine Lichtstärke von circa 10 Procent aufweisen, muss man praktisch die approximative Grenze der photographischen Lichtdurchlässigkeit der Farbenfilter bei normaler Belichtungszeit setzen. Bei sehr langer Belichtung (an der Grenze der Überexposition) macht sich auch noch eine mäßige photographische Wirkung in jenen Farbenbezirken geltend, wo die Lichtstärke nur mehr circa 5 Procent<sup>4</sup> ist; freilich ist die photographische Schwärzung des Negativs dann an diesen Stellen nur gering, z. B. 0·4 bis 0·5, wenn an den Stellen größter Lichtstärke die photographische Schwärzung 2·5 erreicht wird.

Hiebei ist stets vorausgesetzt, dass die photographischen Platten an den betreffenden Stellen von guter Empfindlichkeit sind und die Stellen der Lichtfilterdämpfung nicht mit den Empfindlichkeitsminima zusammenfallen.

Man kann im allgemeinen annehmen, dass bei den in der Reproductionsphotographie üblichen reichlichen Belichtungen das kräftige Lichtbild dort beginnt, wo die übrigbleibende Lichtstärke = 20 Procent von jener ist, welche an den Stellen der Maximaldurchlässigkeit des Lichtfilters zur Wirkung gelangt; bei 10 Procent Lichtstärke entsteht hinter dem Farbenfilter ein Halbton, während bei 5 Procent Lichtstärke die nur mehr sehr zarten, praktisch für den Dreifarbendruck nicht mehr stark zur Wirkung kommenden zarten Halbtöne im photographischen Negativ entstehen.

Bei derartigen Versuchen muss man das Reflexionsspectrum von Pigmenten (nebst dem Sonnenspectrum) berücksichtigen, um die Versuchsbedingungen der thatsächlichen Dreifarbenphotographie anzupassen. Zu diesem Zwecke stellte ich eine Anzahl von Druckfarben, welche chemisch und physikalisch wohl definiert sind und deren Reflexionsspectren die gesammten sichtbaren Spectren umfasst, zu einer Probefarben tafel zusammen (siehe Tafel I).

## Reflexionsspectren von Druckfarben, welche für Dreifarbendruck oder zur Herstellung von Probefarben tafeln in Betracht kommen.

Für vorliegende Untersuchung wählte ich eine Farben tafel mit Zinnober, Chromgelb, Schweinfurtergrün, Ultramarinblau, Methylviolett-Lack und setzte darunter die gegenwärtig gebräuchlichen Normalfarben für Dreifarbendruck, d. i. Krapplack (in beigegebener Tafel I Lack aus Alizarinroth), Miloriblau, d. i. besonders nuancirtes Berlinerblau und Chromgelb. Der schwarze Rand repräsentiert nebst dem weißen Papiergrunde die tiefsten Schwärzen und hellsten Weißen des Originals, während die abgestufte Lichtdruckscala (Tafel I) die Gradation der photographischen Schwärzung erkennen lässt.

Die Reflexionsspectren der Farben meiner polychromen Probefarben tafel (Tafel I) sowie der Normalfarben für Dreifarbendruck und einiger anderer ähnlicher Pigmente untersuchte ich genauer und stellte sie graphisch in Fig. 2 dar. Das von Druckfarben (Pigment mit Leinölfirnis) reflectierte farbige Licht enthält stets weißes Licht beigemengt, welches die Wahrnehmung des vom Farbstoff dominierten Farbenspectrums erschwert. Beim Zinnober, welcher nicht völlig deckt, schimmert überdies etwas weißes Licht vom Papier durch. Diese Einflüsse suchte ich bei der Beobachtung der den Farbstoffen zukommenden Spectren dadurch unschädlich zu machen, dass ich einen Vierordt'schen Doppelspalt am Spectralapparate anbrachte, in die eine Spalthälfte das von der farbig bedruckten Papierfläche reflectierte Licht eintreten ließ, in die andere Hälfte weißes

<sup>1</sup> Entsprechend den Extinctionscoefficienten (nach Vierordt) = 0·52 bis 0·39 (d. i. negativer Logarithmus der übrig bleibenden Lichtstärke).

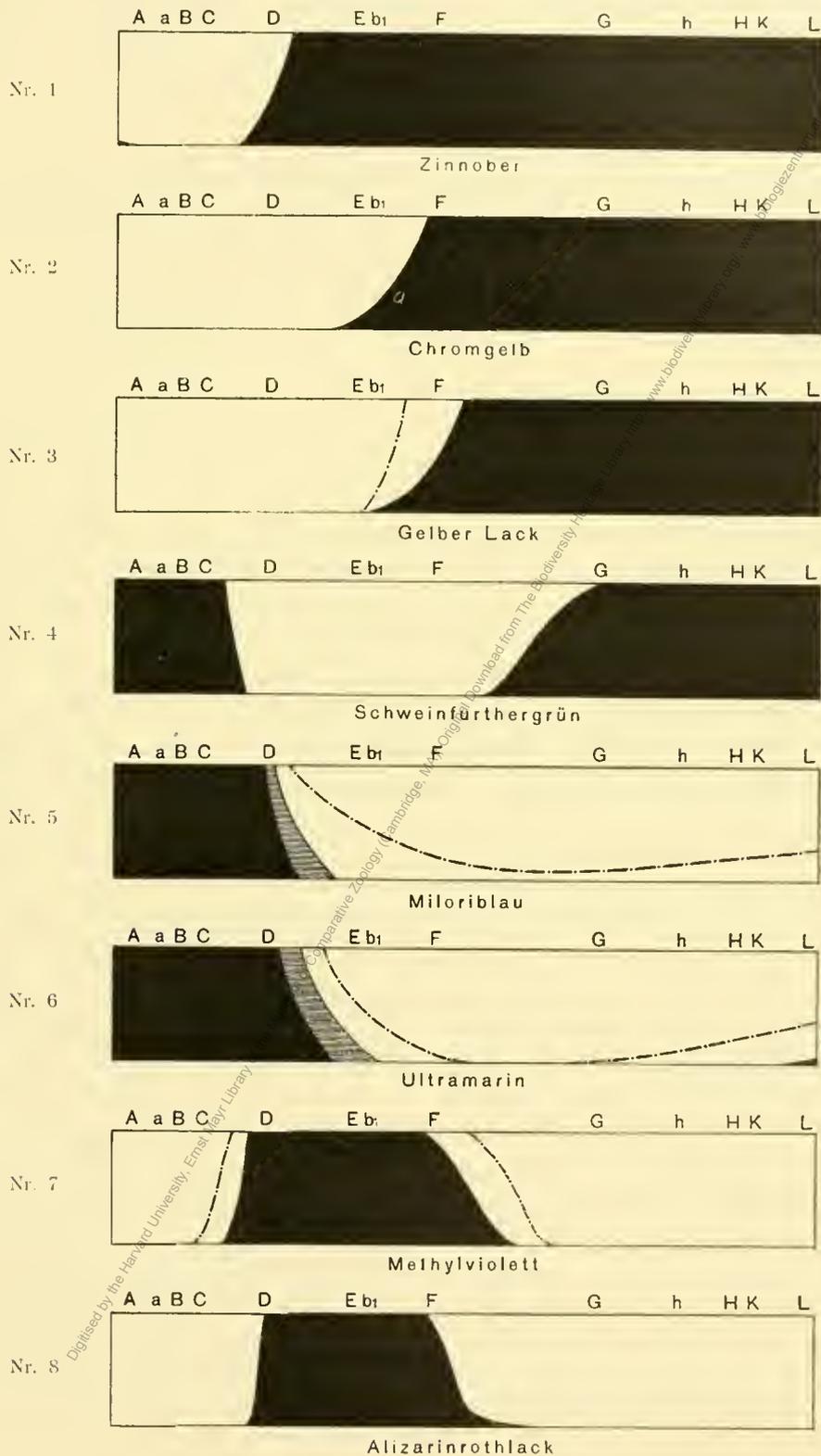
<sup>2</sup> Die Stelle der größten Durchlässigkeit = 100 gesetzt.

<sup>3</sup> Entsprechend den Extinctionscoefficienten 1·00 bis 0·70.

<sup>4</sup> Entsprechend dem Extinctionscoefficienten 1·30, das ist die einem sehr zarten Halbton entsprechende Schwärzung.

reflectiertes Licht mittels Prismen warf und durch Verengen des Spaltes entsprechend dämpfte. Man kann mit ziemlicher Sicherheit das über dem Farbstoff-Spectrum liegende kontinuierliche Spectrum weißen

Fig. 2.



Reflexionsspectra von Druckfarben.

Lichtes schätzen und dann mit mehr Sicherheit das dem Farbstoff an und für sich charakteristische Farbenspectrum erkennen und skizzieren.

Auf diesem Wege stellte ich graphisch eine Anzahl von Reflexionsspectren von Druckfarben Fig. 2 Nr. 1 bis Nr. 8 dar. Diese Curven entsprechen thunlichst genau den derartig gemachten Beobachtungen; jedoch sei ausdrücklich bemerkt, dass nur das praktisch dominierende Reflexionsspectrum der betreffenden Pigmente abzüglich der Beimengungen von diffus reflectiertem Lichte hiemit nur qualitativ (schematisch) dargestellt ist. Die Curven sind ohneweiters verständlich; die hellen Partien entsprechen den leuchtenden Theilen des Reflexionsspectrums.

Zinnober (Nr. 1) absorbiert das Spectrum einseitig von circa *D* ab bis ins Violett, dünne Schichten der Farbe lassen aber etwas Weiß vom Papier durchschimmern.

Chromgelb ist eine ziemlich gute Deckfarbe; trotzdem kann man bei dünnen Schichten auch das Absorptionsspectrum im durchfallenden Lichte bestimmen, ebenso wie das analoge Reflexionsspectrum (Fig. 2, Nr. 2). Die Absorption in Roth ist gering; Chromgelb reflectiert ziemlich gut Roth, dann sehr gut Orange, Gelb und Gelbgrün bis circa zu den Fraunhofer'schen Linien *E* bis *F*. Schon im Grün bei  $\lambda = 542$  wird die Lichtreflexion schwächer, noch schwächer bei  $\lambda = 500 - 480$ . Blauviolett und Ultraviolett wird stark absorbiert.

Der gelbe Lack, hergestellt aus Quercitronenrinde<sup>1</sup>, ist eine Lasurfarbe; er lässt selbst in dickerer Schichte mehr Grün durch als Chromgelb; die auf weißes Papier gedruckten Schichten reflectieren gut Roth, Orange, Gelb und Gelbgrün Fig. 2, Nr. 3, ja selbst bis  $\lambda = 506$  wird noch Licht reflectiert, so dass ihm mehr Grünstich zukommt, als dem normalen Chromgelb.

Alizarinrothlack gibt das Krapplackspectrum, d. h. es besitzt gute Durchlässigkeit in Roth (lasierend); das Absorptionsband beginnt bei  $\lambda = 602$ , Maximum bei  $\lambda = 592$  bis gegen 500, sinkt bei  $\lambda = 500$ ; im Blau ist es ziemlich durchlässig für Licht von der Wellenlänge  $\lambda = 486$ , noch mehr wird Licht von  $\lambda = 470$  ab bis ins Blauviolett und ins Ultraviolett durchgelassen (Nr. 8).

Schweinfurtergrün reflectiert nur wenig Roth und Orange, nicht viel Gelb (bis *D*), sehr gut Grün und Blaugrün bis *F*, dagegen wird Blau schwach reflectiert (Fig. 2 Nr. 4). Das Schweinfurtergrün ist eine schlechte Druckfarbe und wird für Farbendruck nicht verwendet; für die Probe-Farbetafel ist es aber besonders geeignet, weil die mehr oder weniger richtige Wiedergabe desselben im Vergleiche mit Chromgelb und Ultramarinblau ein sehr gutes Merkmal bei photographischen Probeaufnahmen (Kriterium für die Verwendbarkeit photographischer Platten und Lichtfilter für Dreifarbindruck) bildet und besser als die meisten Anilinfarben für die photographische Probetafel verwendbar ist.

Das Absorptionsspectrum des Methylviolett ist wenigstens qualitativ gut bekannt. Das Spectrum des Methylviolettlackes (Fig. 2, Nr. 7) entspricht dem Spectrum dieses Farbstoffes. Übrigens habe ich diese Spectrum auch mittels quantitativer Spectralanalyse untersucht (s. u.), da es in dieser Richtung noch nicht hinlänglich studiert war. Methylviolettlack ist nicht lichtecht; trotzdem wählte ich ihn, weil sein Reflexionsspectrum relativ scharf begrenzt ist und deshalb eine gute Probefarbe für photographische Reproduktionen (neben Ultramarinblau Nr. 6) liefert.

Das Absorptions-, respective Reflexionsspectrum des Miloriblau (Berlinerblau) ist in Taf. 5 abgebildet. Roth bis Orange wird verschluckt; bei schwachen Schichten tritt Durchlässigkeit im Hellgrün auf, stärkere Schichten dämpfen das ganze Grün bis Blau wie die punktierte Curve andeutet.

Bemalte und bedruckte farbige Flächen reflectieren stets Farbgemische und zwar vor allem Farben aus den Nachbarzonen jener Stelle des Spectrums, deren Hauptfarbe sie aufweisen, zum Beispiel Chromgelb reflectiert nicht nur reines Spectralgelb, sondern auch Orangeroth und Grün, das sind die dem Gelb benachbarten Spectralfarben. Grüne Farbpigmente reflectieren Gelb und Hellblau und dazu noch nicht selten eine Zone im äußeren Roth. Die meisten violetten Pigmente reflectieren nicht nur Blau, sondern auch beträchtliche Mengen Hellroth etc.

<sup>1</sup> Der »Gelbe Lack« des Handels ist eine sehr verschieden zusammengesetzte Druckfarbe. Der Quercitronlack wird mit Theerfarben nicht selten geschönt, ja es kommen sogar »gelbe Lackfarben« in den Handel, welche gänzlich aus Theerfarben hergestellt sind.

Diese Eigenschaft der Maler- und Druckerfarben erschwert in hohem Grade die Möglichkeit, ihre photographische Wirkung durch passende Lichtfilter und farbenempfindliche Platten in entsprechender Weise zu separieren, und erklärt andererseits die praktische Erfahrung, dass schlecht aneinander schließende Farbenfilter beim Dreifarbendruck, welche Lücken im Spectrum übrig lassen, dennoch alle Pigmente eines Gemäldes mehr oder weniger zur photographischen Wirkung gelangen lassen. Es sei hier der Vollständigkeit halber auf den verschiedenen Helligkeitsreiz, welchen Pigmente von verschiedener Farbe auf das menschliche Auge ausüben<sup>1</sup>, hingewiesen, welche Verhältnisse noch durch Auftreten des Purkinje'schen Phänomens verwickelter werden.

## Spectrographische Untersuchung einiger für den Dreifarbendruck in Betracht kommender photographischer Platten.

Die hier näher zu besprechenden photographischen Platten verschiedener Präparation sind jene, welche mir bei mehrjährigen praktischen Versuchen an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt thatsächlich gut verwendbare Resultate gaben und ausprobiert sind. Sie verdienen deshalb näher beschrieben zu werden, um auf dem Wege der Praxis das Materiale für das wissenschaftliche Studium des Dreifarbenprocesses zu gewinnen.

Für die Gelbdruckplatte kommen Negative in Betracht, welche unter dem Einflusse der blauviolettten Strahlen entstanden sind. Grüne Strahlen dürfen hiebei so wenig wie gelbe und rothe Strahlen zur Wirkung kommen. Demzufolge kommen nasse Jodsilber-Collodion-, ebensolche Jodbrom-Collodionplatten, Bromsilbergelatine- und Chlorsilbergelatineplatten in Betracht, deren Hauptempfindlichkeit im Blau und Violett liegt.

Die nasse Jodsilber-Collodionplatte (»nasses Collodionverfahren« mit saurer Eisenvitriol-Entwicklung)<sup>2</sup> gibt bei normaler Belichtung (im Sinne meiner Ausführungen) das Violett und Blau bis  $\lambda = 437$  und rückt selbst an der Grenze der Überexposition innerhalb der durch die photographische Praxis gegebenen Grenzen nicht viel weiter gegen Hellblau oder Blaugrün vor. Da die photographische Praxis mit Dreifarbendruck unbestritten ergibt, dass man mit solchen Platten gut brauchbare Gelbdrucknegative herstellen kann, so haben wir in der Spectralzone  $\lambda = 437$  bis Ende des Violetts eine Norm gefunden, welche die Grenze des zulässigen Abschneidens des Farbbandes gegen das stärker brechbare Ende ergibt und in Spectrum Nr. 16 Tafel II (Sonnenspectrum, Glasspectrograph) deutlich abgebildet ist. Weiteres Vorrücken der Grenze gegen das äußere Violett bringt einen ungünstigen Erfolg im Dreifarbendruck mit sich.

Deshalb sind Chlorsilbergelatineplatten mit chemischer Entwicklung<sup>3</sup> trotz ihrer dominierenden Violetttempfindlichkeit für den Dreifarbendruck wenig verwendbar, weil sie im Hellblau zu wenig empfindlich sind. Sie geben bei »normaler« Belichtung die in Spectrum Tafel II, Nr. 14, abgebildete Spectralwirkung, wobei die zu geringe Blauempfindlichkeit ersichtlich ist. Man muss aber berücksichtigen, dass bei Überexposition die Spectralwirkung gradatim ins Blau bis weit über G vorrücken kann, so dass mit steigender Belichtung weite Farbenbezirke neu in die Wirkung treten und man die Controle über die Farbenselection bei Verwendung von Chlorsilbergelatine leicht verliert. Übrigens ist Chlorsilbergelatine im allgemeinen für die Negativphotographie zu wenig empfindlich, kommt also für Dreifarbendruck nicht weiter in Betracht.

Auch reines Jodsilbercollodion ist nicht sehr empfindlich und wird in dieser Richtung von Jodbromcollodion um das Mehrfache übertroffen,<sup>4</sup> und zwar erstreckt sich die Empfindlichkeit nicht nur

<sup>1</sup> Abney, Untersuchungen. (Eder, Ausf. Handb. d. Phot., Bd. III, 5. Aufl., 1903, S. 283.)

<sup>2</sup> Eder, Recepte und Tabellen für Photographie und Reproductionsverfahren, welche an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien angewendet werden. 5. Aufl., 1900, S. 25.

<sup>3</sup> Vergl. Eder, Sensitometrie III. Abhandlung, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Cl., Abth. IIa, 1901, Bd. 110.

<sup>4</sup> Das an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt verwendete Jodbromcollodion (siehe Recepte und Tabellen) ist 2—3mal empfindlicher als reines Jodcollodion.

entsprechend dem Bromsilberzusatz relativ weiter gegen Hellblau (s. Tafel II, Nr. 15), sondern auch die absolute Empfindlichkeit des dem Jodsilber selbst eigenen Bandes im Blauviolett wird erhöht. Deshalb bietet das Jodbromcollodion Vortheile dar und es fragt sich, wie es sich mit der Farbenselection hiebei verhält. Empirische Versuchsreihen zeigten mir, dass auch nasse Jodbromcollodionplatten mit grossen Jodidüberschuss praktisch gut verwendbare Gelbdrucknegative ohne Anwendung irgendeines Farbenfilters geben. Die photographische »normale« Exposition, sowie die beginnende Überposition liefert stets das Grün oder Blaugrün praktisch correct, weil das schwache Bromsilberband im Hellblau nicht allzuweit vorrückt, bei Belichtungszeiten, die auf Grund der dominierenden Jodsilberempfindlichkeit correct durchgeführt sind. Bei Collodion mit dominierendem Bromsilbergehalt aber wäre die Gefahr vorhanden, dass die Lichtwirkung zu weit ins Blaugrün vorrückt, man muss also Jodbromcollodion mit beträchtlichem Jodidüberschuss wählen.<sup>1</sup>

Bromsilbergelatine ist bei reichlicher Belichtung sehr empfindlich für Violett bis Hellblau, aber auch noch bis ins Blaugrün. Auch in diesem Falle rückt die Wirkung (analog wie beim Chlor-silber, aber im Gegensatze zu Jodsilber) gradatim ins Grün, bei sehr starker Belichtung bis ins Gelb über die Fraunhofer'sche Linie D vor, so dass man mit steigender Belichtung unbestimmte Farbenselectionen (bei der Reproduction von Gemälden deutlich merklich) vor sich hat. Immerhin kann man annehmen, dass die in Taf. II, Nr. 11, abgebildete Spectrumphotographie der durchschnittlichen Normalbelichtung im Sinne meiner Ausführungen (s. o.) entspricht. Die empirischen Versuchsreihen im Dreifarbendruck lehrten mich, dass auf die Bromsilbergelatineplatte das Blaugrün der Pigmente (Schweinfurtergrün) zu stark einwirkt und dann keine guten Gelbdruckplatten entstehen. Diese Druckplatten würden zu wenig Gelb liefern, die zu unterst gedruckte Gelbplatte würde zu leer an Gelb sein; sie soll aber im Sinne der Drucktechnik reichlich Gelb enthalten, eher zu viel, um guten »Schluss« in der Farbestimmung zu geben. So erklärt es sich, dass Gelbdruckplatten, bei welchen zu breite Spectralbezirke (Blaugrün bis Violett) im Negativ zur photographischen Wirkung kommen, in der Regel praktisch minderwertig sind gegenüber solchen, welche mit Gelbdruck-Negativen, die nur mittels einer engeren blauvioletten Zone erzeugt waren, hergestellt wurden. Praktische mehrjährige Versuche zeigten mir, dass Bromsilbergelatineplatten für Dreifarbendruck die besten Resultate geben, wenn man in den Strahlengang ein Violettfilter einschaltet, welches auch bei Überexposition das Vorrücken der Spectralwirkung gegen Grün hemmt, etwa wie dies die Taf. II, Nr. 6 und 12, abgebildeten Spectrumphotographien zeigen.

Es hat der in der Praxis des Dreifarbendruckes bereits vielfach verwendete Vorgang, bei Bromsilbergelatineplatten Violettfilter einzuschalten, seine Berechtigung und erübrigt nur noch die quantitative spectralanalytische Charakterisierung solcher geeigneter Filter vorzunehmen (s. u.). Vorschaltung von blauen Kupferoxydammoniak-Lichtfiltern gab mir stets mindergute Resultate (s. u.).

Bei diesem Anlasse komme ich auf die von mir ausgesprochene<sup>2</sup> von einem in der Dreifarbenphotographie erfahrensten Fachmanne (Herrn Dr. J. Husnik in Prag) bestätigte<sup>3</sup> Anforderung zu sprechen, welche für Mehrfarbendruck von Bedeutung ist: es sollen die Theilnegative annähernd analoge Gradation besitzen. Deshalb war es von Interesse, zu untersuchen, ob die Vorschaltung der erwähnten Violettfilter die Schwärzungscurve<sup>1</sup> sensitometrisch beeinflussen. Eine sensitometrische Probe (Scheiner-Sensitometer, Amylacetat) gab das in Fig. 3 graphisch dargestellte Resultat;<sup>5</sup> die charakteristische Schwärzungscurve verläuft hinter Wasserfilter, Methylviolettfilter (1 : 10000) und Säureviolettfilter (1 : 2000) fast parallel, d. h. die Gradation wird bei Bromsilbergelatine durch Einschalten

<sup>1</sup> Siehe das weiter unten mitgetheilte Mischungsverhältnis.

<sup>2</sup> Siehe meine erste Abhandlung über Sensitometrie a. a. O. 1899.

<sup>3</sup> Siehe mein Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik 1901, S. 56.

<sup>4</sup> Eder, Sensitometrie. I. Abhandlung, 1899, a. a. O.

<sup>5</sup> Die Darstellung der Schwärzungscurven (bei constanter Belichtungszeit) geschah gemäß meiner oben citirten ersten Abhandlung über Sensitometrie.

von Violettfilter nicht gestört, sondern nur das Licht verschieden stark gedämpft, was praktisch zu verschieden langer Belichtungszeit führt und aus Fig. 3 ersichtlich ist.

Grünempfindliche Platten, welche für Dreifarbenphotographie zur Herstellung der Rothdruckplatte Verwendung finden sollen, sind nur sehr schwer mit correcter Wirkung herzustellen. Das spectrographische Empfindlichkeitsband im Grün soll bei Gelb nächst der Fraunhofer'schen Linie D anheben und kräftig continuierlich bis Blaugrün weit über F verlaufen, so wie es die Spectrumphotographien in Taf. II, Nr. 7 in zwei Varianten andeuten. Leider ist die für diesen Zweck meistens verwendete (wohl immer noch beste) Erythrosinplatte im Blaugrün wenig empfindlich und zu sehr empfindlich im Gelb, wie die Spectrumphotographie Taf. II, Nr. 10, klar und charakteristisch darstellt<sup>1</sup>. Man muss deshalb so reichlich belichten, bis das Blaugrün zur kräftigen Wirkung gelangt und gleichzeitig das Gelbgrün durch blaue oder grüne Lichtfilter dämpfen. Die correcte Durchführung dieses Processes erfordert genaue spectroscopische Prüfung der Grünfilter, deren Ergebnisse weiter unten beschrieben sind.

Die meisten orthochromatischen Platten des Handels (z. B. Schtera's orthochromatische Platten) sind solche Erythrosinplatten. Für meine Versuche stellte ich mir sie selbst nach folgende an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt hierfür ausgearbeiteten Vorschrift dar:

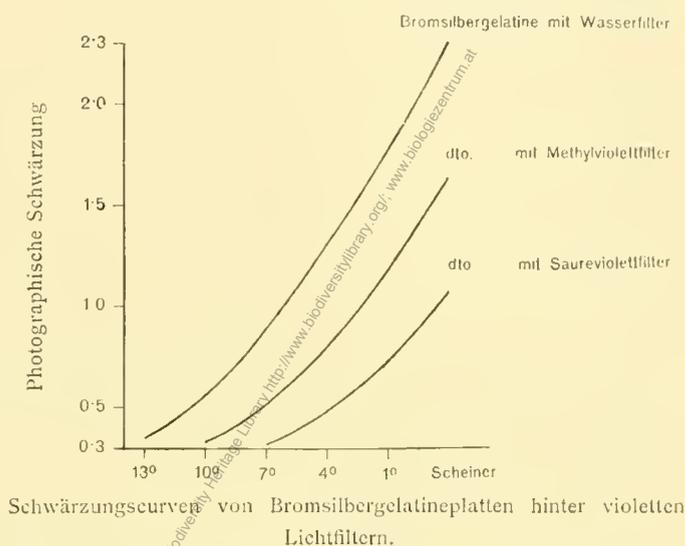
Bromsilbergelatineplatten werden in verdünntem Ammoniak ( $100\text{ cm}^3$  Wasser und  $1\frac{1}{2}\text{ cm}^3$  Ammoniak) während 2 Minuten gebadet, dann sofort in ein Farbstoffbad von  $100\text{ cm}^3$  Wasser,  $6\text{ cm}^3$  Erythrosinlösung (1 : 500),  $1\frac{1}{2}\text{ cm}^3$  Ammoniak während 2 Minuten gebracht und nach dem Abtropfen in völliger Finsternis getrocknet.

Die Farbenempfindlichkeit (besonders für Gelbgrün) der Erythrosinplatte habe ich in früheren Abhandlungen genau beschrieben, ebenso meine Beobachtungen über den Verlauf der Schwärzungcurve<sup>2</sup>.

Eosin oder verwandte Farbstoffe, welche dem Bromsilber das Sensibilisierungsband weiter gegen Grün ertheilen, wären theoretisch richtiger als Erythrosin. Leider ist die Gesamtempfindlichkeit der Eosinplatten geringer, insbesondere auch an der Stelle des Minimums im Blaugrün, so dass die Erythrosinplatte (trotz starker Dämpfungfilter) kürzere Belichtungszeiten braucht und ich einstweilen bei der Erythrosinplatte bleibe. Die Correctionsmethode mittels spectroscopisch genau untersuchter grüner Lichtfilter ist sehr charakteristisch für Arbeiten dieser Art und ich habe sie deshalb genau untersucht (s. u.).

Bromsilbercollodiumemulsion gefärbt mit Eosinsilber (aus Tetrabromfluoresceinnatrium) oder Äthyleosin, Phloxin etc. ist günstiger als Eosin-Bromsilbergelatine. Taf. II, Nr. 4, zeigt die Wirkung des Sonnenspectrums auf Bromsilbercollodium mit Tetrabromfluoresceinsilber (kurz exponiert; bei längerer Belichtung rückt die Wirkung weiter gegen D vor) Fluoresceinsilber ist stark empfindlich im Grün (s. Spectrumphotographie Taf. II, Nr. 5), aber zu wenig für Gelbgrün, somit für den Dreifarbendruck nicht

Fig. 3.



<sup>1</sup> Vergl. Eder, Sensitometrie, 1., 2. und 3. Abhandlungen, Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Cl. Abth. II a, 1899 Bd. 108, 1900 Bd. 109, 1901 Bd. 110.

<sup>2</sup> Eder, Sensitometrie I und III.

genügend; bei allen farbenempfindlichen Platten von ähnlichem Verlauf des Sensibilisierungsbandes im Sonnenspectrum lassen sich wohl grüne Pigmente mit genügender photographischer Deckkraft der Negative photographieren, nicht aber gelbe.

Sehr gut verhielt sich Monobromfluoresceïn Silber im Bromsilbercollodion und ich blieb bei diesem Präparate, dessen Empfindlichkeit im Dunkelgrün sich dem Fluoresceïn nähert, im Gelbgrün aber weniger kräftig als Eosin wirkt, was wünschenswert ist.

Ich fand als beste Vorschrift für die grünempfindliche Collodionemulsion  $100\text{cm}^3$  Bromsilbercollodion (Albert'sche Emulsion) gemischt mit  $10\text{cm}^3$  alkoholischer Monobromfluoresceïnlösung (1 : 500).<sup>1</sup> Mitunter wirkte auch ein kleiner Zusatz von Cyanosin oder Äthyleosin hiebei günstig.

Die Platten werden damit übergossen, nach dem Erstarren in schwaches Silbernitratbad 1 : 500 (nicht angesäuert) getaucht, nach einigen Minuten noch nass exponiert, bestens mit Wasser abgespült und mit dem bekannten alkalischen Hydrochinon oder Glycin-Entwickler<sup>3</sup> entwickelt.

Auch diese Monobromfluoresceïn-Platten müssten mit Grünfiltern combinirt werden, um die photographische Wirkung (ähnlich wie bei Erythrosinplatten) mehr gegen Blaugrün zu drängen; jedoch genügen hier schwächere Dämpfungfilter; mitunter ist eine kurze Nachbelichtung ohne Grünfilter am Platze, um fälschliche allzugerings Gelbgrünwirkung zu corrigieren; auch die Combination von Monobromfluoresceïn mit einem Tetrabromfluoresceinderivat (Cyanosin oder Äthyleosin) hat mir mitunter in schwierigen Fällen gute Dienste geleistet.

Bei allen diesen grünempfindlichen Platten tritt eine namhafte Blauviolett empfindlichkeit (Eigempfindlichkeit des Bromsilbers) auf, welche durch passende Gelbfilter ausgeschaltet werden muss. Dieser Process ist besonders wichtig und muss genau controlirt werden (s. u.).

Die Blaudruckplatte im Dreifarbendruck wird mittels eines hinter Orangefilter hergestellten Negatives, für welches man rothgelbempfindliche Platten verwendet, hergestellt. Derartige Platten sollen im Roth mindestens von der Fraunhofer'schen Linie C bis über D ins Gelb an die Grenze von Hellgelbgrün empfindlich sein, wie Taf. II, Nr. 3 (Bromsilbercollodion mit dem von E. Valenta<sup>4</sup> hiefür angegebenen Äthylviolett) zeigt. Nach meinen Versuchen genügen noch Sensibilisierungen, deren Maxima zwischen C und D liegen (Taf. 2, Nr. 3), wenn die Sensibilisierung bei reichlicher Exposition gegen C oder darüber hinausrückt, was zum Beispiel bei dem von E. Valenta angegebenen Wollschwarz<sup>5</sup> und von mir zuerst angegebenen Nigrosinen und was auch bei der von Schattera in Wien fabrikmäßig erzeugten rothempfindlichen Platte hinter Orangefiltern erfolgt (s. Taf. II, Nr. 8), wo die Wirkung sich sogar über A des Sonnenspectrums erstreckt. Dagegen fand ich eine sehr wenig gegen Rothorange sich erstreckende Sensibilisierung, wie dies Nr. 2 angibt (Albert's Bromsilbercollodion mit käuflichem Farbensensibilisator) für ungenügend, so dass zum Beispiel Zinnober schlecht im Vergleich zu Chromgelb wiedergegeben wird. Diese Grenzwerte gegen die weniger brechbare Seite des Spectrums fand ich bei meinen Experimenten und wiederholte Versuche bestätigten sie, obschon in der Literatur und Praxis man mehrfach minder gut für Roth sensibilisierte Platten empfohlen findet. Die Grenze der Farbenwirkung gegen das stärker brechbare Ende kann sich etwas über D gegen Hellgelb erstrecken (ungefähr, wie Taf. II, Nr. 8, andeutet) und sorgfältige quantitative spectralanalytische Bestimmungen lehrten mich, wie unbrauchbar rothe Lichtfilter sind, welche die Region vor D im Orange abschneiden (s. u.).

Meine rothempfindlichen Trockenplatten sensibilisierte ich mit Wollschwarz, welches in nachfolgender Art die besten Resultate gibt.

<sup>1</sup> Bezogen von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen.

<sup>2</sup> Derselbe Glycin-Pottasche-Entwickler, welcher für Bromsilbergelatine gebräuchlich ist. Eder, Recepte und Tabellen 1900, S. 14 und 35.

<sup>3</sup> Phot. Corr. 1901, S. 37.

<sup>4</sup> Phot. Corr. 1900, S. 102.

<sup>5</sup> Bezogen von der Actiengesellschaft für Anilinfabrication in Berlin.

Rothempfindliche Wollschwarz-Bromsilbergelatineplatten. Man badet zuerst gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten in einer Lösung von  $100\text{cm}^3$  Wasser,  $1\frac{1}{2}\text{cm}^3$  Ammoniak während 2 Minuten. Dann taucht man in das Sensibilisierungsbad:  $5\text{cm}^3$  Wollschwarzlösung (Wollschwarz 4 B der Berliner Actiengesellschaft für Anilin-Fabrication) [1 : 500] oder Dianilschwarz N (Meister, Lucius, Brüning & Comp.),  $100\text{cm}^3$  Wasser,  $1\frac{1}{2}\text{cm}^3$  Ammoniak<sup>1</sup>. Badedauer: 2 Minuten, davon werden zwei filtrierte Bäder nacheinander mit einer Badedauer von je 2 Minuten angewendet. Man trocknet in völliger Finsternis.

Während für Dreifarbenlichtdruck diese Wollschwarzplatte mit Orangefilter genügende Resultate gibt (ziemlich ähnlich verhält sich Schattera's »rothempfindliche« Platte), empfiehlt sich für Autotypie (Zink- oder Kupferätzung für Buchdruck) folgende rothempfindliche Collodionemulsion:  $100\text{cm}^3$  Albert'sche Collodionemulsion,  $5\text{cm}^3$  Äthylviolettlösung (1 : 500),  $5\text{cm}^3$  Monobromfluoresceïnlösung (1 : 500). Die Platten werden hiemit übergossen und nach dem Erstarren in ein Silberbad (1:500), — nicht angesäuert — getaucht und nass exponiert<sup>2</sup>. Das Monobromfluoresceïn setzte ich zu, weil die Äthylviolettplatte dann bessere Gesamtempfindlichkeit aufweist<sup>3</sup> und reinere Schichten gibt; die durch Monobromfluoresceïn gesteigerte Grünempfindlichkeit kommt hinter Orangefiltern nicht zur Geltung und ist nicht das Endziel dieses Zusatzes. Frisch mit diesen Farbstoffen gemischte Emulsionen arbeiten mitunter schleierig, was nach ein bis zwei Wochen von selbst sich verbessert. Man kann auch die wie oben hergestellte Platte nach dem Belichten und vor dem Entwickeln in sehr verdünnter Essigsäure baden, wobei der Schleier zerstört wird. Ansäuern vor dem Belichten ist wegen Veränderung des sensibilisierenden Farbstoffes nicht empfehlenswert.

Den Zusammenhang derartiger farbenempfindlicher Platten mit passenden Lichtfiltern und ihre Wirkung bei der Mehrfarbenphotographie von Pigmenten untersuchte ich im weiteren Verlaufe meiner Arbeiten.

## Quantitative spectralanalytische Untersuchung einiger Lichtfilterarten.

Zur Festlegung der spectralanalytischen Eigenschaften von Lichtfiltertypen habe ich die Absorption und die Extinctionscoefficienten<sup>4</sup> einiger derselben bestimmt.

Es ist keineswegs zulässig, aus dem Beginne, respective Ende des Absorptionsspectrums, beziehungsweise der Lage des Absorptionsminimums eines Lichtfilters einen Rückschluss auf seine Verwendbarkeit zu machen. Es kommen nämlich viele Farbstoffe vor, welche für gar keine Zone des Spectrums genügend transparent sind und selbst an der Stelle der größten Durchlässigkeit das Licht messbar dämpfen. Bei der bloßen Besichtigung des Absorptionsspectrums entgeht dies leicht dem Beobachter, aber vergleichende photographische Expositionsversuche oder besser quantitative Lichtabsorptionsmessungen bringen diese Einflüsse sehr merklich zum Erkennen.

Dies soll ein Beispiel klar machen: Das Säureviolett 4 B extra (Farbenfabriken vormals Bayer u. Co. in Elberfeld) ist ein brillanter violetter Farbstoff, ähnlich wie Methylviolett, aber viel lichtbeständiger. Es gelingt leicht ein gutes violettes Lichtfilter damit herzustellen, wenn man es ungefähr 1 : 2000 in Wasser löst. Dieses Lichtfilter schneidet für Dreifarbendruck genügend ab und zwar kann man die qualitative Lichtabsorption ganz ähnlich begrenzen, wie mit Methylviolettlösung (1 : 10000), was in Nr. 6 und 13 der heliographischen Taf. II ersichtlich ist. Trotzdem braucht eine Bromsilbergelatineplatte hinter Säureviolett eine viel längere Belichtung als hinter einem dieselbe Zone begrenzenden Methylviolettfilter (s. Fig. 3).

<sup>1</sup> Manche Bromsilberplatten geben mit Ammoniak im Farbbade Schleier; man lässt dann diesen Ammoniakzusatz weg und erhält klarere, aber weniger empfindliche Platten. Das Ammoniakvorbad ist aber dann umso nothwendiger und darf nicht wegbleiben.

<sup>2</sup> Nach dem Exponieren wird mit Wasser bestens abgespült und die Platte wie die Fluoresceïnplatte alkalisch entwickelt.

<sup>3</sup> Zuerst mitgetheilt in meiner Abhandlung, Sensitometrie III a. a. O.

<sup>4</sup> Im Sinne Vierordt's (Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren 1873, ferner die quantitative Spectralanalyse 1876, vergl. Traube, Phys. chem. Methoden 1893; Krüss, Colorimetric und quantitative Spectralanalyse 1891.

Der Grund liegt darin, dass beim Säureviolett die herausgeschnittene Spectralzone nicht voll transparent, sondern partiell stark gedämpft ist (nicht aber beim Methylviolett), was man bei qualitativen optischen Proben nicht merkt, wohl aber bei praktischen photographisch vergleichenden Expositionsversuchen<sup>1</sup> oder mittels quantitativer Spectralanalyse.

## Geeignete Violettfilter zur Herstellung der Gelbdruckplatte mittels Bromsilbergelatine.

Gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten sind für die Dreifarbenphotographie nicht ohneweiters verwendbar, da ihre Eigenempfindlichkeit zuweit gegen Blaugrün reicht (Vergl. die Photographie des Sonnenspectrums Taf. II, Nr. 11). Man muss deshalb bei der Aufnahme ein Violettfilter einschalten, um das Blaugrün zu dämpfen, und erhält dann gute Negative für die Gelbdruckplatten, wie sie an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt besonders mit Erfolg für den Drei- und Vierfarbenlichtdruck verwendet werden.

Als normales Lichtfilter für die Gelbdruckplatte entsprach mir am besten ein Methylviolettfilter in der Concentration 1 : 10000 in einer Dicke von 1 cm. Die Handelssorten des Methylvioletts und ihre Färbekraft wechseln stark, so dass mit einer solchen Receptur das Lichtfilter nicht genügend charakterisiert ist. Deshalb legte ich die optischen Eigenschaften eines bei meinen Versuchen bewährten derartigen Methylviolettfilters<sup>2</sup> fest und fand folgende Extinctionscoefficienten:

### Methylviolettlösung 1 : 10.000 (normales Lichtfilter für Gelatineplatten).

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctionscoefficient
7 - 7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	694 - 683	0·88	0·0555
7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	683 - 672	0·77	0·1135
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	672 - 662	0·65	0·1871
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 8	662 - 653	0·59	0·2292
8 - 8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	653 - 644	0·46	0·3373
8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	644 - 635	0·35	0·4559
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	635 - 626	0·18	0·7474
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 9	626 - 618	0·07	1·1549
9 - 9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	618 - 610	—	—
15 - 15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492 - 489	—	—
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489 - 486	völlige Absorption	
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486 - 483	—	
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 16	483 - 480	0·05	1·3010
16 - 16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	480 - 476	0·08	1·0969
16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	476 - 473	0·11	0·9586
16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 16 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	473 - 470	0·17	0·7096
16 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 17	470 - 467	0·21	0·6778
17 - 17 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	467 - 464	0·28	0·5529
17 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	464 - 461	0·32	0·4949
17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 17 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	461 - 459	0·30	0·4437
17 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 18	459 - 457	0·41	0·3872
18 - 18 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	457 - 454	0·47	0·3279
18 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	454 - 452	0·55	0·2596
18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 18 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	452 - 449	0·65	0·1871
18 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 19	449 - 447	0·77	0·1135
19 - 19 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	447 - 444	0·84	0·0757
19 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	444 - 442	0·92	0·0362
19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 19 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	442 - 440	0·96	0·0177

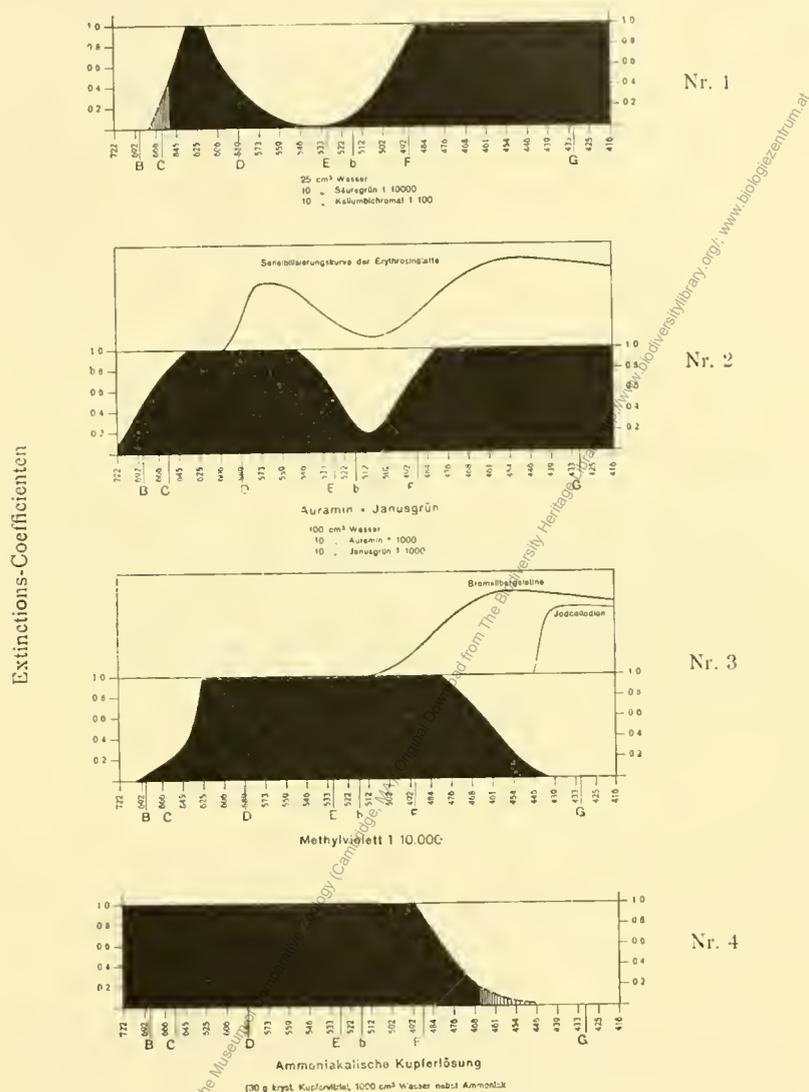
von da ab völlig durchlässig

<sup>1</sup> Auch die in Figur 3 dargestellten Sensitometer-Curven geben (bezogen auf Scheinergrade) das Bild der verschieden starken photographischen Wirkung des Lichtes beim Einschalten der in Rede stehenden Lichtfilter.

<sup>2</sup> Es wurde reines Methylviolett von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh. verwendet.

Demgemäß ergibt sich die in Fig. 4, Nr. 3, graphisch dargestellte Absorptionscurve meines Methylviolettfilters (1:10000); es sind hiebei die Wellenlängen des Lichtes und die dazugehörigen Extinctionscoefficienten mit ihren genauen Zahlenwerten eingetragen.

Fig. 4.



## Quantitative spektrokolorimetrische Prüfung von Lichtfiltern.

Die Methylviolettlösungen bleichen leider nach mehreren Wochen im Lichte aus (abgesehen von Farbenänderungen durch chemische Reactionen) und verlieren viel von ihrer Farben-Intensität.

Ein solches praktisch bereits unbrauchbar gewordenes Methylviolettfilter besaß nach meinen Messungen folgende Lichtstärken und Extinctionscoefficienten:

**Methylviolett-Filter.** (Concentration 1 : 10.000. — Am Lichte ausgebleicht.)

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctionscoefficient
$7-7\frac{1}{4}$	666—655	gut durchlässig für Roth	—
$7\frac{1}{4}-7\frac{1}{2}$	655—645		—
$7\frac{1}{2}-7\frac{3}{4}$	645—635		—
$7\frac{3}{4}-8$	635—625	0·31	0·5086
$8-8\frac{1}{4}$	625—616	0·13	0·8861
$8\frac{1}{4}-8\frac{1}{2}$	616—606	0·03	1·5229
$8\frac{1}{2}-8\frac{3}{4}$	606—597		

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions- coefficient
597—517 starkes Absorptionsband bis Grün			
$11\frac{3}{4}$ —12	517—512	0·03	1·5229
12— $12\frac{1}{4}$	512—507	0·06	1·2219
$12\frac{1}{4}$ — $12\frac{1}{2}$	507—502	0·08	1·0969
$12\frac{1}{2}$ — $12\frac{3}{4}$	502—497	0·10	1·0090
$12\frac{3}{4}$ —13	497—492	0·17	0·7606
13— $13\frac{1}{4}$	492—488	0·21	0·6778
$13\frac{1}{4}$ — $13\frac{1}{2}$	488—484	0·28	0·5529
$13\frac{1}{2}$ — $13\frac{3}{4}$	484—480	0·37	0·4318
$13\frac{3}{4}$ —14	480—476	0·39	0·4089
14— $14\frac{1}{4}$	476—472	0·41	0·3872
$14\frac{1}{4}$ — $14\frac{1}{2}$	472—468	0·52	0·2840
$14\frac{1}{2}$ — $14\frac{3}{4}$	468—465	0·78	0·1079

Vergleicht man damit meinen Befund, dass Kupferoxydammoniak, oder ähnliche Lichtfilter (die Bestimmung der Absorption von Kupferfiltern, s. meine Abhandlung *Sensitometrie* « III. Abhdlg.) nach meinen Versuchen für Gelbdruckplatten das Blaugrün gleichfalls zu wenig dämpfen, vergleicht man ferner die Absorptionscurve des guten Methylviolettfilter (1:10000) (s. Fig. 4) mit der Curve eines Lichtfilters von stärkerer Kupferoxydammoniaklösung, welche immer noch zu wenig bei F absorbiert<sup>1</sup> (s. Fig. 4, Curve Nr. 4), so sind damit Standards gegeben, welche bei weiterer Ermittlung anderer Lichtfilterarten gute Anhaltspunkte geben werden.

Jodbrom-Collodionplatten für Gelbdrucknegative brauchen kein Violettfilter. Für Dreifarben-Autotypie eignet sich am besten Jodbromcollodion mit überschüssigem Jodsalz. 7 g Jodcadmium, 3·2 g Jodammonium und 1·2 g Bromammonium werden in 175 cm<sup>3</sup> Alkohol gelöst und filtriert.

Zur Herstellung von Negativcollodion mischt man 1 Volumen der Jodierungsflüssigkeit mit 3 Volumen von zweiprocentigem Rohcollodion. Die Collodionschicht wird im 10procentigen Silberbade gesilbert. Als Entwickler dient mit Essigsäure angesäuerte Eisenvitriollösung<sup>2</sup>.

## Grünfilter zur Herstellung der Rothdruckplatte.

Von den außerordentlich mannigfaltigen Grünfiltern, welche bisher vorgeschlagen wurden (Nickel-, Kupfersalze, Malachitgrün, Säuregrün, Combinationen derselben mit gelben Farbstoffen, Bichromat etc.<sup>3</sup>), habe ich eine große Anzahl versucht und sowohl auf gelbgrünempfindliche Bromsilbergelatine als auch auf grünempfindliche Bromsilbercollodien bezogen.

<sup>1</sup> Vergleichende praktische Versuche der Farbensynthese (bezogen auf die Druckfarben: Chromgelb, Krapproth und Berlinerblau) ergaben, dass die Kupferoxydammoniak-Lichtfilter, selbst in großer Concentration, nur zur Noth ihrem Zwecke entsprechen, z. B. gab eine Lösung von 30 g krystallisiertem Kupfervitriol, Ammoniak und Wasser zum Volumen von 1 Liter gebracht, ein sattes blaues Lichtfilter, welches in den meisten Fällen zu viel von der Grenzregion des Blaugrün durchlässt und deshalb meistens ein Gelbdrucknegativ von etwas zu wenig Deckung liefert. Deshalb glaube ich berechtigt zu sein, dass als äußerste Grenze eines Blaufilters für Bromsilbergelatine ein solches Kupferfilter zu bezeichnen ist, dessen Absorptionscurve durch quantitative spectralanalytische Bestimmungen durch obenstehende Figur charakterisiert ist.

<sup>2</sup> Siehe Eder, Recepte und Tabellen für Photographie und Reproductionsverfahren, welche an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien angewendet werden, 1900, S. 25.

<sup>3</sup> Eine Zusammenstellung derartiger Lichtfilter findet sich in meinem Ausf. Handbuche der Photogr. Bd. III., 5. Aufl., 1903, S. 194 und 698, ferner im Jahrb. für Photogr. und Reprod. 1900 bis 1903.

## Erythrosinbromsilbergelatineplatten und geeignete Grünfilter.

Für Zwecke des Farbenlichtdruckes verwende ich gelbgrünempfindliche Erythrosinplatten (s. oben) oder die in der Emulsion selbst gefärbten ähnlichen orthochromatischen Platten (z. B. von Schattera in Wien), welche in der Regel bessere Gradation in den Lichtern zeigen als gebadete Platten.

Sie brauchen starke Correctionslichtfilter <sup>1</sup>, deren optische Eigenschaften vom größten Einflusse auf das Gelingen sind. Die Dämpfung der Lichtstrahlen muss an der weniger brechbaren Seite des Spectrums, von Orange gelb gegen Gelbgrün (Region von der Fraunhofer'schen Linie C bis über D) erfolgen, so dass die spectralphotographische Aufnahme auf einer Erythrosinplatte (Taf. II, Nr. 10) im Sinne von Taf. II, Nr. 7, gestaltet, d. h., dass das Sensibilisierungsband vom Gelbgrün gegen Blaugrün geschoben wird. Solche Effecte kann man z. B. mit Gemischen von Janusgrün <sup>2</sup>, mit gelben Farbstoffen (wie Auramin)<sup>3</sup> erzielen, wie Curve 2 in Fig. 4 andeutet. Die obere Curve in dieser Figur deutet die Sensibilisierungscurve der Erythrosin-Bromsilbergelatineplatte an, die graphische Darstellung des Absorptionsspectrums von Janusgrün-Auramin (untere Curve) zeigt dort ein Maximum des durchgelassenen Lichtes, wo die Empfindlichkeit der Erythrosinplatte ein Minimum hat, und man erhält durch Combination beider eine Spectrumphotographie, worin die Hauptwirkung sich über Grün erstreckt, wie Taf. II, Nr. 7, angibt.

Man kann mit einem solchen System in Dreifarbendruck gut arbeiten, wie ich es früher schon angegeben habe <sup>4</sup>, aber das Filter zeigte in der Folge manche Nachteile: es ist an keiner Stelle des Spectrums völlig durchlässig (s. Curve 2, Fig. 4 und vergl. weiter unten stehende Tabelle), braucht somit längere Belichtungen als die von mir später eingeführten Lichtfilter mit Neupatentblau (Fig. 5, Nr. 9) und überdies zersetzt sich gelöstes Auramin sowohl im Lichte als im Finstern von selbst, in dem es einen unlöslichen gelben krystallinischen Niederschlag fallen lässt <sup>5</sup>. Übrigens ergibt dieses Filter die äußerste, kaum mehr zulässige Abschneidung von Gelbgrün.

## Auramin (1 : 15.000).

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctionscoefficient	Anmerkung
14—14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	508—504	0·90	0·0177	Ganz durchsichtig.
14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	504—500	0·82	0·0862	
14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	500—496	0·72	0·1427	
14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —15	496—492	0·54	0·2676	
15—15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492—489	0·41	0·3872	
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489—486	0·27	0·5686	
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486—483	0·17	0·7670	
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —16	483—480	0·12	0·9208	Ende bei $\lambda = 474$ .

<sup>1</sup> Plattensorten, welche weniger starke Correctionsfilter brauchen, wären ohne Zweifel besser; man wird solche bessere Platten anstreben müssen, obschon derzeit die Erythrosinplatten kaum zu entbehren sind.

<sup>2</sup> Janusgrün G der Farbwerke Meister, Lucius und Brünig in Höchst a. M. Dasselbe ist nach den Mittheilungen der Fabrik ein Azofarbstoff aus Diäthylsafranin und  $\beta$ -Naphylamin. — Ich mischte 100 cm<sup>3</sup> Wasser, 10 cm<sup>3</sup> Janusgrünlösung (1:1000) und 10 cm<sup>3</sup> Auramin (1:1000) und verwendete das Farbfilter in 1 cm dicker Schichte.

<sup>3</sup> Als Gelbfilter empfohlen von Andresen, Phot. Corresp., 1898, S. 507.

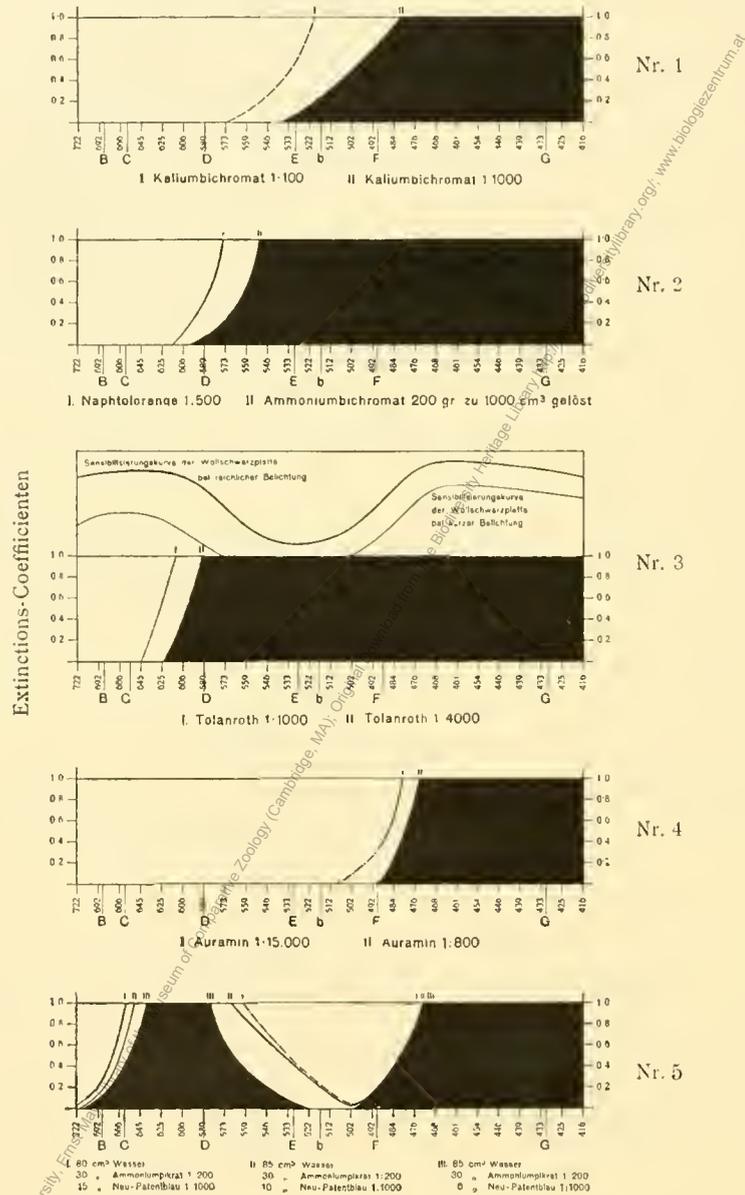
<sup>4</sup> Eder, Jahrb. für Photogr. u. Reproduktionstechnik, 1901, S. 213.

<sup>5</sup> Diese Beobachtung bewog mich im weiteren Verlaufe meiner Arbeiten von Auraminlösungen abzusehen und dafür Ammoniumpikrat zum Dämpfen von Blauviolett zu verwenden. — Die im Texte mitgetheilte Tabelle enthält die Extinctionscoefficienten einer wässrigen Auraminlösung (1 : 15000), welche in 1 cm dicker Schichte ein brauchbares Dämpfungsfilter für Blauviolett abgibt; das Ammoniumpikrat kann in analoger Weise verwendet werden und ist in einer anderen Tabelle im Texte behandelt.

Dadurch werden die Rothdrucknegative zu wenig im hellen Gelbgrün gedeckt und machen diese im Dreifarbendruck zu bläulich. Aus diesen Gründen gab ich dieses Janusgrün-Lichtfilter auf.

Ein anderes Lichtfilter, welches Baron Hübl empfahl,<sup>1</sup> besteht aus Säuregrün gemischt mit Kaliumbichromat;<sup>2</sup> es ist recht hell und für gewisse Zwecke, wo mäßige Dämpfung im Gelbgrün

Fig. 5.



Quantitative spektroskopische Prüfung von Lichtfiltern.

erforderlich ist, sehr brauchbar. Dieses Filter gibt die geringste in manchen Fällen noch zulässige, jedoch für die im Gelbgrün gewaltig empfindlichen Erythrosinplatten kaum mehr genügende Dämpfung nächst der Fraunhofer'schen Linie D im Gelbgrün. Für manche Sorten grünempfindlicher Platten leistet dieses Lichtfilter (1 cm dick) gute Dienste, weshalb ich es hier erwähne. Die Dämpfung im Blau (nächst F)

<sup>1</sup> Baron Hübl, Die Dreifarbenphotographie, mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und der photographischen Pigmentbilder in natürlichen Farben, Halle a. S., W. Knapp, 1897.

<sup>2</sup> Das von mir untersuchte Säuregrünfilter bestand aus 10 cm<sup>3</sup> Säuregrünlösung (1 : 10000), 10 cm<sup>3</sup> Kaliumbichromatlösung (1 : 100) und 25 cm<sup>3</sup> Wasser; Schichtdicke bei photograph. Aufnahmen 1 cm.

rückt aber hierbei etwas zuweit gegen Blaugrün vor. Da diese Type von Lichtfiltern beachtenswert ist, so theile ich meine Messungsergebnisse der quantitativen Absorption in folgender Tabelle mit.

Grünfilter aus  $10\text{cm}^3$  Säuregrün (1 : 10.000)  $10\text{cm}^3$  Kaliumbichromat (1 : 100)  $25\text{cm}^3$  Wasser.

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions- coefficient
$7\frac{1}{4}-7\frac{1}{2}$	655—645	0·27	0·569
$7\frac{1}{2}-7\frac{3}{4}$	645—635	0·15	0·824
$7\frac{3}{4}-8$	635—625	0·05	1·301
$8-8\frac{1}{4}$	625—616	0·04	1·598
$8\frac{1}{4}-8\frac{1}{2}$	616—606	0·19	0·721
$8\frac{1}{2}-8\frac{3}{4}$	606—597	0·24	0·620
$8\frac{3}{4}-9$	597—589	0·32	0·495
$9-9\frac{1}{4}$	589—581	0·43	0·367
$9\frac{1}{4}-9\frac{1}{2}$	581—573	0·55	0·260
$9\frac{1}{2}-9\frac{3}{4}$	573—566	0·72	0·143
$9\frac{3}{4}-10$	566—559	0·76	0·119
$10-10\frac{1}{4}$	559—553	0·80	0·097
$10\frac{1}{4}-10\frac{1}{2}$	553—546	0·92	0·030
$10\frac{1}{2}-10\frac{3}{4}$	546—539	0·91	0·041
$10\frac{3}{4}-11$	539—533	0·95	0·022
durchsichtig			
$12-12\frac{1}{4}$	512—507	0·63	0·201
$12\frac{1}{4}-12\frac{1}{2}$	507—502	0·47	0·328
$12\frac{1}{2}-12\frac{3}{4}$	502—497	0·31	0·509
$12\frac{3}{4}-13$	497—492	0·19	0·721
$13-13\frac{1}{4}$	492—488	0·15	0·824
$13\frac{1}{4}-13\frac{1}{2}$	488—484	0·09	1·046
$13\frac{1}{2}-13\frac{3}{4}$	484—480	0·06	1·222
$13\frac{3}{4}-14$	480—476	0·02	1·699

Für Erythrosinplatten soll aber nach meinen Versuchen ein passendes Grünfilter für Dreifarbendruck das Gelbgrün mehr und das Blaugrün weniger dämpfen als das vorhin beschriebene Säuregrün-Lichtfilter. Dies erreichte ich am besten mit einem Gemisch von Ammoniumpicrat und Neu-Patentblau (Neu-Patentblau 4 B der Farbenfabriken vormals Fr. Bayer & Comp. in Elberfeld). Curve 9 (I, II, III) in Fig. 5, zeigt die Absorptionscurven von drei verschiedenen Concentrationen des blauen Farbstoffes und annähernd constanter Concentration des Ammoniumpicrates.

Als bestes Grünfilter für Erythrosinbadeplatte (Schattera's Erythrosinplatten) diente mir die Mischung von  $85\text{cm}^3$  Wasser,  $30\text{cm}^3$  Ammoniumpicrat (1 : 200) und  $15\text{cm}^3$  Neu-Patentblau (1 : 1000), deren Absorptionscurve in Fig. 5, Curve 9 (I) dargestellt ist und deren Lichtextinction die weiter unten folgende Tabelle enthält. Für orthochromatische Platten, deren Empfindlichkeitsmaximum nicht so sehr nach Gelb gravitiert (zum Beispiel Lumière's gelbempfindliche Platten, wie sie 1891 in den Handel kamen), muss der Patentblau-Zusatz auf  $10\text{cm}^3$  herabgesetzt werden (Curve 9, II), während Monobromfluorescein-Collodiumplatten den geringsten Blauzusatz zum Grünfilter ( $5\text{cm}^3$ ) brauchen (Curve 9, III); ja dieser ist oft schon zu stark und man wird mitunter gut thun, diese Platten ohne Farbenfilter (respective mit Wasserfilter) ein wenig nach zu exponieren oder der sensiblen Schicht einen kleinen Zusatz eines Eosin-farbstoffes zu geben.

Die Dämpfung des Blauvioletts durch das oben angegebene Quantum Ammoniumpikrat ist zweckentsprechend (s. Curve 9, Fig. 5) und die nachstehenden Tabellen geben die spectral-analytische ziffermäßige Charakterisierung dieser von mir derzeit ausschließlich in Combination mit Erythrosinplatten verwendeten Grünfilter.

### Grünfilter für Erythrosinbadeplatten.

(80 cm<sup>3</sup> Wasser, 30 cm<sup>3</sup> Ammoniumpikrat [1 : 200], 15 cm<sup>3</sup> Neupatentblau B 1 : 400.)

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions-coefficient	Anmerkung
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	717—705	0·84	0·0757	Dieses Filter gibt bei Erythrosinplatten das Chromgelb der Farbentafel gleich Schweinfurtergrün oder das Grün etwas heller als gelb. Blau ist gedrückt. Es darf die Concentration von Pikrat nicht vermehrt werden, sondern 30 cm <sup>3</sup> repräsentieren einen Grenzwert. Eher kann das Pikrat auf 25 cm <sup>3</sup> herabgesetzt werden. Sollte bei manchen Plattensorten das Gelb zu wenig gedeckt erscheinen, so müsste man das Patentblau auf 10 cm <sup>3</sup> herabsetzen.
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —7	705—694	0·70	0·1549	
7—7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	694—683	0·56	0·2518	
7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	683—672	0·38	0·4202	
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	672—662	0·17	0·7090	
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —8	662—653	0·04	1·3979	
totale Absorption				
11—11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	565—559	0·03	1·5229	
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	559—554	0·09	1·0455	
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	554—549	0·15	0·8239	
11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —12	549—543	0·21	0·6778	
12—12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	543—538	0·26	0·5850	
12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	538—534	0·32	0·4949	
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	534—530	0·37	0·4318	
12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —13	530—525	0·40	0·3979	
13—13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	525—520	0·46	0·3373	
13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	520—516	0·58	0·2366	
13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	516—512	0·68	0·1675	
13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —14	512—508	0·78	0·1079	
14—14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	508—504	0·80	0·0969	
14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	504—500	0·72	0·1427	
14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	500—496	0·72	0·1427	
14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —15	496—492	0·62	0·2076	
15—15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492—498	0·58	0·2366	
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489—480	0·49	0·3098	
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486—483	0·36	0·4437	
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —16	483—481	0·27	0·5686	
16—16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	480—470	0·18	0·7447	
16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	476—473	0·08	1·0969	

Daran schließt sich die Absorption des Ammoniumpikrats in Blau und Violett (siehe dieses).

## Grünfilter für Lumière's gelbgrünempfindliche Platten.

(85 cm<sup>3</sup> Wasser, 30 cm<sup>3</sup> Ammoniumpikrat (1 : 200) 10 cm<sup>3</sup> Neupatentblau 1 = 1000.)

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions- coefficient	Anmerkung
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —7	705—694	0·84	0·0757	Beginn der Absorption.
7—7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	694—683	0·70	0·1549	
7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	683—672	0·48	0·3188	
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	672—662	0·37	0·4318	
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —8	662—653	0·21	0·6778	
8—8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	653—644	0·04	1·3979	
gänzliche Absorption				Breites Absorptionsband.
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	577—571	0·02	1·0990	
10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —11	571—565	0·05	1·3010	
11—11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	565—559	0·12	0·9208	
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	559—554	0·19	0·7213	
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	554—549	0·20	0·5850	
11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —12	549—543	0·30	0·5229	
12—12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	543—538	0·33	0·4815	
12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	538—534	0·38	0·4202	
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	534—530	0·39	0·4089	
12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —13	530—525	0·43	0·3665	
13—13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	525—520	0·54	0·2676	
13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	520—516	0·62	0·2076	
13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	516—512	0·72	0·1427	
13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —14	512—508	0·78	0·1079	
14—14 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	508—504	0·80	0·0969	
14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	504—500	0·80	0·0655	Stelle der größten Durchlässigkeit.
14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	500—496	0·74	0·1307	
14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —15	496—492	0·54	0·2676	
15—15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492—489	0·42	0·3768	
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489—486	0·36	0·4437	
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486—483	0·27	0·5686	
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —16	483—480	0·20	0·6990	
16—16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	480—476	0·14	0·8539	
16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	476—473	0·08	1·0969	

Daran schließt sich die Absorption des Ammoniumpikrates (s. u.).

## Grünfilter für Monobromfluoresceïncolloidum.

(85 cm<sup>3</sup> Wasser, 30 cm<sup>3</sup> Ammoniumpikrat [1 : 200], 5 cm<sup>3</sup> Neupatentblau B.)

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions coefficient
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —7	705—694	0·76	0·1192
7—7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	694—683	0·68	0·1675
7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	683—672	0·60	0·2219
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	672—662	0·40	0·3979
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —8	662—653	0·36	0·4437
8—8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	653—644	0·49	0·7213
8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	644—635	0·02	1·6999
totale Absorption			
9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —10	596—589	0·04	1·3979
10—10 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	589—583	0·12	0·9208
10 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	583—577	0·19	0·7213
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	577—571	0·28	0·5529
10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —11	571—565	0·33	0·4815
11—11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	565—559	0·39	0·4089
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	559—554	0·44	0·3560
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	554—549	0·54	0·2676
11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —12	549—543	0·64	0·1938
12—12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	543—538	0·74	0·1308
12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	538—534	0·82	0·0862
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	534—530	0·88	0·0555
ganz durchlässig			
14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	500—496	0·82	0·0802
14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —15	496—492	0·62	0·2076
15—15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492—489	0·56	0·2518
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489—486	0·42	0·3768
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486—483	0·39	0·4089
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> —16	483—481	0·29	0·5376
16—16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	480—476	0·21	0·6778

Hieran schließt sich die Blau-Absorption durch Pikrat.

In diesen Tabellen der quantitativen Lichtabsorption ist die Dämpfung im Blauviolett nicht speciell angeführt, weil sie in allen drei Fällen gemeinsam auf Rechnung des Ammonumpikrates kommt. Die Absorption dieser wässrigen Ammonumpikratlösung (1 : 800) ist in nachstehender Tabelle in Ziffern angegeben und in Curve 9 graphisch dargestellt.

## Ammonumpikrat-Lösung 1 : 800.

(90  $cm^3$  Wasser 30  $cm^3$  Ammonumpikrat 1 : 200.)

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions-coefficient	Anmerkung
14 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> — 15	496—492	durchsichtig		Ist annähernd in dieser Concentration in den Grünfiltern gemischt mit Patentblau vorhanden, kann als Grenzwert der Absorption gegen Blau gelten. Die Concentration kann bei Dreifarbedruck eher schwächer, nicht aber stärker sein. Dieses Filter kann zur Noth als Lichtfilter für Bromsilbercollodium mit Monobromfluorescein dienen. Meistens erwies es sich aber besser, bei Monochromfluoresceinplatten etwas Blau zuzusetzen, z. B. 85 H <sub>2</sub> O, 30 Ammonpikrat 1 : 200, 5 $cm^3$ Neupatentblau 1 : 1000.
15 — 15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	492—489	0·84	0·0757	
15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> — 15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	489—480	0·70	0·1549	
15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — 15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	486—483	0·52	0·2840	
15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> — 16	483—480	0·41	0·3872	
16 — 16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	480—476	0·25	0·6021	
16 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> — 16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	476—473	0·14	0·8539	
	Ende bei $\lambda = 471$			

## Spectroskopische Untersuchung der Wirkung von Bichromaten als Lichtfilter.

Kaliumbichromatlösungen verwende ich nicht gerne als Bestandtheile von Lichtfiltern für die Rothdruckplatte bei Dreifarbedruck. Zu dieser Ansicht wurde ich durch das nähere Studium des optischen Verhaltens der Bichromate veranlasst. Einprocentige Kaliumbichromatlösungen dämpfen das Blau und Blaugrün sehr stark und mit ziemlich steiler Curve. (S. Curve 5, Fig. 5 sowie folgende Tabelle.) Verdünntere

## Kaliumbichromat 1 : 100.

(1 g im Gesamtvolumen von 100  $cm^3$ )

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions-coefficient
11 — 11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	563—559	0·86	0·0655
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> — 11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	559—554	0·74	0·1308
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — 11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	554—549	0·62	0·2076
11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> — 12	549—543	0·54	0·2676
12 — 12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	543—538	0·46	0·3373
12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> — 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	538—534	0·41	0·3872
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — 12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	534—530	0·31	0·5086
12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> — 13	530—527	0·23	0·6383
13 — 13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	527—525	0·15	0·8239
13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> — 13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	525—516	0·05	1·30103

**Kaliumbichromat 1 : 1000.**  
(1 g im Gesamtvolumen von 1000  $cm^3$ )

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions- coefficient
$13\frac{1}{4}$ — $13\frac{1}{2}$	520—518	0·64	0·1932
$13\frac{1}{2}$ — $13\frac{3}{4}$	518—516	0·56	0·2518
$13\frac{3}{4}$ —14	516—512	0·48	0·3188
14— $14\frac{1}{4}$	512—508	0·42	0·3768
$14\frac{1}{4}$ — $14\frac{1}{2}$	508—504	0·36	0·4437
$14\frac{1}{2}$ — $14\frac{3}{4}$	504—500	0·30	0·5229
$14\frac{3}{4}$ —15	500—496	0·26	0·5850
15— $15\frac{1}{4}$	496—492	0·22	0·6576
$15\frac{1}{4}$ — $15\frac{1}{2}$	492—489	0·18	0·7447
$15\frac{1}{2}$ — $15\frac{3}{4}$	489—486	0·14	0·8539
$15\frac{3}{4}$ —16	486—483	0·12	0·9208
16— $16\frac{1}{4}$	483—480	0·09	1·0455
$16\frac{1}{4}$ — $16\frac{1}{2}$	480—476	0·07	1·1549

Kaliumbichromatlösungen (1:1000) geben eine sanft ansteigende Absorptionscurve von Grün bis Blau (s. Fig. 5), dämpfen das blauviolette Licht bei Verwendung von Erythrosinplatten, so dass man genügend »farbentonrichtige« monochrome Landschaftsphotographien oder andere Aufnahmen (monochrome Gemäldereproductionen) damit herstellen kann. Diese Bichromatlösung (1 : 1000) ist ein Beispiel eines sehr guten milderer Dämpfungsfilters für orthochromatische Erythrosinplatten, bei denen die photographische Wirkung der blauen und violetten Pigmentfarben gedämpft werden muss (entsprechend »hellgelben« Dämpfungsfiltern aus gelbem Glase), während die Bichromatlösung 1 : 100 dem in der orthochromatischen Photographie gebräuchlichen dunkelgelben Gase entspricht und das ein energisches Dämpfungsfilter für Blau darstellt. Da diese gelben Lichtfilter wohl »Standards« für orthochromatische Aufnahmen mit Erythrosinplatten repräsentieren, so theile ich sowohl die quantitativen Messungen als auch eine graphische Darstellung ihrer Absorptionsspectren (s. Curve 5, Fig. 5) mit.

Sehr dunkel gefärbte Bichromatfilter lassen sich mittels des in Wasser leicht löslichen Ammonium-Bichromats herstellen, zum Beispiel Lösungen von 200 g zu 1 l. Ein mit so concentrirter Bichromatlösung hergestelltes Lichtfilter unterdrückt von Grün ab das Blau und Violett so scharf, dass man sie in 1  $cm$  dicker Schichte als Selectionsfilter verwenden kann, ja, es kann sogar als Orangefilter für Dreifarbendruck in Erwägung gezogen werden.

Diese 20procentige Ammoniumbichromatlösung in 1  $cm$  dicker Schichte steht als Orangefilter allerdings an der Grenze der Verwendbarkeit, weil es noch zu viel Gelbgrün und Grün durchlässt. Lichtfilter dieser Art sind nach meinen bisherigen Erfahrungen (namentlich mit rothempfindlichen Wollschwarzplatten und für die Druckfarbe Miloriblauf in der Nuance von Taf. I) zu sehr hellorangefarbig; sie sollten mehr rothorange gefärbt sein.

## Ammoniumbichromat 200g auf 1l gelöst.

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions-coefficient
10—10 <sup>1/4</sup>	589—583	0·82	0·0862
10 <sup>1/4</sup> —10 <sup>1/2</sup>	583—577	0·70	0·1549
10 <sup>1/2</sup> —10 <sup>3/4</sup>	577—571	0·58	0·2366
10 <sup>3/4</sup> —11	571—565	0·46	0·3373
11—11 <sup>1/4</sup>	565—559	0·32	0·4949
11 <sup>1/4</sup> —11 <sup>1/2</sup>	559—554	0·17	0·7096
11 <sup>1/2</sup> —11 <sup>3/4</sup>	554—549	0·03	1·5229

Ein richtiges praktisch gut verwendbares Orangefilter fand ich in Naphtholorange-Lösungen 1 : 500 in 1 cm dicker Schichte; sie geben eine Absorptionscurve, die vor der Fraunhofer'schen Linie D beginnt und hinter derselben endet, wie Curve 6 zeigt und folgende Tabelle näher angibt.

## Naphtholorange 1 : 500.

Scala	Wellenlänge	Lichtstärke	Extinctions-coefficient
9 <sup>1/4</sup> —9 <sup>1/2</sup>	610—603	0·84	0·0757
9 <sup>1/2</sup> —9 <sup>3/4</sup>	603—596	0·72	0·1427
9 <sup>3/4</sup> —10	596—589	0·56	0·2518
10—10 <sup>1/4</sup>	589—583	0·40	0·3979
10 <sup>1/4</sup> —10 <sup>1/2</sup>	583—577	0·17	0·7096
10 <sup>1/2</sup> —10 <sup>3/4</sup>	577—571	0·03	1·5229

Das von mir verwendete Naphtholorange war die Marke »Orange II« der Badischen Anilin- und Sodafabrik (ein Tropaelin, das Natronsalz des Sulfanilsäure-Azo- $\beta$ -Naphthols). Es leistete mir sowohl in Combination mit Wollschwarz-Gelatineplatten als auch mit Äthylviolett-Monobromfluorescein-Bromsilbercollodion stets gute Dienste bei der praktisch durchgeführten Dreifarbenphotographie.

Als praktisch minderwertiges, schlecht wirkendes Lichtfilter für das Blaudrucknegativ sei das Tolanroth angeführt, welches ich anfänglich in Concentrationen 1 : 4000 vielfach versuchte, dann aber wieder aufgab, weil es das Farbenspectrum zu stark nächst D dämpft, also den entgegengesetzten Fehler als die concentrirte Bichromatlösung aufwies.

Die concentrirtere Tolanrothlösung (1 : 1000 und stärker) gibt übrigens in 1 cm dicker Schichte gute rothe Dunkelkammerscheiben, welche rothes Licht besser abschneiden als manche Sorten von rothem Kupferrubinglas, weshalb ich auch diesen hiefür von E. Valenta<sup>1</sup> bereits angeführten Farbstoff einer eingehenden Untersuchung unterzog. Folgende Tabelle, sowie Curve, Fig. 5, Nr. 3, geben meine Untersuchungsergebnisse:

<sup>1</sup> Phot. Corresp. 1901, S. 37.

## Tolanrot.

Scala	Wellenlänge	1 : 4000		1 : 1000	
		Lichtstärke	Extinctionscoefficient	Lichtstärke	Extinctionscoefficient
$7\frac{3}{4}$ - 8	635 - 625	—	—	0·37	0·4318
8 - $8\frac{1}{4}$	625 - 616	0·80	0·0969	0·21	0·6778
$8\frac{1}{4}$ - $8\frac{1}{2}$	616 - 606	0·40	0·3979	0·09	1·0455
$8\frac{1}{2}$ - $8\frac{3}{4}$	606 - 597	0·28	0·5529	—	—
$8\frac{3}{4}$ - 9	597 - 589	0·09	1·0455	—	—

Alle diese Absorptionscurven sind auf Extinctionscoefficienten und Wellenlängen bezogen. Erstere sind in den Fig. 4 bis 5 vom Wert 0 bis 1·0 eingetragen; dies entspricht Lichtstärken von 100 bis 10 Procent, welche beim Passieren des Lichtes durch Filter übrigbleiben. Derartig gezeichnete Curven geben im Sinne meiner Ausführungen (s. o.) das getreue Bild der dominierenden Spectralzone, welche durch diese Lichtfilter zur Wirkung gelangt. Bei der in der Praxis der Gemäldereproduction nothwendigen reichlichen Belichtung erstrecken sich allerdings die Wirkungen bis circa 5 Procent Lichtstärke (= 1·3 Extinctionscoefficient) und dann werden die wirksamen Spectralzonen insgesamt verbreitert werden. Die diesen geringen Lichtstärken entsprechenden Werte habe ich in die Curven nicht mehr eingezeichnet, wohl aber in den Tabellen ausgewiesen, da sie immerhin noch eine Rolle in der angewandten Photographie spielen können.

### Probeaufnahmen der Farbtafel mit farbenempfindlichen Platten und Lichtfiltern für Dreifarbendruck.

Photographiert man meine Normalfarbentafel (Taf. I) mit gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten hinter Violettfilter oder mit nassem Jodbromcollodion (frei, d. h. Wasserfilter), so sollen Zinnober, Chromgelb wie Schwarz und Schweinfurtergrün wie dunkelgrau wirken und photographisch unterdrückt werden; es resultiert dann nach solchen Negativen die in Taf. I, Fig. 1, autotypisch abgebildete Copie.

Eine annähernd correct wirkende grünempfindliche Platte mit entsprechendem Filter gibt eine Wirkung wie in Taf. I, Fig. 3, zeigt, wo Roth und Violett ganz niedergedrückt, Ultramarin mäßig gedämpft erscheinen und das Schweinfurtergrün etwas heller als das Chromgelb wirkt (z. B. Erythrosinplatte mit Patentblau + Pikratfilter); kommen letztere beide gleich hell, so kann man auch noch auf brauchbare Dreifarbendruck-Clichés (bei einiger Nachhilfe durch Retouche) rechnen. Wird aber bei Verwendung von Erythrosinplatten das Gelbgrün zu wenig gedämpft, das Ultramarinblau aber zu viel, so resultiert eine Aufnahme der Farbentafel, wie sie in Taf. I, Fig. 4, zeigt, mit dieser kann der Dreifarbendruker nicht viel anfangen; sie druckt falsch.

Eine rothempfindliche (richtiger roth, gelb und gelbgrünempfindliche) Platte soll hinter einem guten Orangefilter das Roth, Orange mit Gelb fast wie Weiß, das Gelbgrün aber wie Grau, das Grau und Blau wie Schwarz wiedergeben. Ein Rothfilter oder Dunkelorangefilter geben die Farbentafel wie Taf. I, Fig. 2, zeigt.

Die spectroscopische Beschreibung der Reflexionsspectren dieser meiner Normalfarben, welche ich oben eingehend schilderte, erklärt zur Genüge dieses Verhalten.

Wenn die farbenempfindlichen Platten und Filter diese einfache Vorprobe befriedigend bestehen, so kann man auf brauchbare Dreifarben-Clichés rechnen, bei denen die Retouche verbessernd eingreifen

wird, niemals aber die Hauptsache zu bilden hat, was bei schlechterer Durchführung des photomechanischen Processes leider in der Praxis nicht selten vorkommt, aber vermieden werden soll.

Vergleicht man diese Ergebnisse, die empirisch gefundene bessere Zertheilung des Spectrums in drei Zonen mit den theoretisch möglichen drei Systemen von Dreifarbenfiltern, so ergibt sich, dass das eingangs sub *a* erwähnte System der Dreitheilung des Spectrums mir am besten entsprach, wonach die Zonen ganz oder beinahe aneinanderstoßen, während Übereinandergreifen der Zonen meistens keine präzise Farbenselection in Dreifarbenphotographie gaben.

## Verwendung der Dreifarbenegative für photomechanische Druckzwecke.

Bei Dreifarbenlichtdruck hat man für Herstellung seitenverkehrter Negative zu sorgen; sie müssen genau maßhältig sein (directe Aufnahmen verkehrter Negative mittels Umkehrprismas oder Spiegels beim Objectiv oder Copierung im Contact nach den bekannten Methoden zur Herstellung seitenverkehrter Negative.<sup>1</sup>

Bei Dreifarbenautotypien ist correcte Abstimmung der Blendenöffnungen und der Belichtungszeit, sowie geeignete Blendenform und richtiger Blendenwechsel zu beachten. Wenn ich auch diese Principien der Autotypie als bekannt voraussetze, so ist doch über den wesentlichen Zusammenhang dieser Factoren mit der Farbenphotographie wenig Authentisches veröffentlicht worden.

Es wird deshalb als schätzbarer Wink für die Praxis der Dreifarbenautotypie erscheinen, wenn ich diese Daten (unter Benützung von Apochromat-Collinearen Voigtländer's und Orthoskopen Steinheil's vom Focus 40 *cm*) in Kürze angebe.

Die directe Dreifarbenautotypie bei elektrischem Lichte wird an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt folgendermaßen ausgeführt:

### I. Gelbdruckplatte hinter Wasserfilter: Nasses Jodbromcollodion.

Vorexposition auf weißes Papier: mit  $f/50$  Rundblende<sup>2</sup> 40 Secunden.

Exposition auf das Bild:  $f/25$ <sup>3</sup> bis  $f/18$ <sup>4</sup> Rundblende 2—3 Minuten.

$f/12$  Quadratblende von nebenstehender Form:  40 Secunden.

### II. Rothdruckplatte hinter Grünfilter.

Lichtfilter: 30 *cm*<sup>3</sup> Ammoniumpicratlösung (1 : 200), 85 *cm*<sup>3</sup> Wasser, 5 *cm*<sup>3</sup> Neupatentblaulösung (1 : 1000). Albert'sche Emulsion mit Monobromfluoresceinlösung (s. o.).

Vorexposition auf weißes Papier:  $f/50$  Rundblende 30 Secunden.

Bildbelichtung:  $f/25$  Rundblende 2 Minuten.

$f/18$   viereckige Blende 1 Minute.

(Wenn man härtere, contrastreichere Negative wünscht, muss man überdies noch eine dritte Exposition mit einer viereckigen Blende   $f/18$  zum Beispiel 20 Secunden vornehmen.)

<sup>1</sup> Eder, Handbuch f. Phot. III. Bd., 5. Auflage, S. 596. Gegenwärtig werden an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt Magnaliumspiegel verwendet.

<sup>2</sup> D. h. der Durchmesser der Rundblende ist =  $\frac{1}{50}$  des Focus des verwendeten Objectivs

<sup>3</sup> Bei stärkerer Verkleinerung bis unter die Hälfte.

<sup>4</sup> Bei geringerer Verkleinerung bis gleiche Größe.

### III. Blaudruckplatte hinter Orangefilter.

Lichtfilter: Naphtholorange 1 : 500.

Recept für die rothempfindliche Platte: Collodion-Emulsion mit Äthylviolett-Lösung und Monobromfluoresceïn-Lösung (s. o.). Expositionszeit dieselbe wie bei der vorigen Platte.

Vorbelichtung auf weißes Papier  $f/50$  40 Secunden. Bildbelichtung  $f/25$   $1\frac{1}{2}$ –2 Minuten,  $f/18$  viereckige Blende  50 Secunden.

Die Collodionemulsions-Negative werden mit Hydrochinon-Entwickler (Eder, Recepte und Tabellen, 5. Aufl., S. 34) entwickelt, mit Fixiernatron fixiert und wie gewöhnliche Autotypie-Negative behandelt, jodiert bis zur gelben Farbe mit Jod-Jodkaliumlösung, mit verdünnter Cyankaliumlösung abgeschwächt (die Punkte reduciert, Schwärzung mit fünfprocentiger Lösung von Natriumsulfid).

Die fertigen und trockenen Negative werden schließlich mit fünfprocentiger Gelatinelösung übergossen und eventuell noch lackiert.

Diese praktischen Mittheilungen geben ein klares Bild, wie sich die oben erwähnten, spectral-analytisch genau bestimmten photochemischen Prozesse für den angewandten Dreifarbendruck anpassen lassen. Die Untersuchung der quantitativen Spectralabsorption der Lichtfilter, wie ich sie eben beschrieben habe und die Heranziehung der photographischen Schwärzungsgesetze erscheinen mir der einzig richtige Weg, um zur wissenschaftlichen präzisen vergleichbaren Kenntnis der Function der Farbenfilter für photographische Zwecke zu gelangen.

## Photographische Objective für Dreifarbendruck.

Für Dreifarbendruck genügt die gewöhnliche Achromasie photographischer Objective nicht. Da man genöthigt ist, drei Negative hinter Orange-, Grün- und Blauviolettfilter herzustellen, so muss man sich über die dominierende Strahlengruppe orientieren, was auf Grund meiner Ausführungen leicht möglich ist. Bei Aufnahmen hinter Orangefilter dürfte eine Objectiv-Correction in Roth für die charakteristische Lithiumlinie  $\lambda = 610$  oder die Wasserstofflinie  $H_{\alpha} = 656$  (d. i. die Fraunhofer'sche Linie C) zu empfehlen sein.

Die für Blauviolett nöthige Achromasie ergibt sich aus meinen vorhergehenden Ausführungen.

Die Eigenempfindlichkeit der Bromsilbergelatine erstreckt sich bei jener Belichtungszeit, welche an der Stelle der Maximalwirkung zur Erreichung der photographischen »Schwärzung« = 2 hinreicht, als breites Band zwischen Blau und Ultraviolett von circa  $\lambda = 460$ –425.<sup>1</sup> Bei Sonnenlicht (mit Glasapparaten) liegt bei reichlicher Belichtung das Band der Schwärzung (d. i. »Schwärzung« = 1·5–2) von  $\lambda = 480$  bis zu Beginn des Ultravioletts HK, so dass es bei Berechnung der Objectiv-Achromasie für den photographischen Effect auf Bromsilbergelatine dem Optiker überlassen bleiben kann, ob er für  $\lambda = 450$  oder 440, ja sogar für den Bezirk von F ( $\lambda = 486$ ) bis KH ( $\lambda = 396$  und 393) (zum Beispiel für die Fraunhofer'sche Linie G' [ $\lambda = 434$ ]<sup>2</sup> oder h [ $\lambda = 410$ ]) achromatisiert. Letzteres aber nähert sich den

<sup>1</sup> Genauere Angaben finden sich in Eder, Sensitometrie III. Abhandlung, Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Cl., IIa, October 1901, Bd. 110.

<sup>2</sup> Die dem Wasserstoff zugehörige Linie G' ist nicht zu verwechseln mit der benachbarten Fraunhofer'schen Linie G im Sonnenspectrum ( $\lambda = 4307$ ), welche einer Eisenlinie entspricht.

Bedürfnissen der Reproductionsphotographie mit Jodsilbercollodion, dessen Maximalwirkung bei  $\lambda = 437$  beginnt, bei  $\lambda = 423$  und  $410$  anhält (s. Tafel II, Spectrum Nr. 16) und welches sich für Strichreproduction und Autotypie wegen seiner günstigen Gradation und der Klarheit der Striche besonders eignet. Für gewöhnliche achromatische photographische Objective, welche fast stets mit Bromsilbergelatineplatten in Verwendung kommen, wäre es ziemlich gleichgiltig, ob die Vereinigungsweite der gelben Fraunhofer'schen Linie D [ $\lambda = 589$ ] entweder mit der blauen Wasserstofflinie  $G' = H_{\gamma}$  [ $\lambda = 434$ ] oder mit der violetten Calciumlinie [Fraunhofer  $g$ , d. i.  $\lambda = 423$ ] oder  $h$  ( $\lambda = 410$ ) streng gerechnet ist.

Für das in der Reproductionsphotographie besonders verwendete Jodsilber-Collodionverfahren wäre die Correctur für den mittleren violetten Strahl  $g$  [ $\lambda = 423$ ] besser geeignet; freilich gestaltet sich die optische Berechnung der Objective in dem einen oder anderen Falle verschieden.

Die hervorragenden optischen Institute legen bei der Berechnung photographischer Achromate und Apochromate nicht dieselben Strahlen zugrunde, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, welche ich den freundlichen Originalmittheilungen der betreffenden Optiker verdanke.

### Art der Achromasie der Objective.

	Die Correctur der Objective erfolgt für die Strahlen		
Nach Steinheil (gewöhnliche Objective)	D=589	$g$ (Ca) = 423	
» » (Objective für Dreifarben- druck) . . . . .	C=656	F = 486	
» » (Objective für Astro- photographie) . . . . .	$g = 423$	$\lambda = 389$	
» Zeiss, gewöhnliche Objective . .	D=589	$G'_{(H\gamma)} = 434$	
Voigtländer-Harting <sup>1</sup> , gewöhnliche Ob- jective . . . . .	D=589	$G'_{(H\gamma)} = 434$	
Corrigiert man nur auf chemische Strahlen, wie bei der Astrophoto- graphie, so ist nach Voigtländer . .	F=486	$G'_{H\gamma\lambda} = 434$	$h_{(H\epsilon)} = 410$
Apochromat-Harting (Voigtländer) .	$H_{\alpha}$ = 656	F = 486	
	C = 656	$H_{\beta}$ = 486	
Goerz Doppelanastigmat Serie III <sup>2</sup> .	D=589	$G' = 434$	
Goerz Serie IV (Apochromate) <sup>3</sup> . .	D=589	$G' = 434$	

Für die Grünfilter für Dreifarbendruck wird die hauptsächlichliche Wirkung durch die grüne Fraunhofer'sche Linie  $b_1$  (Magnesium =  $\lambda 517$ ) repräsentirt werden und auch für diesen Strahl wären die Apochromate für Dreifarbendruck zu corrigieren. Die Optiker corrigieren speciell derzeit nicht für diesen grünen Strahl, sondern achromatisieren z. B. für Orange und Blau und nehmen an, dass dann die Correctur für Grün genügend mitinbegriffen sei. Für Blauviolettfilter oder bei Verwendung photographischer Präparate, welche nur für diese Strahlenart empfindlich sind, gelten folgende Gesichtspunkte:

<sup>1</sup> Phot. Corresp. 1902, S. 281, 455, 522.

<sup>2</sup> C. P. Goerz bemerkt hiezu, dass sein Doppelanastigmat der Serie III für  $D$  und  $G'$  derartig corrigiert ist, dass für die Mittelzone ein vollkommenes Zusammenfallen der Flächen stattfindet, bei einer kleinen Unter correction ( $F$  kürzer als  $D$ ) für die Mittelzone und einer fast gleich großen Über correction für die Randzone.

<sup>3</sup> Die apochromatische Serie IV von Goerz-Doppelanastigmaten wird gleichfalls für  $D$  und  $G'$  corrigiert, doch wird die Auswahl des Glases derartig getroffen, dass der Gang der Dispersion bei den Gläsern möglichst proportional ist. Selbst die besten Gläser zeigen jedoch (tertiäre) Abweichung (welche sich besonders in Roth bemerkbar macht), dagegen gelingt es,  $C$ ,  $F$  und  $G'$  für diese Goerz-Doppelanastigmaten zur Deckung zu bringen.

Da man erfahrungsgemäß mit der Jodsilbercollodionplatte ohne Lichtfilter praktisch vollkommen brauchbare Theilnegative für Blauviolett erhält, so entspricht die von Steinheil gewählte Achromatisierung für  $\lambda = 423$  diesem Zwecke gut. Es ist dies nämlich dieselbe Wellenlänge, welche der Mitte der Hauptwirkung der praktisch verwendbaren Violettfilter für Dreifarbenphotographie entspricht und womit auch die Maximalwirkung für Dreifarbendruck übereinstimmt, wenn es sich um die Druckplatte für Gelb handelt. Nach diesen Voraussetzungen sollten Apochromate für Dreifarbendruck derartig corrigiert werden, dass sie achromatisiert werden für:

Orange	Grün	Violett
Fraunhofer-Linie C ( $\lambda = 656$ ) eventuell Lithium, $\lambda = 610$	Fraunhofer-Linie $b_1 = \text{Magnesium}$ $\lambda = 517$	Fraunhofer-Linie $g = \text{Calcium}$ $\lambda = 423$

Leider ist das Strahlengebiet von  $\lambda = 656$  bis  $423$ , welches bei der Dreifarbenphotographie insbesondere in Betracht kommt, zu groß, um insgesamt völlige Correctur zu erzielen, selbst wenn man Gläser verwendet, welche das secundäre Spectrum zu vermindern gestatten. Man wird sich also für Dreifarbendruck mit der strengen Farbencorrectur eines enger begrenzten Bezirkes (von Orange bis zur blauen Linie  $\lambda = 434$ ) begnügen müssen. Es liegt im Interesse der construierenden Optiker, dass auf photochemischem Wege festgestellt werde, wie eng man das Spectralgebiet wählen kann, um für den Dreifarbendruck noch natürliche Färbungen hervorzurufen; nach meinen Versuchen dürfte dieser Bezirk höchstens und nur zur Noth von Orange bei  $\lambda = 610$  bis ins Blau bei  $\lambda = 434$  gewählt werden können; der Bezirk dürfte für solche Apochromatconstructions fast ein zu enger sein. Gelingt es die Farben-Correctur weiter ins Rothorange bis zu  $\lambda = 656$  zu erstrecken und andererseits bis Violett bei  $\lambda = 423$  auszudehnen, so würde das Ergebnis den photochemischen Anforderungen bestens entsprechen; thatsächlich genügt aber für die Praxis des Dreifarbendruckes auch eine Correctur, welche sich nur bis zum Hellblau ( $\lambda = 486$ ) erstreckt. Dabei ist vorausgesetzt, dass es gelingt, bei solchen Apochromaten die Abweichung in Roth, Grün und Blau gleichmäßig zu beheben.

Die Correction dürfte bei den für die Praxis erzeugten Apochromaten keineswegs von allen Optikern gleichmäßig durchgeführt werden. Ich untersuchte zwei vorzügliche Reproductionsobjective (bei der Einstellung für jede Farbe auf die Mitte zwischen Axe und Rand) auf ihre Abweichungen von der Einstellung auf die gelbe D-Linie. Beide gaben dieselbe Größe der Abweichungen, aber das eine war im Roth viel schlechter als im Violett, das andere um fast ebenso viel im Violett schlechter als im Roth. Die experimentelle Untersuchung mittels vergleichender Herstellung photographischer Dreifarbendrucke zeigt, dass das letztere Objectiv (das im Roth besser, im Violett schlechter war), zweifellos präzisere Dreifarbendrucke lieferte, das erstere (im Roth schlechtere) aber eine merkliche Verschwommenheit des Dreifarbendruckes (merkliches ungenaues Passen der Blaudruckplatte) gab.

Dieses Resultat ist für den Kenner der Farbendrucktechnik nicht befremdend, weil die gelbe Druckplatte (erzeugt durch die blauvioletten Strahlen) zu unterst gedruckt wird und mehr zur allgemeinen Färbung der Schicht dient, während die Blau-Druckplatte (erzeugt durch orangerothe Strahlen) die letzte, die Schluss-Druckplatte liefert, welche im Sinne des Drucktechnikers nicht nur Farbentöne liefert, sondern die Contour und Zeichnung des Bildes zu präzisieren hat. Deshalb liegt wenig daran, wenn die Gelbplatte an Schärfe minderwertig ist, wenn nur die rothe und die blaue Druckplatte scharf sind und gut passen.

Während also für die gewöhnlichen Reproductionsobjective (für das nasse Collodionverfahren) am besten für die Fraunhofer'schen Linien  $D$  ( $\lambda 589$ ) und  $g$  ( $\lambda 423$ ) zu corrigieren sein dürfte, genügt für Apochromate die Correctur für die Fraunhofer'schen Linien  $C$ ,  $F$  und  $G'$  für die praktischen Verhältnisse der

Dreifarbenphotographie; jedoch dürften sich aus meinen Ausführungen noch andere Gesichtspunkte für die Farbencorrectur der Reproductionsobjective ergeben.

Was die gewöhnliche Trockenplattenphotographie anbelangt, so kann es als eine experimentell festgestellte Thatsache gelten, dass hiebei kein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten gewöhnlicher Objective bemerkbar ist, sei es, dass sie für die Fraunhofer'schen Linien  $D$  und  $G'$  oder  $D$  und  $h$  achromatisiert sind. Man erhält also praktisch nicht sehr abweichende Objective, wenn man die eine oder die andere Forderung nicht strenge einhält, weil eben auch durch die geschickte Wahl von Glassorten mit möglichst proportionalem Gang der Dispersion ein Ausgleich gegeben ist und weil die beiden Bänder der spectralen Farbenempfindlichkeit unserer photographischen Präparate bei den gewöhnlichen photographischen Verfahren kleinere Unterschiede in der Art der Correction des Farbenfehlers nicht zur Geltung kommen lassen.

Diese Ergebnisse weisen vom photographischen, respective chemischen Standpunkte aus auf jene Strahlen des Spectrums hin, welche bei der Farbenfehler-Correctur gewöhnlicher achromatischer Objective und der Apochromate für Dreifarbenphotographie zugrunde zu legen wären.

Wien, Photochemisches Laboratorium der  
k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt,  
im Juli 1902.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>)

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)



Chromgelb



Krapplack



Miloriblau



Fig. 1. Bromsilberplatte hinter Methylviolettfilter

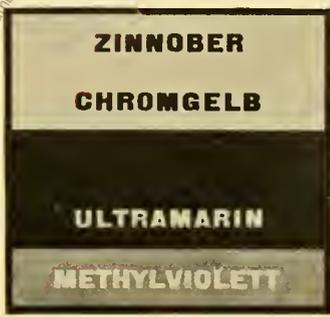


Fig. 2. Rothorangeempfindliche Platte hinter Orangefilter

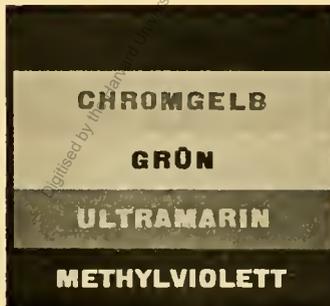


Fig. 3. Erythrosinplatte hinter gutem Grünfilter

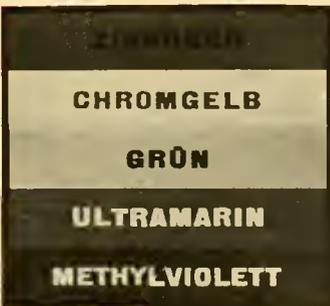
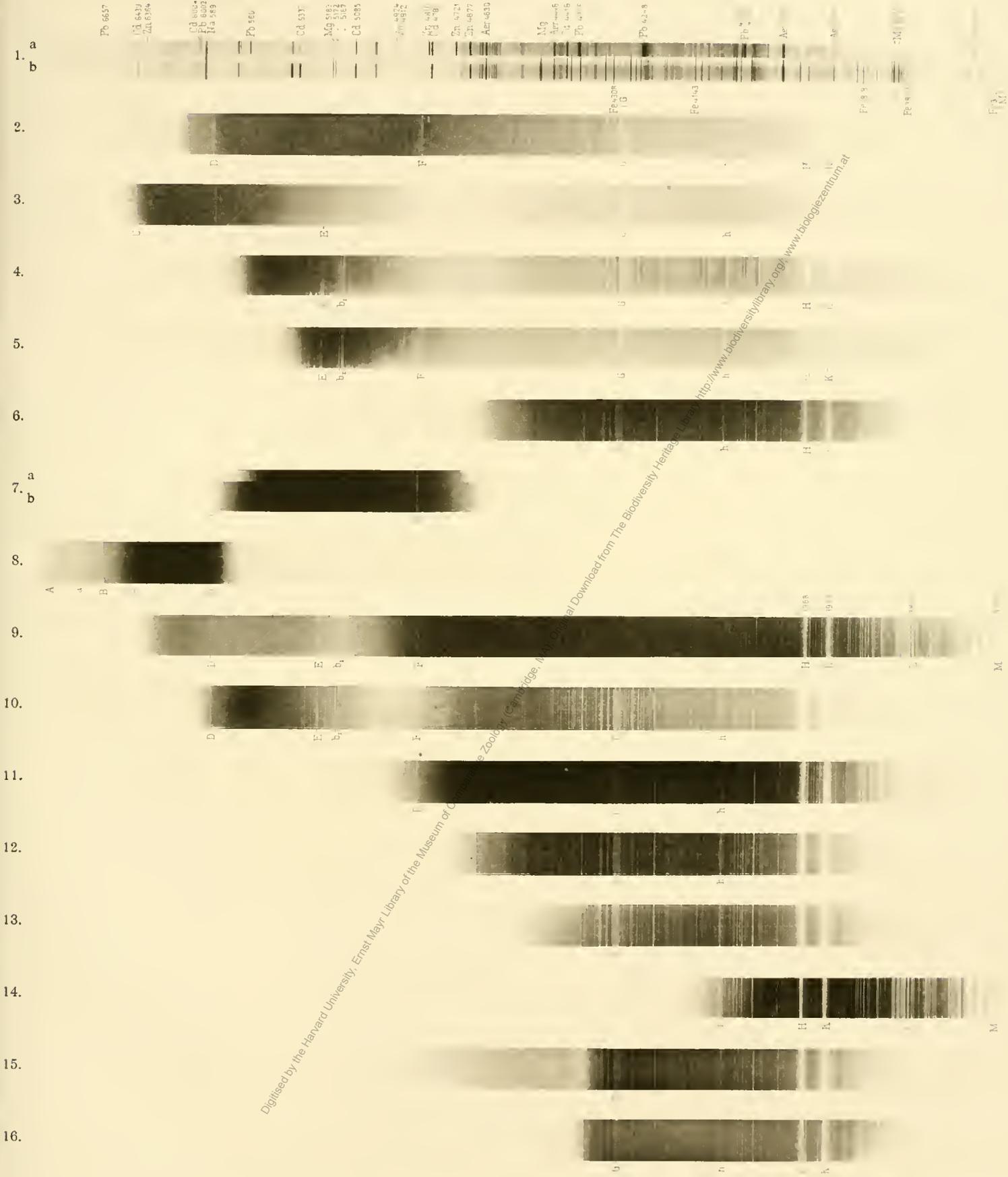


Fig. 4. Erythrosinplatte hinter ungenügendem Grünfilter

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library / <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

Spectrumphotographien mittelst des Glasspectrographen von J. M. Eder.



1. Funkenspectrum: a) Cd + Pb + Zn; b) Na + Mg + Cd + Fe. — 2. Bromsilbercollodion, schlecht für Roth sensibilisiert. — 3. Bromsilbercollodion mit Aethylviolett. — 4. Bromsilbercollodion mit Tetrabromfluorescein. — 5. Bromsilbercollodion mit Fluorescein. — 6. Bromsilbergelatine mit Lichtfilter: Säureviolett 1:2000. — 7. Erythrosin-Gelatineplatte: a) mit engem Grünfilter; b) mit weitem Grünfilter. — 8. Schattera's rothempfindliche Platte hinter Naphtolorangefilter bei reichlicher Belichtung; ähnlich verhält sich eine Baumwollschwarzplatte hinter Naphtolorangefilter. — 9. Schattera's rothempfindliche Platte (kurz exponiert). — 10. Erythrosin-Bromsilbergelatine. — 11. Bromsilbergelatine. — 12. Bromsilbergelatine mit Kupferoxydanmoniak-Lichtfilter. — 13. Bromsilbergelatine mit Methylviolett-Lichtfilter. — 14. Chlorsilbergelatine mit Entwicklung. — 15. Nasses Jodbromsilbercollodion. — 16. Nasses Jodsilbercollodion.

Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXXII, 1902.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Eder Josef Maria

Artikel/Article: [Spectralanalytische Studien über photographischen Dreifarbandruck. \(Mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren\). 633-663](#)