

## Über einige geeignete praktische Methoden zur Photographie des Spectrums in seinen verschiedenen Bezirken mit sensibilisirten Bromsilberplatten.

Von Dr. J. M. Eder,

*Professor a. d. Staatsgewerbeschule in Wien.*

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1886.)

Photographien des Spectrums mit besonderer Berücksichtigung des stärker brechbaren Theiles von Grün (Fraunhofer'sche Linie *E*) bis in das äusserste Ultraviolett.

Zur Photographie des stärker brechbaren Theiles des Spectrums eignen sich die gewöhnlichen Bromsilbergelatine-Trockenplatten wegen ihrer grossen Lichtempfindlichkeit vortrefflich. Dieselben wurden auch zu diesem Zwecke oftmals (Vogel, Hartley, Cornu, Hasselberg, Schumann u. A.) verwendet und haben das Collodion-Verfahren völlig verdrängt, da die Empfindlichkeit 5- bis 30mal grösser ist und man ohne Schaden die Belichtungszeit auf mehrere Stunden, ja mehrere Wochen <sup>1</sup> verlängern kann.

Da die gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten das Maximum ihrer Empfindlichkeit im Blau haben (s. Fig. 1 auf Tafel I)

---

<sup>1</sup> Um das Spectrum der nicht leuchtenden Flamme des Bunsen'schen Gasbrenners photographiren zu können, musste ich beim blauen Flammenkegel 12 Stunden bis zwei Tage lang belichten, und erhielt auf Erythrosinplatten vollkommen deutlich das Swan'sche Spectrum mit viel mehr Linien als in den Lecoq de Boisbaudran'schen Spectraltafeln angegeben sind. Der obere farblose Theil ist viel lichtschwächer; man nahm bis jetzt an, dass er nur ein schwaches continuirliches Spectrum (ohne Linien) gebe (Swan). Nach 8- bis 14tägiger Lichtwirkung erhielt ich jedoch ein Spectrum dieses Theiles, welches zum Theile die Hauptlinien des Swan'schen Spectrums aufweist, daneben aber ein anscheinend continuirliches Spectrum im Blau bis Violett, welches von zahlreichen Halbschatten-Bändern durchzogen ist.

und diesen Bezirk, sowie einerseits das Violett und Ultraviolett und andererseits das Blaugrün sehr deutlich wiedergeben, so sind zur Photographie dieser Strahlen keine anderen Hilfsmittel erforderlich. Es sei jedoch erwähnt, dass die im Handel vorkommenden Trockenplatten nicht alle denselben hohen Grad der Lichtempfindlichkeit haben und man mit dem Warnerke'schen Sensitometer zuvor vergleichende Empfindlichkeitsproben vornehmen soll.<sup>1</sup>

Man kann allerdings auf gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten das Sonnenspectrum bis gegen *C* (und noch weiter aus Roth) photographiren, wenn man länger belichtet und wenn man farbige Schirme vor den Spalt bringt, um den blauen Theil auszuschliessen. (Vergl. die Photographie des Sonnenspectrums auf gewöhnlichen Bromsilberplatten in Fig. 11 Tafel II.)

Jedoch werden die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums im weniger brechbaren Theil merklich schärfer und deutlicher ausgeprägt, wenn man das Bromsilber durch geeignete Farbstoffe sensibilisirt. Es wird das Bromsilber nicht nur viel lichtempfindlicher, für die betreffenden gelben, rothen etc. Strahlen (z. B. Erythrosin, Cyanin, Coerulein), sondern das Spectrumbild ist auch viel schärfer und besser defnirt.<sup>2</sup> Dieser letztgenannte Vortheil ist nicht zu unterschätzen. Manche Farbstoffe (z. B. gewisse Induline), welche man zum Bromsilber zusetzt, bewirken keinen Gewinn, sondern mitunter sogar einen Verlust an quantitativer Empfindlichkeit (beziehungsweise Gesamtempfindlichkeit für weisses Licht); trotzdem kann ihre Verwendung zum Färben der Bromsilberschichte von Nutzen sein, weil man bei langer Belichtung und intensiven Lichtquellen eine bessere Definirung der photographirten Spectren und deutliche Unterscheidung der scharfen Linien erhält, als dies bei gewöhnlichem

---

<sup>1</sup> In der photographischen Praxis verlangt man von hochempfindlichen Platten 20 bis 23 Grad Warnerke; übrigens werden gegenwärtig Platten von 24 bis 25 Grad Warnerke von einigen Fabriken in den Handel gebracht.

<sup>2</sup> Sobefördert z. B.: Coerulein, Sensitogrün, Benzopurpurin und andere Farbstoffe die Schärfe der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum nicht nur im weniger brechbaren Theil, für welchen sie als Sensibilisatoren wirken, sondern auch im Ultraviolett.

(nicht farbstoffhaltigem) Bromsilber im weniger brechbaren Theile möglich ist.

Photographie des Spectrums mit Berücksichtigung des weniger brechbaren Theiles vom Grün bis in das äusserste Roth.

Durch die epochemachende Entdeckung der Wirkung der Farbstoffe als Sensibilisatoren für die weniger brechbaren Strahlen durch H. W. Vogel ist das Mittel gegeben, das Bromsilber durch geeignete Farbstoffe für Grün, Gelb und Roth empfindlich zu machen. Bekanntlich wirken die Farbstoffe auf Bromsilber äusserst verschieden und es sind langwierige Untersuchungen nothwendig, um auf empirischem Wege die sensibilisirende Wirkung der einzelnen Farbstoffe sowie ihre vortheilhafteste Anwendung sicherzustellen. Hierüber verweise ich auf meine früheren Abhandlungen<sup>1</sup> welche diesen Gegenstand behandeln und erwähne, dass insbesondere V. Schumann ausgezeichnete Resultate mit seinen Erythrosin- und Cyaninplatten bei der Spectralphotographie erhielt.

Ich gebe hier jedoch eine ausgewählte kleinere Anzahl von Sensibilisierungsmethoden für Bromsilbergelatine, welche mir bei der Photographie des Sonnenspectrums (sowie bei Funken-spectren und Spectren Geissler'scher Röhren) unter vielen Hunderten von Versuchen die besten Resultate gaben, um für den Spectralanalytiker leitende Gesichtspunkte betreffs der geeigneten spectrographischen Methoden zu geben.

Die im Handel vorkommenden orthochromatischen Platten sind meistens mit Erythrosin gefärbt und zeigen dann (wie ich schon im Jahre 1884 zuerst publicirte) ein Maximum der Empfindlichkeit im Grün bis über *D*. Erythrosinplatten sind zur Photographie des Spectrums weiter gegen Roth nicht geeignet. Die im Handel vorkommenden Azalinplatten (nach H. W. Vogel) sind nicht nur für Grün und Gelb, sondern auch für Roth (bis über *C*) empfindlich; sie sind mit einer Mischung von Cyanin und Chinolinroth (Malmann und Scolik; H. W. Vogel) gefärbt.

---

<sup>1</sup> Sitzber. der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, II. Abth., Bd. 90, Dec.-Heft 1884. — Ibid. Bd. 92., Dec.-Heft 1885 und Juni-Heft 1886.

Da wir gegenwärtig keine gefärbten Bromsilberplatten kennen, welche alle Spectralbezirke in gleichem Grade photographisch wiedergeben, so erscheint es vortheilhafter, für jeden Spectralbezirk, welchen man zu untersuchen wünscht, das Bromsilber durch passende Farbstoffe zu sensibilisiren. Dazu habe ich in meinen früheren Abhandlungen die Daten gegeben und im Nachstehenden theile ich meinen Arbeitsmodus, wie ich denselben in der Folge ausgearbeitet habe, mit.

Ich benütze zur Photographie der einzelnen Spectralbezirke folgende Präparate:

Von Ultraviolett bis Blaugrün (Fraunhofer'sche Linie *E*): Gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten oder besser Jodbromplatten mit 3 bis 5 Procent Jodsilber (s. Fig. 1 und 2 Tafel I und II).

Von Ultraviolett bis Gelb (etwas über *D*):

1. Erythrosinplatten, welche annähernd gleich empfindlich sind für Ultraviolett bis Blau, jedoch auch im Grün und Gelb so sehr durch den Farbstoff empfindlich geworden sind (intensives Maximum zwischen *E—D*), dass daselbst die Wirkung ungefähr gleich jener im Blau ist (s. Fig. 2 Tafel I). Die Erythrosinplatten leisten im blauen bis ultravioletten Theil ebensoviel wie gewöhnliche Platten, sind aber diesen im Grünen und Gelben bedeutend überlegen; somit sind die Erythrosinplatten entschieden vorzuziehen.

2. Benzopurpurin 4 *B* macht das Bromsilber nicht so stark empfindlich wie Erythrosin, gibt aber ein breiteres Band der Sensibilisirung, welches sich näher an die Blauwirkung anschliesst und weiter über *D* ins Orange wirkt (s. Fig. 4 Tafel I). Benzopurpurinplatten vermögen die Erythrosinplatten an Empfindlichkeit nicht zu ersetzen. Wo aber an einer vielleicht 5mal längeren Belichtungszeit nichts liegt, sind erstere wegen der gleichmässigeren Wirkung im Grün bis Orange vorzuziehen.

Gut wirkt auch Chinolinroth (Vogel).

Von Ultraviolett bis Roth (gegen *C* und darüber bis *B*). In diesem Bezirke leisten Cyaninplatten das beste. Sie erfordern in der Regel eine längere Belichtung als gewöhnliche Platten oder Erythrosinplatten (s. u.), geben aber das Ultraviolett, Violett bis Blaugrün sehr deutlich; zeigen eine Stelle mangel-

hafter Empfindlichkeit im Grün ( $F^{1/2} E$  bis  $E^{1/2} D$ ), sind weniger gelbempfindlich als Erythrosinplatten, aber zeigen eine hohe Empfindlichkeit für Orange und Roth (auch für Gelb) (s. Fig. 7 Tafel I). Mit gelben oder rothen Schirmen tritt die Wirkung im Gelb bis Roth besonders deutlich hervor (s. Fig. 6 Tafel I).

Sensitogrün ist gleichfalls ein guter Sensibilisator für Orange und Roth, der in seiner Wirkung dem Cyanin ähnlich ist, jedoch wegen geringerer Rothempfindlichkeit nur mit Anwendung gelber Schirme (beim Sonnenspectrum) zur vollen Wirkung gelangt (s. Fig. 5 Tafel I).

Den orangefarbig'en bis rothen Bezirk des Sonnenspectrums (bis zum Infraroth) erhält man ausser auf Cyanin am besten auf Coeruleinplatten mit rothen Gläsern ( $D$  bis  $A$ ). Den Theil von  $D$  bis  $B$  erhält man mit wesentlich kürzerer Belichtung auf Cyanin oder Sensitogrünplatten; an Gleichmässigkeit der Wirkung bis über  $A$  ist jedoch Coerulein überlegen (s. Fig. 10 und 13 Tafel II).

Farbige Schirme vor dem Spalte des Spectralapparates sind bei sehr hellen Lichtquellen, welche alle verschiedenfarbigen Lichtstrahlen enthalten (z. B. Sonnenlicht, elektrisches Licht), sehr vortheilhaft, um jene Lichtstrahlen auszuschliessen, welche man nicht in die Untersuchung einbezieht (s. u.). Es ist immer räthlich den Zutritt von fremden Lichtmassen in den Apparat abzuhalten. Bei Linienspectren (z. B. Wasserstoff im Geissler'schen Rohr) ist diese Vorsicht überflüssig.

Ich verwende als gelben Schirm entweder gelbes Glas, welches hauptsächlich Ultraviolett, Violett und Blau absorbirt, oder Chrysoidinlösungen, welche insbesondere Blau absorbiren. Rothe Gläser lassen fast nur das orangefarbige und rothe Licht von  $D$  bis  $A$  durch.

Gelbe Chrysoidinschirme verhalten sich spectroscopisch wesentlich anders als als gelbes Glas. Während gelbes Glas (sog. Kohlen- oder Holzglas) eine allmählig verlaufende Absorption zeigt, welche in Ultraviolett am stärksten ist und gegen Blau zu allmählig abnimmt, zeigt Chrysoidin mitten im Spectrum ein Absorptionsband (s. Fig. 11 und 13 Tafel II). Sehr deutlich geht dies aus der vergleichenden Spectrumphotographie auf Bleu Copier-Platten

hinter gelben Glas- und Chrysoidinschirmen hervor (s. Fig. 8 Tafel II mit gelben Glase und Fig. 12, Tafel II mit Chrysoidinschirmen).

Das Absorptionsband der alkoholischen Chrysoidinlösung erreicht zwischen *F* und *G* im Sonnenspectrum sein Maximum. Es werden also gerade die blauen Strahlen unterdrückt, welche auf Bromsilbergelatine die stärkste photographische Wirkung ausüben, während Violett und Ultraviolett, sowie anderseits Grün, Gelb und Roth wenig geschwächt hindurchdringen. <sup>1</sup> Ich benütze meistens alkoholische Chrysoidinlösungen von 1 Theil Chrysoidin in 10.000 bis 16.000 Theilen Alkohol. Die Schichte ist 11 Mm. dick und befindet sich in einer planparallelen Wanne unmittelbar vor dem Spalte.

Hinter solchen Chrysoidinwannen lässt sich die photographische Wirkung des Sonnenspectrums viel besser gegen Grün bis Roth untersuchen, weil das heftig wirkende blaue Licht ausgeschlossen ist. Das blaue Licht nämlich, welches in dem nie fehlenden zerstreuten Lichte <sup>2</sup> im Spectrographen enthalten ist, wirkt schädlich auf die Klarheit der schwächer wirkenden Spectralbezirke. Schliesst man jedoch die Hauptmassen von blauem und violetterem Lichte aus, so erhält man sehr reine Spectrumbilder von Grün bis Roth.

Hinter Chrysoidinschirmen kann man sogar die Lichtempfindlichkeit des gewöhnlichen Bromsilbers bis *B*, ja sogar

---

<sup>1</sup> Das Absorptionsspectrum der Chrysoidinlösungen ist meistens unrichtig angegeben. So fand z. B.: *Stebbins*, dass die Absorption desselben von Blau sich über das Violett gleichmässig, ja sogar im Violett etwas ansteigend erhebt. Die Photographie des Absorptionsspectrums ergibt das Gegentheil, indem die Absorption gegen Violett rasch abnimmt. Der Grund dieser widersprechenden Angaben liegt darin, dass die Beobachtung der Absorptionsspectren im violetten Theile mit dem Auge viel unsicherer ist, als die photographische Aufnahme. Ganz geringe Lichtschwächungen im Violett erscheinen bei der Beobachtung breiter Absorptionsstreifen dem Auge oft bedeutend und man lässt sich verleiten, die Absorptionscurve ansteigend zu zeichnen. Nicht nur beim Chrysoidin, sondern in vielen ähnlichen Fällen liefert die photographische Methode allein richtige Resultate, wenn es sich um das stärker brechbare Ende des Spectrums handelt. Ich unterziehe eine Anzahl von Substanzen nach diesen Gesichtspunkten nunmehr einer neuen Untersuchung.

<sup>2</sup> Diffuses Licht kommt in den Spectrographen durch die mehrfache Reflexion des Lichtes von Linsen und Prismen etc. Bei photographischen

bis *A* verfolgen. Ich erhielt insbesondere den Bezirk von *F* bis *D* dadurch (bei reichlicher Belichtung) scharf. (s. Fig. 11 Tafel II).

Chrysoidinshielder sind also besonders empfehlenswerth, sobald es sich um das Studium des Ultraviolett bis gegen *F* und andererseits von Grün (*F* bis *E*), Gelb und Orange handelt.

Gelbes Kohlenlas absorbiert insbesondere Ultraviolett, Violett, Blau und wenig Grün, wobei die Absorption von dem brechbareren Ende gegen das weniger brechbare allmählich abnimmt.<sup>1</sup>

Solche Shielder können also nur verwendet werden, wenn es sich um das sichtbare Spectrum von *H* bis Gelb handelt.

Das blaue Ende des Spectrums wird dadurch soweit gedämpft, dass bei Erythrosin- oder Cyäninplatten nur mehr das Grün bis Gelb (respective Orange und Roth) wirken, während im Blau nur eine schwache Wirkung zu bemerken ist (s. Fig. 3 und 6 Tafel I).

Auf Platten, welche mit Sensitogrün oder Benzopurpurin gefärbt sind, überwiegt die Grün- und Gelbempfindlichkeit (respective Rothempfindlichkeit) nicht so bedeutend, sondern das durch gelbes Glas gegangene Sonnenlicht ist in seiner Intensitätsvertheilung der farbigen Strahlen so beeinflusst, dass das Violett bis Orange ungefähr als continuirliches Band photographisch abgebildet werden<sup>2</sup> (s. Fig. 4 Tafel I). Handelt es sich also um eine Wiedergabe des Spectrums von *H* bis über *D*, so wären Benzopurpurinplatten mit gelber Scheibe entsprechend; Sensitogrün wirkt unter diesen Umständen bis *C* (s. Fig. 5)

---

Aufnahmen des Sonnenspectrums wird das zerstreute Licht oft recht störend bemerkbar, indem es in den rothen oder anderen lichtschwächeren Theilen eines Spectrums oft eine allgemeine Schwächung der Bromsilberschichte bewirkt, bevor die lichtschwachen Spectrallinien sich abbilden. Am stärksten tritt dieser Übelstand auf, wenn eine Lichtquelle sehr viele intensive blaue Strahlen enthält, neben wenigen rothen Strahlen. Hier tritt die Wirkung der rothen Strahlen dann immer gegenüber jenen des diffusen blauen Lichtes zurück; sind überdies die Platten sehr wenig rothempfänglich und stark blauempfindlich, wie dies bei gewöhnlichen Bromsilberplatten der Fall ist, so wird der Übelstand nur um so schlimmer und man erhält eine gleichmässige Schwärzung der ganzen Bildfläche. Bei Platten, welche für Orange und Gelb sensibilisirt sind, verhält es sich weit besser, obschon auch hiebei gelbe oder rothe Gläser von Vortheil sind.

<sup>1</sup> Gelbes Silber-Überhangsglas absorbiert statt Blau nur Violett bis *H*, lässt aber viel Ultraviolett hindurch.

<sup>2</sup> Ein Minimum bei *E* tritt mehr oder weniger deutlich hervor.

In vielen Fällen werden jedoch der kürzeren Be-  
leuchtung halber Erythrosin- oder Cyaninplatten ohne Gelb-  
scheibe vorzuziehen sein.

Roths Glas vor dem Spalte des Spectralapparates ist  
sehr geeignet bei der Photographie des rothen Spectralbezirkes  
heller Lichtquellen. Roths Überfangglas (Kupferoxydulglas)  
lässt hauptsächlich nur Licht von der Fraunhofer'schen Linie *D*  
bis zum äussersten Roth durchdringen. Die brechbareren Strahlen  
werden aber nicht alle gleichmässig stark absorbiert, sondern bei  
sehr kräftiger Lichtwirkung bemerkt man den Durchgang von  
blauen Strahlen (*G* bis *F*). Der ultraviolette Theil sowie Grün  
und Gelb (von *F* bis *D*) wird ganz absorbiert; gelbes Licht bei *D*  
dringt jedoch schon theilweise durch.

Dadurch dass man alles fremde Licht ausschliesst, lässt sich  
der rothe Theil des Spectrums selbst auf gewöhnlichen Brom-  
silbergelatineplatten leidlich photographiren; ja Draper konnte  
sogar unter günstigen Bedingungen Infraroth photographiren.

Rothe Glasschirme sind jedoch mit vollem Erfolge (beim  
Sonnenspectrum) nur dann zu verwenden, wenn die Platten mit  
Cyanin (Schumann), Sensitogrün oder Coeruleïn für Roth sen-  
sibilisirt wurden (s. Coeruleïnplatten hinter rothem Glase Fig. 10  
Tafel II).

Selbstverständlich können noch verschiedenartige andere  
farbige Schirme in demselben Sinne, wie hier angegeben ist, ver-  
wendet werden (z. B. für gelbe Flüssigkeitsschirme: Methyl-  
orange, Tropaeolin etc.).

Die photographischen Operationen bei der Her-  
stellung von Spectrum-Photographien.

Obschon die photographischen Operationen im Wesentlichen  
dieselben sind, wie bei der Herstellung von anderen Photo-  
graphien auf Bromsilbergelatine, so erscheint es mir dennoch  
wichtig, auf jene Arbeitsmodalitäten einzugehen, welche sich in  
meinen Händen bei der Herstellung von vielen Hunderten von  
Spectrumphotographien am besten bewährt haben; ein photo-  
graphisches Spectrumbild ist allerdings nach jedem üblichen  
Entwicklungsprocess herzustellen, allein es mangelt solchen  
Bildern entweder die Intensität und Kraft der Linien oder das  
ganze Spectrumbild verschwimmt in einen übermässig undurch-

sichtigen Streifen, in welchem alle Zartheiten und Einzelheiten der Linien begraben sind.

1. Einrichtung der Dunkelkammer. Dieselbe soll geräumig und gänzlich zu verfinstern sein, so dass selbst nach viertelstündigem Aufenthalte (wo das Auge empfänglich für schwache Lichteindrücke wird) nirgends ein Schimmer von Tageslicht zu bemerken ist. Das Zimmer soll trocken sein und wo möglich eine lichtdichte Ventilation haben.<sup>1</sup>

2. Die Beleuchtung der Dunkelkammer geschieht mit einer dunkelrothen Laterne, deren eine Hälfte mit braunem Seidenpapier bedeckt ist, so dass das rothe Licht, welches die in Farbstoffensensibilisirten Platten streift noch stark gedämpft wird.

Die gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten kann man ohne Besorgniss beim directen rothen Lichte betrachten und mit einem weichen Bleistift (auf der Gelatineseite) beschreiben (signiren). Aber niemals lasse man Bromsilberplatten längere Zeit bei rothem Lichte offen liegen.

Sensibilisirte Platten soll man nur dem gedämpften Licht aussetzen und auch dies so wenig als möglich.

3. Wahl der Bromsilberplatten. Zu diesem Zwecke eignen sich alle guten Bromsilbergelatineplatten des Handels, welche von den Photographen zur Herstellung von Porträten etc. benützt werden.<sup>2</sup> Die eigene Erzeugung von Bromsilbergelatineplatten ist dem Ungeübten entschieden abzurathen, da er die Unsicherheit seiner Resultate nur vermehren würde.

4. Das Baden der Platten in den Farbstofflösungen. Die Farbstofflösungen sollen filtrirt sein und sich in reinen Porcellan- oder Glastassen so reichlich befinden, dass die einge-

<sup>1</sup> Vergl. Eder's Photographie mit Bromsilbergelatine. 1886. Halle a. S. (III. Band des „Ausführliches Handbuch der Photographie“).

<sup>2</sup> Es ist allerdings nicht ganz gleichgiltig, welche Trockenplatten man mit Farbstoffen sensibilisirt. Jodreiche Platten sind im Allgemeinen zur Herstellung rothempfindlicher Platten mittels Cyanin etc. weniger geeignet, als reine Bromsilberplatten. Da indessen die „Bromsilbergelatineplatten“ des Handels fast niemals mehr als zwei bis drei Procent Jodsilber enthalten, so können Physiker und Chemiker, welche sich auf photographische Specialstudien nicht einlassen wollen, unbesorgt beliebige käufliche Bromsilberplatten benützen sobald diese gute Empfindlichkeit (18 bis 23 Grad des Warnerke-Sensitometers) besitzen.

tauchte Platte vollkommen bedeckt ist. Man Sorge durch Bewegen der Tasse, dass die Lösung die eingetauchte Platten rasch und gleichmässig bedecke. Selbstverständlich muss die präparierte Schichte der Platte (die Bromsilberschichte) nach aufwärts liegen; würde sie gegen den Boden liegen, so würde sie aufgerieben und unvollständig durchtränkt werden.

Das Baden dauert 3 bis 5 Minuten. Man nimmt hierauf die Platten heraus, lässt sie ein wenig abtropfen, und stellt sie zum Trocknen auf einen sogenannten „Plattenständer“, worauf die Platten ziemlich rasch trocknen.<sup>1</sup>

Während des Badens und Trocknens soll kein directes rothes Licht (womöglich überhaupt kein Licht) auf die Platten fallen.

5. Das Trocknen soll nicht zu lange dauern (s. u.). Die Platten sind nur einige Wochen haltbar<sup>2</sup> (s. u.).

6. Belichtung der Platten im Spectralapparat. Dieselbe muss empirisch ermittelt werden. Es ist zu empfehlen drei oder vier verschiedene Belichtungszeiten z. B. 1, 10, 60 Secunden zu versuchen (bei Sonnen- oder elektrischem Lichte) und auch in der Folge, wenn man die richtige Zeit ermittelt zu haben glaubt, jedes weitere Experiment mit zwei Belichtungszeiten zu machen, welche um das 1½fache bis Doppelte auseinander liegen.

7. Die Hervorrufung (Entwicklung) des Bildes. Die Hervorrufung des unsichtbaren Lichtbildes braucht nicht unmittelbar nach der Belichtung zu erfolgen, sondern kann mehrere Tage (sogar mehrere Wochen) später erfolgen. Immerhin rathe ich, sobald Platten benützt werden, welche in ammoniakalischen Farbbädern sensibilisirt wurden, die Entwicklung bald nach der Belichtung vorzunehmen, und die Platten nicht länger als eine

---

<sup>1</sup> Stellt man die Platten auf eine Unterlage von Fliesspapier an eine Wand, so trocknen sie langsamer und ungleichmässiger als auf einem Plattenständer, wo die Luft von allen Seiten zutreten kann.

<sup>2</sup> Gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten halten sich viele Monate lang unverändert. Im ammoniakalischen Farbbade aber wird die Haltbarkeit der meisten Platten beeinträchtigt, so dass man nach zwei Wochen nicht mehr mit Sicherheit auf die unveränderten Eigenschaften der Platten rechnen darf. (Vergl. insbesondere bei Cyanin.)

Woche unentwickelt liegen zu lassen, da die Platten sonst schleierig werden könnten.

Von den vielen Entwicklern, welche bei Bromsilbergelatineplatten möglich sind, erweist sich für unseren Zweck sowohl der „Eisenoxalat-“, als „Pottaschen-“, als „Sodaentwickler“ brauchbar.<sup>1</sup>

Ich arbeite gegenwärtig ausschliesslich mit dem Sodaentwickler, welcher mir je nach Bedarf zarte und intensive Bilder liefert, und die Platten sehr klar erhält.

Man stellt zwei Lösungen her:

A. Pyrolösung. 100 Grm. neutrales schwefligsaures Natron und 14 Grm. Pyragallol werden in 500 CCtm. Wasser gelöst und 10 Tropfen concentrirte Schwefelsäure zugesetzt, wodurch die Haltbarkeit der Lösung vermehrt wird. Diese Lösung hält sich in verschlossenen Flaschen mehrere Wochen lang.

B. Sodalösung. 50 Grm. krystallisirte reine Soda werden in 500 CCtm. Wasser gelöst.

Unmittelbar vor dem Gebrauche mischt man:

20 CCtm. Pyrolösung,

20 CCtm. Sodalösung,

40 CCtm. Wasser

und drei bis vier Tropfen Bromkaliumlösung (1 : 10).

Die Wirkung dieses Entwicklers lässt sich modificiren. Nimmt man weniger Wasser (z. B. 20 CCtm.) so erscheint das hervorgerufene Bild kräftiger, intensiver. Nimmt man noch mehr Wasser (z. B. 60 CCtm.) so erscheint das Bild sehr zart und dünn und ist in der Regel für Spectralzwecke zu monoton.

Das Bromkalium wirkt als Verzögerer. Es verlangsamt die Hervorrufung, hält aber die Platten sehr schön klar; die nicht belichteten Stellen des Bromsilbers sollen im Entwickler ganz weiss bleiben.

Cyaninplatten, bei welchen im Farbbade reichlich Ammoniak enthalten ist, benöthigen oft 10 bis 20 Tropfen Bromkaliumlösung. Man muss aber dann doppelt so lange entwickeln. Während des Entwickelns schwenkt man die Tasse immerfort.

Die Dauer der Entwicklung dauert im Durchschnitt 2 bis 3

---

<sup>1</sup> Vergl. hierüber Eder's „Photographie mit Bromsilbergelatine“ 1886. (Halle a. S.)

Minuten, wenn das photographische Spectrum sehr lichtstark war; dagegen 5 bis 10 Minuten, wenn es lichtschwach war. Lichtschwache Spectren z. B. von Geissler'schen Röhren erfordern besondere Achtsamkeit beim Entwickeln, damit der schwache Lichteindruck sichtbar gemacht werden kann.<sup>1</sup>

Man beurtheilt das Bild, indem man die Platte aus dem Entwickler nimmt und gegen die rothe Laterne hält. Während der anderen Zeit deckt man die Entwicklungstasse mit einem Cartondeckel zu, so dass gar kein Licht Zutreten kann. Es würde nämlich auch das schwache rothe Laternenlicht die rothempfindlichen Cyaninplatten zersetzen („verschleiern“).

8. Nachdem das Bild im Entwickler kräftig genug erschienen ist, wird es in einer Schale mit Wasser etwas abgespült, und dann in eine ungefähr gesättigte Lösung von Alaun durch 1—2 Minuten gelegt. Das Alaunbad festigt die Schichte und nimmt die gelbliche Färbung hinweg, welche der Gelatineschichte von dem Pyrogallolbade anhängt.

9. Die Platten kommen nun in das Fixirbad. Dasselbe besteht aus einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron in ungefähr 4 bis 6 Theilen Wasser. Sobald das Bromsilber aufgelöst und jede milchige Trübung verschwunden ist (was 3 bis 10 Minuten lang dauert), so ist die Platte fixirt. Man belasse die Platte lieber 5 Minuten zu lange im Fixirbade, als zu kurze Zeit. Haftet die Gelatineschichte nicht ganz fest am Glase, so mische man dieses Fixirbad mit dem gleichen Volumen gesättigter Alaunlösung; das Bad trübt sich (Ausscheidung von Schwefel), und wird nach einigen Stunden verwendet; es kann 8 Tage lang benutzt werden. In dem gemischten Bade hält sich die Schichte sehr gut.

10. Die Platten werden nach dem Fixiren ans Tageslicht gebracht, unter dem Wasserhahn gut abgespült, in eine Schale mit reinem Wasser gelegt und (unter öfterem Wasserwechseln)

---

<sup>1</sup> Für sehr lichtschwache Spectren empfehle ich folgende Mischung:  
 20 Cctm. Pyrolösung,  
 20 „ Sodalösung,  
 20 „ Wasser.

Ich füge kein Bromkalium hinzu; nur in dem Falle, dass Platten sich in diesem Entwickler „verschleiern“, setze ich einige Tropfen KBr zu.

eine halbe Stunde lang ausgewässert, nochmals abgespült und dann aufrecht stehend (auf einem Plattenständer) getrocknet.

Das Trocknen nimmt einen halben Tag in Anspruch.

11. Die fertigen Platten sollen mit „Negativlack“ lackirt werden und niemals unlackirt zum Copiren verwendet oder aufbewahrt werden. Solcher Photographen-Negativlack ist überall käuflich zu haben.

### Methoden zur Sensibilisirung der Bromsilbergelatine für einzelne Spectralbezirke.

#### Erythrosinplatten (s. Fig. 2 und 3 Tafel I).

Gute empfindliche Bromsilbergelatineplatten des Handels werden in einer ammonikalischen Lösung von Erythrosin (*Tetrajodfluoresceinkalium*, auch bläuliches Eosin oder Jodeosin genannt) gebadet.

Das Erythrosin soll rein sein; d. h. es soll keine Beimengungen von gewöhnlichem Eosin (*Tetrabromfluoresceinkalium* oder *natrium*) oder anderen Farbstoffen enthalten und keine fremden Jodsalze. Das Erythrosin (Jodeosin) unterscheidet sich vom gewöhnlichen Eosin (Bromeosin) dadurch, dass die wässrige Lösung des letzteren gelbgrün fluorescirt, die Lösung der ersteren aber nicht fluorescirt. Alle Erythrosinarten des Handels sensibilisiren das Bromsilber für Grün und Gelb, aber nicht alle im gleichen Grade.<sup>1</sup>

Das Erythrosinbad wird folgendermassen hergestellt:

100 Cctm. Wasser,  
 1 „ Erythrosinlösung (1 : 400),<sup>2</sup>  
 1/2 „ Ammoniak ( $d = 0.91$ ).<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gute Sorten von Erythrosin liefert Dr. Schuchardt in Görlitz.

<sup>2</sup> Vermehrung des Erythrosingehaltes in obiger Vorschrift auf 1 1/2 bis 2 Cctm. ist bei manchen Platten günstig; bei andern vermindert dies die Gesamtempfindlichkeit des gefärbten Bromsilbers, bewirkt aber das etwas stärkere Hervortreten des Sensibilisierungsmaximums im Grün und Gelb.

<sup>3</sup> Eine grössere Menge von Ammoniak (z. B.: 1 bis 2 Cctm.) steigert die Gesamtempfindlichkeit der Platten nicht unwesentlich. Manche Bromsilbergelatine verträgt aber nicht so grosse Mengen Ammoniak sondern wird zersetzt und gibt schleierige Bilder. Vertragen die Platten ohne Schaden mehr Ammoniak, so kann man von dieser Steigerung der Empfindlichkeit Gebrauch machen.

Diese Lösung<sup>1</sup> wird in eine flache Porcellantasse ungefähr 1 Ctm. hoch gegossen, die Bromsilbergelatineplatte (mit der überzogenen Schichte nach aufwärts) hineingelegt, die Tasse einige Male bewegt, so dass die Flüssigkeit die Platte überall gut überfluthet. Im Bade bleibt die Platte 3 bis 4 Minuten lang.<sup>2</sup> Sie wird dann herausgehoben und aufrecht auf einem sogenannten Plattenständer an freier Luft getrocknet. Hiezu eignen sich Warmtrockenkästen nicht gut. Am besten ist es, die feuchten Platten in der völlig verfinsterten Dunkelkammer frei stehend trocknen zu lassen. Das Trocknen soll in 5 bis 12 Stunden beendet sein; Stellen, welche durch längere Zeit feucht bleiben, markiren sich meistens an dem fertigen photographischen Bilde.

Die in dem ammoniakalischen Erythrosinbade gefärbten Bromsilbergelatineplatten sind namhaft empfindlicher (sowohl gegen weisses Licht im Allgemeinen, als auch gegen grünes und gelbes Licht im Besonderen) als Bromsilberschichten, welche man erhält, wenn man die Bromsilbergelatine gleich bei der Darstellung im warmen geschmolzenen Zustande mit Erythrosin vermischt und damit die Glasplatten überzieht.<sup>3</sup>

Überdies ist es für den Experimentator bequemer, sich gewöhnliche (nicht mit Farbstoffen versetzte) Bromsilbergelatineplatten zu kaufen und dann nach Gutdünken selbst durch passende Farbstoffe zu sensibilisiren.

Die Erythrosinplatten sind gegen weisses Licht ungefähr ebenso empfindlich als die ursprünglichen Platten waren; mitunter ist die Empfindlichkeit sogar etwas gestiegen. Grünes und gelbes Licht wirkt aber ganz ausserordentlich viel kräftiger auf

<sup>1</sup> Das Farbstoffbad kann in verschiedenen Varianten angewendet werden. Empfehlenswerth ist auch (Dr. Mallmann und Scolik's Methode, *Photogr. Corresp.* 1886, S. 140) ein Vorbad von 100 CCtm. Wasser und 1 CCtm. Ammoniak, worin die Platten 2 Minuten weichen; hierauf folgt das Farbstoffbad, das aus 100 CCtm. Wasser, 4 CCtm. Erythrosinlösung (1 : 400) und 2 CCtm. Ammoniak besteht. (Dauer dieses Bades 1 bis 1¼ Minuten.)

<sup>2</sup> Zu kurze Badezeit bewirkt unvollkommene Färbung der Schichte. Nach übermässig langer Badezeit (10 bis 15 Minuten) würde die Gelatineschicht zu viel Farbstoff aufnehmen, was der Gesamt-Lichtempfindlichkeit schadet.

<sup>3</sup> Diese Angabe machte zuerst V. Schumann und sie wurde seitdem allgemein anerkannt.

Erythrosinplatten ein, während ein Verlust der Empfindlichkeit in Blau, Violett und Ultraviolett bei photographischen Spectraufnahmen nicht fühlbar ist.<sup>1</sup>

#### Benzopurpurinplatten (Fig. 3 Tafel I).

Zum Studium von Absorptionsspectren, bei welchen ich hinlängliches Licht zur Verfügung habe, benütze ich Benzopurpurinplatten. Dieselben sind zwar etwas weniger empfindlich gegen weisses Licht, als Erythrosinplatten, sie sind auch verhältnissmässig unempfindlicher gegen grünes und gelbes Licht als Erythrosinplatten, während ihre Blauempfindlichkeit überwiegend hervortritt. Allein trotzdem zeigen die Benzopurpurinplatten den Vortheil, dass sie die Region von  $E$  bis  $D\frac{1}{3}$   $C$  gleichmässiger als breites Sensibilisierungsband wiedergeben, während Erythrosin eine intensivere, sich bei  $E\frac{1}{2}$   $D$  zu einem kräftigen Maximum erhebende photographische Wirkung hervorbringt.

Ich benütze Benzopurpurinplatten, sobald ich Absorptionsspectren des Sonnenlichtes in Farbstofflösungen etc. in dem Bezirke  $E$  bis über  $D$  zu untersuchen habe.

Zur Photographie von lichtschwachen Emissionsspectren ziehe ich Erythrosinplatten (für Grün bis Gelb) oder Cyaninplatten (für Orange und Roth bis  $C$ ) vor.

Als Benzopurpurinbad ist zu empfehlen:

100 CCtm. Wasser,

2 „ wässrige Benzopurpurin 4  $B$ -Lösung (1 : 400),  
 $\frac{1}{2}$  bis 1 CCtm. Ammoniak.

Das Benzopurpurin 4  $B$  ist zu beziehen von der Anilinfabrik vormals Beyer in Elberfeld.

#### Cyaninplatten (Fig. 6 und 7 Tafel I).

„Cyaninplatten“ werden durch Baden von Bromsilbergelatineplatten in wässrig-alkoholischer Lösung unter Zusatz von Ammoniak hergestellt. Solche Platten zeigen eine ausserordentlich gesteigerte Empfindlichkeit für Orange und Roth und

<sup>1</sup> Bei genauer Vergleichung zeigt sich wohl unter Umständen die gewöhnliche Bromsilberplatte ein wenig empfindlicher für Blau und violett als die Erythrosinplatte, jedoch ist dies für die Praxis ohne Belang.

müssen deshalb mit aller Vorsicht hergestellt werden. Während des Badens der Platten darf nur ganz dunkelrothes Licht verwendet werden und vor der rothen Laterne soll ein Schirm von braunem durchscheinendem Papier angebracht sein; am besten ist es gar kein Licht während des Badens und Trocknens auf Cyaninplatten fallen zu lassen.

Ich benütze das Cyaninbad in derselben Weise, wie ich im December 1884 beschrieben habe,<sup>1</sup> nämlich:

100 CC. Wasser,

2 „ alkoholisch Cyaninlösung (1 : 400),

$\frac{1}{2}$  „ Ammoniak ( $d = 0.91$ ).

Dieses Gemisch muss durch reines Papier<sup>2</sup> filtrirt und rasch verwendet werden, weil es im Lichte bald ausbleicht und dann seine Wirkung zum Theile einbüsst. Auch die alkoholische Cyaninlösung soll im Dunklen aufbewahrt und überhaupt nicht zu alt sein, wenn sie ihre volle Wirksamkeit zeigen soll. Ich stelle alle 8 Tage die Lösung frisch her.

In dem Bade bleiben die Platten unter beständigem Schwenken 4 Minuten lang, worauf man sie freiwillig an der Luft trocknen lässt.

Die Cyaninplatten besitzen eine geringere Gesamtempfindlichkeit als gewöhnliche Bromsilberplatten oder Erythrosinplatten und müssen je nach Umständen 2 bis 5mal länger<sup>3</sup> belichtet werden, wenn sie das Spectrum in allen Theilen (für welche sie überhaupt empfindlich sind) wiedergeben sollen. Durch Vermehrung des Ammoniakzusatzes in obigem Bade auf 1 bis 2 CCtm. kann man die Empfindlichkeit der Cyaninplatten erhöhen, jedoch werden dann die photographischen Bilder meistens schleierig.

Sehr gute Resultate gibt auch die etwas umständlichere Schumann'sche Färbungsmethode.<sup>4</sup> Er bringt die Platten zunächst in ein Vorbad von  $\frac{1}{4}$  bis 2 CCtm. Ammoniak und 100 CCtm. Wasser, worin sich die Schichte lockert. Nach 2 Minuten nimmt

<sup>1</sup> Sitzber. der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, II. Abth., Dec.-Heft 1884. (4. December.)

<sup>2</sup> Schumann empfiehlt Filtration über Glaswolle.

<sup>3</sup> Ich hatte schon Cyaninplatten in den Händen, welche mehr als zehnmahl unempfindlicher gegen weisses Licht waren, als Bromsilberplatten.

<sup>4</sup> Photogr. Wochenblatt. 1885, S. 395 und 1886 S. 49. (Auch Dingler's Polytechnisches Journ. 1886. Bd. 258, S. 320.)

man sie heraus und badet sie in einem Gemisch von 100 Theilen Wasser, 1 bis 2 Theilen Ammoniak, 5 bis 10 Theilen Alkohol und 2 bis 5 Theilen alkoholischer Cyaninlösung (1 : 500). Der grössere Alkoholgehalt des Cyaninbades verhindert dessen allzurasche Zersetzung. Da aber alkoholreiche Flüssigkeiten schwer in die Gelatineschichte eindringen, so wird die Schichte durch das ammoniakalische Vorbad gelockert.

Die Cyaninplatten sind 8 bis 14 Tage lang vollkommen haltbar. Namentlich im Sommer verändern sie sich aber beim langen Aufbewahren; es zeigen sich dann im Entwickler unregelmässige Reductionen und es tritt „Randschleier“ auf.<sup>1</sup>

#### Sensitogrünplatten (Fig. 5 Tafel I).

Das Grün aus Paraoxybenzaldehyd und Dimethylanilin<sup>2</sup> will ich der Kürze halber „Sensitogrün“ nennen, weil es sehr empfindlich gegen Alkalien ist (sich damit tief violett färbt) und auch ein guter Rothsensibilisator bei Bromsilbergelatine ist.

Bromsilber wird durch diesen Farbstoff stark gelb und rothempfindlich, indem ähnlich wie beim Cyanin ein breites Sensibilisierungsband sich vom Grün bis über *C* erstreckt, welches vor *D* bis gegen *C* sich zu einem breiten Maximum erhebt.<sup>3</sup>

Dieser Farbstoff macht das Bromsilber keineswegs empfindlicher für Spectrumorange oder Roth als Cyanin; es gelang mir bis jetzt nicht mit Sicherheit die Rothempfindlichkeit des Bromsilbers (gegenüber der Blauempfindlichkeit) in demselben Grade zu erhöhen, wie dies beim Cyanin leicht auszuführen ist, allein trotzdem ertheilt das Sensitogrün als Sensibilisator dem Brom-

<sup>1</sup> D. h. eine Platte mit „Randschleier“ wird auch ohne vorhergegangene Lichtwirkung im Entwickler reducirt, und zwar insbesondere an den Rändern der Platte. Mit der Zeit schreitet der Randschleier gegen die Mitte vor und schliesslich ist die ganze Platte unbrauchbar.

<sup>2</sup> S. O. Fischer. Jahresber. f. Chemie 1881. S. 452. Ber. deutsch. chem. Ges. 1881. S. 2522.

<sup>3</sup> Bei schwacher Färbung ist von diesem Maximum wenig bemerklich, sondern nur eine mässige Fortsetzung der Lichtwirkung von Blaugrün angefangen bis Orange. Bei stärkerer Färbung wird die Wirkung der gelben und rothen Strahlen in den angegebenen Grenzen sehr gesteigert und die Spectrallinien prägen sich sehr scharf aus. Bei übermässigem Farbstoffzusatz sinkt die Gesamtempfindlichkeit gegen Licht im Allgemeinen.

silber Eigenschaften, welche es zu einem schätzbaren Hilfsmittel für die Spectralphotographie lichtstarker Spectren machen.

Das Sonnenspectrum lässt sich auf Sensitogrünplatten sehr gut durch gelbe Gläser hindurch photographiren, wobei man dann den blauen Theil, sowie den orangefarbigem Theil mit annähernd gleicher Intensität am photographischen Negativ erhält.

Als Bad benütze ich:

100 CCtm. Wasser,  
 4 „ (beziehungsweise 3 bis 5 CCtm. Sensitogrün-  
 lösung in Alkohol) (1 : 400),  
 $\frac{1}{2}$  CCtm. Ammoniak (bis 1 CCtm. s. o.).

Diese violette Lösung muss filtrirt werden und soll bald verwendet werden. Die alkoholische Lösung ist viele Wochen lang haltbar; die mit Wasser und Ammoniak versetzte Mischung aber verdirbt schon nach einem Tage.

Die getrockneten Platten sind mehrere Wochen hindurch haltbar.

Ich halte Sensitogrünplatten für sehr geeignet zu gewissen Zwecken der astronomischen Photographie, z. B. der Sonne durch rothe Gläser. Da hierbei nur ein schmaler Spectralbezirk zur Geltung kommt, so werden Fehler durch mangelhafte Achromasie der Fernrohre eliminirt. Ähnliche Resultate lassen sich jedoch sicherlich auch mit anderen rothempfindlichen Platten (z. B. Cyaninplatten) erzielen.

#### Coeruleinplatten (Fig. 10 und 13 Tafel II).

Die bisher beschriebenen rothempfindlichen Platten zeigen ihre kräftigste Wirkung im Orange und Roth von der Fraunhofer'schen Linie *D* bis *C*. Am empfindlichsten für diese Strahlen sind die Cyaninbromsilberplatten, dann folgen die Sensitogrünplatten, welche die Spectrallinien besonders scharf wiedergeben; weiter für das äussere Roth empfindlich waren Bromsilberplatten gefärbt mit Bleu-Coupler und anderen Farbstoffen, welche in meinen früheren Abhandlungen beschrieben wurden.<sup>1</sup>

Hier soll jedoch die Aufmerksamkeit nur noch speciell auf

<sup>1</sup> Vergl. insbesondere Eder: „Ueber die Wirkungen verschiedener Farbstoffe auf das Verhalten des Bromsilbers gegen das Sonnenspectrum“. (Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Dec. Heft 1884 und Dec. Heft 1886.)

Coerulein gelenkt werden, welches mir zur Photographie des rothen Endes des Spectrums — von *D* bis über *A* ins Infraroth — von allen Präparaten die besten Dienste leistete. Coeruleinplatten geben diesen Bezirk mit einer Gleichmässigkeit und Schärfe, welche in hohem Grade befriedigend ist.

Das Coeruleinbad wird folgendermassen hergestellt:

Man löst 1 Theil Coerulein S. (wasserlösliches, bezogen durch Dr. Schuchardt in Goerlitz) in 100 Theilen Wasser auf und vermischt diese Lösung sofort mit ammoniakalischem Wasser in nachstehenden Verhältnissen:

100 CCtm. Wasser,

1 bis  $1\frac{1}{2}$  CCtm. Coerulein. S.-Lösung (1 : 100),

$\frac{1}{2}$  (bis 1 CCtm.) Ammoniak ( $d = 0.91$ ).

Diese schön grüne klare Flüssigkeit wird ohne Zaudern sofort als Bad für hochempfindliche Bromsilbergelatineplatten 4 Minuten lang verwendet. Platten von geringer Empfindlichkeit eignen sich zu diesem Prozesse nicht.<sup>1</sup> Die gebadeten Platten sollen in 5 bis 6 Stunden trocken sein.

Die Coeruleinlösungen sind nicht haltbar; sie zersetzen sich zersetzen sich oft schon nach einer Stunde und werden dann trübe.

Die Coerulein-Bromsilberplatten zeigen eine hohe Empfindlichkeit für blaues Licht. Die Lichtempfindlichkeit gegen rothes Licht ist dagegen nicht so gross und bleibt in den Regionen *D* bis *C* weit hinter Cyanin zurück. Photographirt man dagegen das Sonnenspectrum nachdem man vor den Spalt dunkelgelbe Schirme (Chrysoidinlösungs. Fig. 13) oder rothes Kupferoxydulglas (Übergangsglass. Fig. 10) vorgeschoben hat, so tritt die eigenthümliche sensibilisirende Wirkung des Coeruleins hervor. Das photographische Spectrumbild erscheint nach genügend langer Belichtung von *C* bis über *A* scharf ausgeprägt und namentlich der Bezirk von *D* bis über *A* lässt sich hinter rothen Gläsern mit unvergleichlicher Schärfe der Fraunhofer'schen Linien photographiren.

Man beachte aber wohl, dass die Belichtungszeit unter diesen Umständen 1, 2 ja 5 Minuten im directen Sonnenlicht dauern kann, während Erythrosinplatten in 1 Secunde ausexponirt

<sup>1</sup> Die Bromsilbergelatineplatten sollen am Warnerke-Sensitometer mindestens ungefähr 20 Grade zeigen; solche Platten sind gegenwärtig leicht in den Niederlagen photographischer Gebrauchsartikel zu erhalten.

sind und Cyaninplatten unter den gleichen Umständen nur mehrere Secunden lang belichtet zu werden brauchen.

Die Coeruleinplatten empfehle ich daher ausdrücklich nur für die Photographie des rothen Theiles des Spectrums, sobald starke Lichtquellen zur Verfügung stehen und die Strahlen von geringster Brechbarkeit im sichtbaren Spectrum und dem Beginne des Infraroth abzubilden sind.

Übrigens sei der Umstand der Aufmerksamkeit empfohlen, dass Coeruleinplatten auch eine etwas gesteigerte Blauempfindlichkeit zeigen und sich (ohne gelbe oder rothe Schirme vor dem Spalte) auch gut zur Photographie des Ultravioletten, violetten und blauen Theiles des Spectrums eignen, indem es grössere Schärfe der Linien bewirkt;<sup>1</sup> man färbe aber dann die Platten etwas stärker ( $1\frac{1}{2}$  Ctm. Farbe in obiger Vorschrift).

Bei der Photographie des blauen Spectralbezirkes ist keine längere Belichtung nothwendig, und das Sonnenspectrum schon in 1 Secunde genügend belichtet.

Über die Eignung von Bromsilbergelatineplatten zu genauen Messungen.

Die Messungen der Lage der photographirten Spectrallinien oder Streifen, soll auf der Glasplatte vorgenommen werden und nicht auf photographischen Papier-Copien. Das Papier dehnt sich während seiner Behandlung mit den Silber-, Fixirungs- und Waschbädern aus, und zwar ungleichmässig. Lässt man das Papier (Albuminpapier oder Salzpapier) freiwillig an der Luft trocknen, so ist das Verziehen desselben in der Regel bei einer geringen Länge von Spectralaufnahmen kaum bemerklich. Allein die Länge des Papieres ändert sich sehr bedeutend, wenn man es mit Kleister oder einem anderen Klebemittel auf Karton unter Streichen und Drücken befestigt. Diese Verzerrung (Ausdehnung) kann 2 bis 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der ursprünglichen Länge betragen; dies ist ein Betrag, welcher selbst bei geringen Anforderungen an Genauigkeit für die Ortsbestimmung im Spectrum unzulässig ist. Von

<sup>1</sup> Dies gilt nicht nur für Coerulein, sondern auch für andere Farbstoffe; diese verhindern dann das Verschwimmen der Linien, welches bei gewöhnlichen Platten (ohne Farbstoffzusatz) bei reichlicher Lichtwirkung nicht selten eintritt, worauf ich schon früher hingewiesen habe. Es wirken aber nicht alle Farbstoffe in gleichem Masse günstig auf die Schärfe der Linien.

Messungen an photographischen Papiercopien wäre somit abzusehen.

Messungen über Ortsbestimmungen an spectrographischen Glasbildern bieten aber eine völlig zufriedenstellende Genauigkeit. Ich habe Bromsilbergelatineplatten schon vor längerer Zeit (mit Hilfe von einphotographirten Netzen) auf eine etwaige Verzerrung der Schichte geprüft und bei keiner der untersuchten Proben eine Verziehung, welche den Betrag von  $\frac{1}{6000}$  erreicht hätte, constatiren können.<sup>1</sup> Ferner hat Hasselberg bei einer Reihe von Spectralphotographien auf Bromsilbergelatine und höchst genauen Messungen der Lage derselben an den Glasnegativen nachgewiesen, dass die Genauigkeit der Bestimmung der Wellenlänge sich hiebei auf fünf Stellen erreichen lässt<sup>2</sup>, also den höchsten Anforderungen entspricht.

Dies gilt jedoch nur, wenn die Bromsilbergelatineschichte fest am Glase haftet. War die Gelatine, welche zur Herstellung der Emulsion diente, nicht fest, sondern befand sie sich in Folge zu langer Digestion in der Wärme im Beginne der Zersetzung, so kann sich die Bildschichte in den Bädern in Bläschen vom Glase abheben, welche dann ungleichmässig antrocknen. Zeigen sich solche Blasen, welche insbesondere während des Waschens nach dem Fixiren bei schlechten Bromsilbergelatineplatten auftreten, so ist die Aufnahme zu genauen Messungen ungeeignet. Das Vorhandensein solcher Blasen entgeht niemals dem Auge des

<sup>1</sup> Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie. Bd. 2. S. 25.

<sup>2</sup> Hasselberg schreibt (Annal. d. Physik u. Chemie. 1886. Neue Folge, Bd. XXVII. S. 415): „Man würde in Anbetracht der vielen und lang andauernden Waschungen, denen eine Gelatineplatte behufs Hervorrufung des Bildes unterworfen werden muss, vielleicht den Verdacht schöpfen können, dass eine Verschiebung zweier übereinander gelegter photographischer Spectra durch Verziehen der Haut beim Trocknen hervorgerufen werden könne. Gegen eine solche Annahme sprechen aber mehrere Erfahrungen. Erstens hat Eder für Gelatineplatten die Stabilität der Schichte geprüft, ohne einen den Betrag von  $\frac{1}{6000}$  erreichende Verziehung zu constatiren. Zweitens würden, falls eine merkliche Verziehung stattgefunden hätte, die Abstände der Linien des Sonnenspectrums auf verschiedenen Platten verschieden sein. . . Innerhalb der Grenzen der möglichen Genauigkeit der Messungen ist dies aber nicht der Fall.“ (Hasselberg lässt eine Tabelle seiner Messungen in der Gruppe der Sonnenlinien bei  $\lambda=4653\cdot70$  folgen, welche diese Angaben bestätigen.)

Beobachters, da sie wie grosse Stecknadelköpfe erhaben hervortreten und Erbsengrösse erreichen können.

Aber ein anderer Umstand wird in der Regel weniger beachtet. Manche Bromsilbergelatineplatten zeigen keine glatte Oberfläche, sondern eine wellige Structur, welche vielleicht davon herrührt, dass die erwärmte Gelatine-Emulsion während des Aufgiessens auf die Glasplatte nicht mehr völlig flüssig, sondern halb erstarrt war. Solche Platten geben die geraden Spectrallinien nicht gerade, sondern wellenartig gekrümmt wieder. Schon mit einer schwachen Loupe kann man diese wellenartige Verziehung constatiren und solche Platten ausscheiden. Das der Übelstand von der Präparation der Platten und nicht von der Art der Entwicklung und Fixirung herrührt, schliesse ich aus dem Umstande, dass unter einigen Hundert Platten bloss drei oder vier derselben wellenartige Krümmung der Linien zeigten, während andere unmittelbar früher oder später hervorgerufene die Linien als Gerade wiedergaben.

Wendet man zwischen dem Entwickeln und Fixiren im Alaunbad an, oder noch besser ein gemischtes Fixir- und Alaunbad (s. o.) so wird die Gelatineschicht so gegerbt, dass die möglichste Sicherheit gegen das Verziehen der Schicht gegeben ist.

Verwendbarkeit der mit Farbstoffen sensibilisirten Bromsilbergelatineplatten zu verschiedenen optischen oder astronomischen Zwecken.

Die Platten, welche für Grün, Gelb oder Roth empfindlich gemacht sind eignen sich naturgemäss zur Photographie aller jener Lichtquellen, welche reich an diesen Strahlen (d. h. „optisch hell“) sind. So eignen sich Erythrosinplatten besonders zur Photographie bei Petroleum- oder Gaslicht<sup>1</sup>; zur Photographie vergilbter Documente und Papyrus<sup>2</sup>; zur mikroskopischen Photographie gelb gefärbter mikroskopischer Präparate; zur Aufnahme von Wolken am blauen Himmel nach Unterdrückung des Blau

<sup>1</sup> Dr. Mallmann und Scolik stellten sogar Porträt-Photographien in sehr kurzer Belichtungszeit auf Erythrosinplatten her. Ähnlich wirken Azalinplatten.

<sup>2</sup> Wurde von mir vor einem Jahre nachgewiesen. Die k. k. Staats-Druckerei in Wien wendet das „orthochromatische“ Verfahren zu diesem Zwecke in ausgedehntem Grade an.

mit gelben Gläsern. Da die vielen Sterne ein röthliches Licht haben und ihr Spectrum im Grün und Gelb sehr intensiv ist, so war vorauszusehen, dass Erythrosinplatten zur Astrophotographie solcher Objecte sehr geeignet sein müssen, was Herr Dr. Lohse am astro-physikalischen Observatorium in Potsdam (s. Astronom. Nachrichten 1886), Herr Director Gothardt am astrophysikalischen Observatorium in Herény durch sorgfältige Versuche überzeugend nachwies. Dasselbe ist bei Mondphotographien zu erwarten.

Schlecht achromatisirte Fernrohre können voraussichtlich zur Photographie brauchbar werden, wenn man mit rothen Gläsern alle anderen Strahlen ausschliesst und nun mit Cyanin-, Azalin- oder anderen rothempfindlichen Platten die photographischen Aufnahme macht.

Directe Sonnenphotographien fallen auf Platten, die mit Bleu-Copier oder Coerulein gefärbt sind, immer schärfer aus und es sind Überbelichtungen weniger zu fürchten.

Die Eignung sensibilisirter „orthochromatischer“ Platten zur Reproduction von Gemälden ist bekannt.

Erklärung der Lichtdrucktafeln (Tafel I und II) nach Spectrumphotographien auf verschiedenartig gestellten Bromsilbergelatineplatten.

Zur anschaulichen Beurtheilung der Leistungsfähigkeit von Bromsilberplatten, welchenach den angegebenen Methoden für verschiedene Spectralfarben sensibilisirt wurden, wurde eine Anzahl meiner Spectrumphotographien im Lichtdruck vervielfältigt. Sie sind in der Tafel I und II beigegeben. Sollten vielleicht bei der Wiederholung der von mir angegebenen Methoden unter Ausserachtlassung der nöthigen Vorsichtsmassregeln andere Forscher nicht allsogleich die in der Abhandlung beschriebenen Resultate in gleich günstigem Grade erzielen, so wird eine Betrachtung meiner Photographien<sup>1</sup> deutlicher als es mit viel Worten möglich ist, das von mir erreichte Resultat klar vor Augen legen. Diese Photographien machen keinen Anspruch auf vollendete Wiedergabe aller vorhandenen Linien; sie sind nichts Anderes als Belege, in welchen Spectralbezirken durch die Sensi-

<sup>1</sup> Dieselben sind selbstverständlich frei von jeder Retouche. Nicht einmal Staubflecken sind abgedeckt worden, was ganz ohne Nachtheil für die Genauigkeit hätte vorgenommen werden können.

bilisatoren die Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers gesteigert wurde.

Diese Belege zeigen eine kleine Auswahl aus meinen Untersuchungsreihen. Ich zweifle nicht, dass andere Experimentatoren mit einzelnen Farbstoffen noch bessere Erfolge betreffs Steigerung der Farbenempfindlichkeit erzielen werden, wenn sie mit dem einen oder dem anderen Farbstoff sich eingehend befassen und die unter den jeweiligen Umständen günstigsten Versuchsbedingungen ermitteln.

Zu meinen Versuchen diente der Steinheil'sche grosse Spectrograph mit drei Prismen, den ich im Jahre 1884 beschrieben habe.

Fig. 1 Tafel I zeigt die Photographie des Sonnenspectrums auf gewöhnlicher Bromsilbergelatine. Belichtungszeit ungefähr  $\frac{1}{4}$  Secunde. Bei längerer Belichtung würde sich die Wirkung so weit ins Ultraviolett erstrecken, wie bei irgend einer anderen hier abgebildeten Photographie, aber die Deutlichkeit der Fraunhofer'schen Linien im Blau wäre verschwunden.

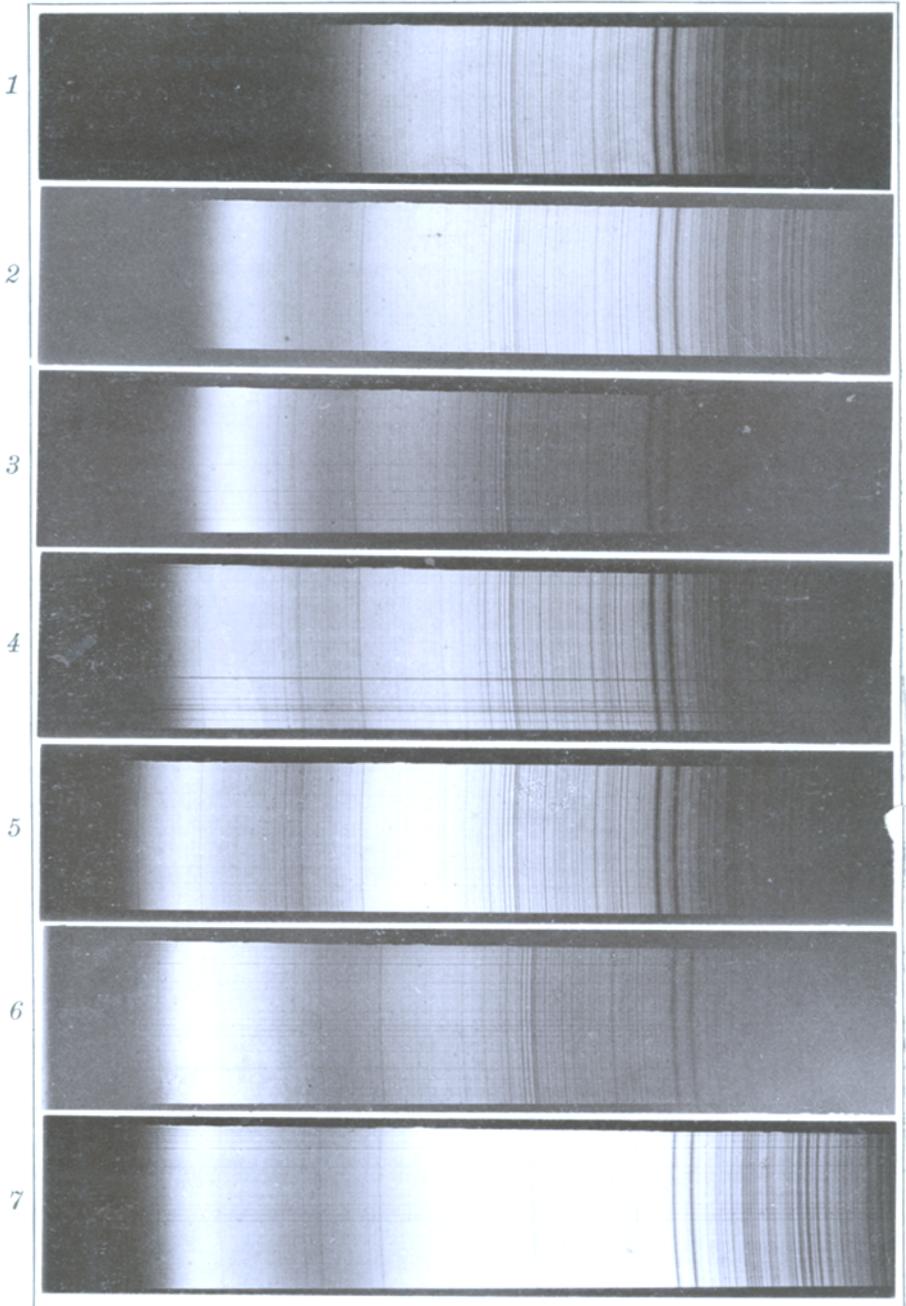
Fig. 2 Tafel I zeigt das Sonnenspectrum auf Erythrosinplatten. Belichtungszeit  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  Secunde. Das ultraviolette bis blaue Spectrumbild ist ungefähr dasselbe, wie beim vorigen, aber es tritt das Sensibilisierungsmaximum zwischen *E* bis *D* auf. Die Linie *D* ist auf den meisten derartigen Aufnahmen noch deutlich sichtbar.<sup>1</sup>

Fig. 3 Tafel I zeigt den Effect eines gelben Glases vor dem Spalt des Spectralapparates bei Erythrosinplatten. Belichtungszeit 1 Secunde. Das Ultraviolett und Violett kommt bei dieser kurzen Belichtung fast nicht zur Wirkung, das Blau schwach; dagegen tritt das Grün und Gelb vor *E* bis *D* sehr kräftig hervor. Solche Platten sind zur „orthochromatischen“ Photographie geeignet, die Wirkung im Gelb und Grün über jene im Blau und Violett überwiegt.

Fig. 4 Tafel I ist auf einer mit Benzopurpurin 4 *B* gefärbter Bromsilberplatte (mit gelber Glasscheibe) aufgenommen. Das Band der Sensibilisierung ist breiter aber weniger intensiv als bei Erythrosinplatten. Die Wirkung des Spectrums ist von Orange bis violett ziemlich gleichmässig (ähnlich wirkt der Farbstoff Congo).

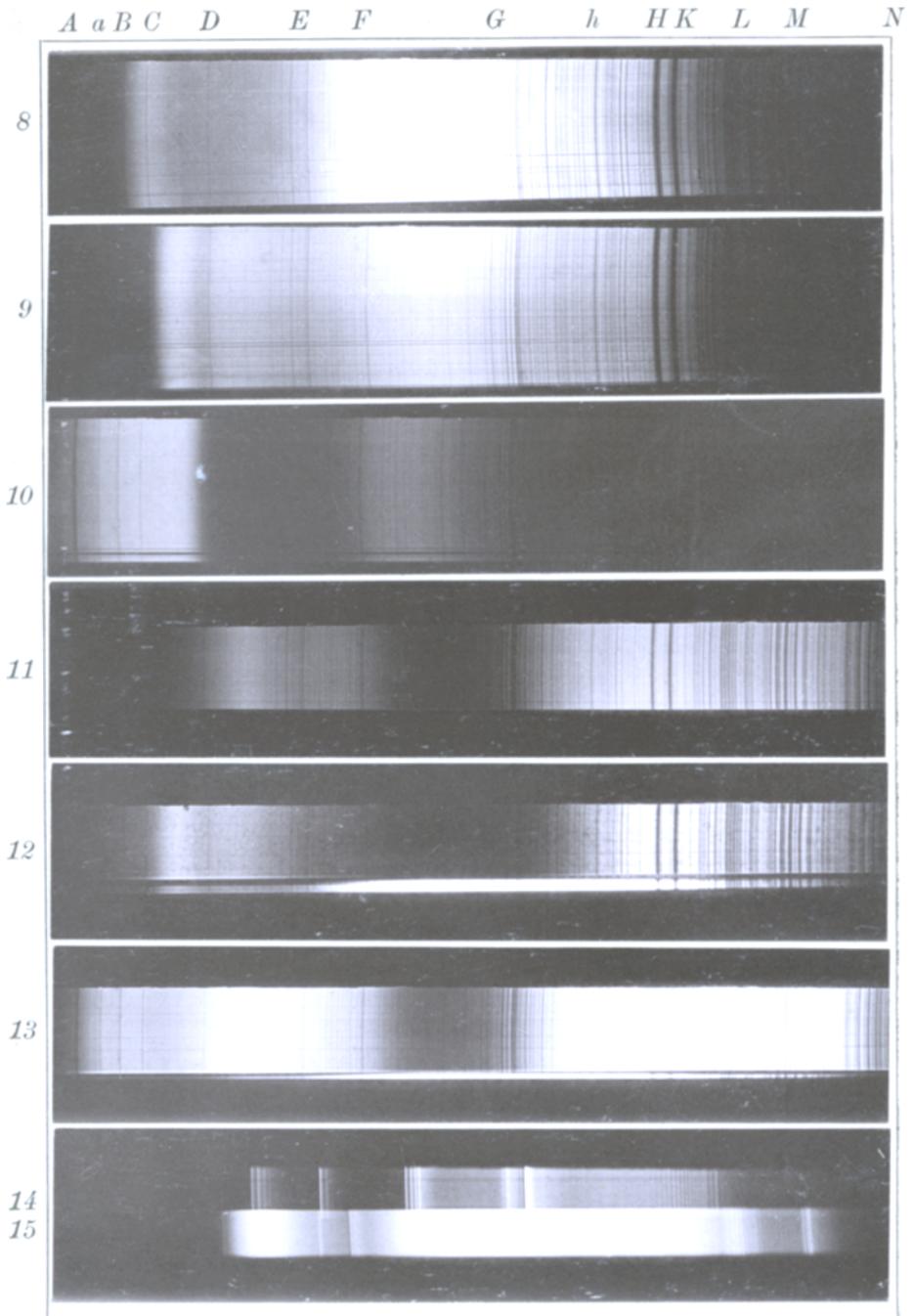
<sup>1</sup> Brom-Eosin oder andere Eosinsorten, wirken nicht so günstig auf quantitative Farbenempfindlichkeit.

*A a B C D E F G h HK L M N*



Spectrum-Photographie von J. M. Eder.

Lichtdruck von J. Löwy, Hofphotograph Wien.



Spectrum-Photographie von J. M. Eder.

Lichtdruck von J. Löwy, Hofphotograph Wien.

Fig. 5 Tafel I zeigt die Wirkung der Sensitogrünplatten. Ich wendete sie mit gelbem Glas an. Man muss meistens länger als bei Cyaninplatten belichten, da die relative Orangeempfindlichkeit geringer ist. Trotz des gelben Glases ist bei diesem Bilde die Wirkung in Orange nicht stärker als im Blau. Die Fraunhofer'schen Linien treten scharf und deutlich hervor.

Fig. 6 Tafel I zeigt das Spectrumbild auf Cyaninplatten unter Einschaltung von gelbem Glas. Belichtungszeit 4 bis 8 Secunden. Da die relative Orangeempfindlichkeit bei Cyaninplatten (gegenüber der Blauempfindlichkeit) nicht so gross ist, wie bei Erythrosinplatten, so musste länger belichtet werden als bei diesen. Dadurch gelangte aber neben Orange mehr von den blauen Strahlen zur Wirkung, so dass man die photographische Wirkung bis über *M* verfolgen kann.

Fig. 7 Tafel I ist die Photographie des Sonnenspectrums auf einer Cyaninplatte. Belichtungszeit 2 (bis 10) Secunden. Durch diese längere Belichtung gelang das Ultraviolett zur Wirkung.<sup>1</sup> Im Grün tritt ein Minimum der Wirkung ein; bei *D* bis *C* (und bis *B*) ein Maximum.

Fig. 8 Tafel II. Bromsilberplatte gefärbt mit Grün aus Toluylaldehyd. Belichtungszeit 2 Minuten hinter gelbem Glase. Dient zugleich als typisches Beispiel der sensibilisirenden Wirkung für Methylgrün, Brillantgrün etc.

Fig. 9 Tafel II. Bromsilberplatte gefärbt mit Bleu-Coupler.<sup>2</sup> Belichtung 1 bis 5 Minuten. Diese Photographien zeigen sehr deutlich den Unterschied der Wirkung von gelbem Glas (Fig. 9) und Chrysoidinwannen (Fig. 12). Im ersteren Falle ist das Ultraviolett geschwächt; obschon bei der enorm langen Belichtung dieser Bezirk auch noch etwas zur Wirkung gelangt. Bei Benützung des Chrysoidinschirmes wirkt das Ultraviolett und Violett fast ungeschwächt, dagegen ist das Blau und Grün unterdrückt. Die Linien im Grün bis Roth treten deutlicher hervor. Überhaupt ist die Schärfe der Linien am Negativ gross. (Man erkennt dies besonders an Fig. 9. An den Original-Negativen sind alle Spectren viel schärfer gezeichnet als in der Papiercopie!)

<sup>1</sup> In demselben Grade wäre auch auf gewöhnlichen Platten oder Erythrosinplatten das Ultraviolett bei längerer Belichtung zur Wirkung gelangt.

<sup>2</sup> S. Ber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Juni-Heft. 1886.

Fig. 10 Tafel II. Sonnenspectrum auf einer Coeruleinplatte hinter rothem Glase. Belichtung 1 bis 5 Minuten. Es fehlt Ultraviolett, Violett; etwas Blau kommt zur Wirkung; Grün und Gelb fehlen. Von *D* bis über *A* erscheint das Spectrum sehr intensiv und mit scharfen Linien (*A*, *a*, *B*, *C*).

Fig. 11 Tafel II ist das zum Vergleiche beigegebene Spectrumbild auf gewöhnlicher Bromsilbergelatine (ohne Farbstoffzusatz) hinter Chrysoidinschirmen. Die Wirkung ist trotz längerer Belichtung im weniger brechbaren Theile weit zurückgeblieben im Vergleiche mit Coeruleinplatten; aber trotzdem kann man die Wirkung weit bis ins Orange verfolgen, was nicht so deutlich möglich ist, wenn man ohne Schirme arbeitet.

Fig. 12 Tafel II zeigt eine Coeruleinplatte aber hinter einem Chrysoidinschirme. Ausser dem unterdrückten blauen Bezirk finden wir das ganze Spectrum photographirt von Ultraviolett bis über *A*. Belichtungszeit 90 Secunden. Diese Platte gibt alle Spectralbezirke gut wieder. Bei der Herstellung der Lichtdrucke, wurde die Linie *A*, *a*, *B*, *C* besonders berücksichtigt und es wurde die Copie nicht so lange belichtet, dass die Linien in den anderen Bezirken genügend copirt waren, wesshalb die betreffenden Stellen weiss erscheinen. Am Originalnegativ ist das ganze Linienspectrum sichtbar.

Fig. 14 und 15 Tafel II zeigt die Anwendbarkeit von Erythrosinplatten zur Photographie von lichtschwachen Spectren. Die obere Hälfte (Fig. 14) ist das sog. Swan'sche Spectrum. (Blauer Theil der Bunsen'schen Flamme.) Belichtungszeit 12 bis 36 Stunden. Darunter findet sich zum Vergleich die Spectrumphotographie von brennendem Magnesium. Die Wirkung erstreckt von *D* bis Ultraviolett. Das Sensibilisierungs-Maximum tritt unverkennbar hervor. Im Swan'schen Spectrum kommen demzufolge Liniengruppen im Grün bis Gelb in der Photographie zum Vorschein, welche man auf gewöhnlichen Platten nicht mehr photographiren könnte.

Dadurch ist wohl die Eignung der hier beschriebenen photographisch-spectroskopischen Methoden zur Genüge nachgewiesen.