

Über ein neues Verfahren zur Herstellung ultravioletttempfindlicher Platten

Victor Schumann in Leipzig.

Einleitung.

In einer früheren Untersuchung¹ habe ich das Spectrum elektrischer Entladungen weit über die bisherige Grenze des Ultravioletten ($185 \cdot 2 \mu\mu$) hinaus, bis in die Nähe der Wellenlänge $100 \mu\mu$ verfolgt. Die Beobachtung geschah auf photographischem Wege, bis zur Wellenlänge $182 \mu\mu$ mit Bromsilbergelatine, von hier bis zur Wellenlänge $100 \mu\mu$ mit einer Platte, die ich für diesen Zweck nach einem neuen Verfahren präparirt hatte.

Die Strahlen jenseits der Wellenlänge $182 \mu\mu$ bleiben allen bisher angewandten Beobachtungsmethoden der Spectroskopie gegenüber wirkungslos. Sie sind nur wahrnehmbar mit genannter Platte, mit Flussspathprisma und ebensolchen Linsen und mit evacuirtem Spectralapparat.

Das Herstellungsverfahren dieser Platte ist das Ergebniss einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung, die ich im ersten Theile der genannten Abhandlung² nur kurz erwähnt habe. Es liefert Plattenüberzüge von gewünschter Feinheit und Empfindlichkeit, Schichten, die für die neuen Strahlen empfindlicher sind als für das übrige Spectrum, und die aus diesem Grunde, wie ich später zeigen werde, ihrem Zweck in doppelter Beziehung entsprechen.

¹ »Über die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen«, diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abth. II. a., 1893, S. 415—475, 625—694.

² Ebenda, S. 472—475.

Weniger befriedigt die neue Platte in anderer Hinsicht: sie krankt zur Zeit noch an grösseren und kleineren Oberflächenfehlern, die sich nur durch geeignete Belichtungsdauer und durch gewissenhafte Beobachtung bestimmter Vorsichtsmassregeln beim Hervorrufen des Bildes zurückhalten lassen. Sobald man aber diese Vorsicht ausser Acht lässt, entwickeln sich zahlreiche Flecke von verschiedener Intensität und Grösse, die das Bild überwuchern und ihm seine sonst so vorzügliche Schärfe nehmen. Dies die verbesserungsbedürftige Seite meines Verfahrens und zugleich der Hauptgrund, der mich bisher von dessen Veröffentlichung abgehalten hat. Zwar hoffe ich diesen Plattenfehler noch beseitigen zu können, doch wird, neueren Versuchen zufolge, dazu mehr Zeit erforderlich sein, als meine früheren Beobachtungen voraussetzen liessen.

Unter solchen Umständen könnte es kommen, dass die Freigabe meines Verfahrens, die nach meiner ursprünglichen Absicht nicht vor dessen Verbesserung geschehen sollte, in unbestimmte Ferne rückte, was mit dem Endzweck meiner Untersuchung, der Spectroskopie das neue Strahlengebiet möglichst bald zugänglich zu machen, nicht in Einklang stände.

Hierzu hat sich nun noch der folgende Umstand gesellt.

Der genannte Bericht über meine Untersuchungen der kleinsten Lichtwellen hat nach seinem Erscheinen in Fachkreisen eine so freundliche Aufnahme¹ gefunden, dass der Erforschung des neuen Strahlengebietes schon jetzt regere Theilnehmung gesichert zu sein scheint. Dies gilt insonderheit von den Bestrebungen, die sich die Erweiterung unserer moleculartheoretischen Erkenntniss auf spectralem Wege zur Aufgabe gestellt haben. Es mag daran erinnert werden, dass die Vorarbeiten hierzu, die vorerst nur auf die Ermittlung eines gesetzmässigen Zusammenhanges zwischen den Linien eines Elementes und zwischen den Spectren verschiedener Elemente abzielen, bis jetzt einen umso gedeihlicheren Fortgang erkennen liessen, je mehr sie sich der bisherigen Grenze des Ultravioletten näherten. Je kürzer die Wellenlänge des betreffenden Beobachtungsgebietes war, um so markanter trat diese Gesetz-

¹ Chemical News, Vol. 68, No. 1757—1760, 1762, 1766 (1893).

mässigkeit zu Tage. Es lässt sich hiernach auch erwarten, dass das neue Strahlengebiet mit seinen ungleich kleineren Wellenlängen reiches Beobachtungsmaterial zur Vervollständigung, doch auch zur Verificirung der bisher gewonnenen Ergebnisse bieten werde, um so mehr, als die Untersuchung einer ganzen Reihe von Grundstoffen, die in der genannten Richtung bisher resultatlos verlief, auf diesen Theil des Spectrums allein angewiesen ist. Den Beobachtungen dieser Art dürfte die neue Platte schon vor ihrer Verbesserung ein willkommenes Hilfsmittel werden. Und diese sind es denn auch, die mich in erster Reihe veranlasst haben, meine ursprüngliche Absicht fallen zu lassen und mein Verfahren bereits jetzt der Öffentlichkeit zu übergeben.

Der nachstehende Bericht behandelt meine hierauf bezüglichen Arbeiten. Diese umfassen eine Reihe von Versuchen, die in Folge der nicht unbeträchtlichen Schwierigkeiten, denen die dazu erforderliche Aufnahme des Spectrums in gasverdünntem Raume anfänglich begegnete, grossen Aufwand an Zeit und Mühe verursacht haben. Ich habe mich darum in den Fällen, wo mir die Verificirung des ersten Ergebnisses entbehrlich schien, mit einmaliger Ausführung des betreffenden Versuches begnügt. Diese Ergebnisse sind selbstverständlich minderwerthig, und es wäre vielleicht besser, wenn ich sie mit Stillschweigen überginge. Mein Bericht wäre jedoch alsdann so lückenhaft ausgefallen, dass mir ihre Aufnahme in denselben immer noch als das kleinere von beiden Übeln erschien. Ich werde sie aber in der Folge passend kennzeichnen, damit der vielleicht zweifelhafte Werth des einen oder des anderen von ihnen nicht auf das Hauptergebniss der Untersuchung übertragen werden könne.

Spectrographische Vorarbeiten.

Das ultraviolette Spectrum war bisher bis zur Wellenlänge $185.2 \mu\mu$ bekannt. Im Jahre 1890 gelang es mir auf photographischem Wege noch kleinere Lichtwellen nachzuweisen. Ich erreichte dabei die Wellenlänge $182 \mu\mu$. Weiterhin versagte die photographische Platte. Ob aus Mangel an

Empfindlichkeit oder wegen ungenügender Energie des Lichtquells, war ohneweiters nicht festzustellen. Die einzige Möglichkeit, hierüber Aufschluss zu erlangen, bot das Mass der Lichtdurchlässigkeit der einzelnen Bestandtheile des Plattenüberzuges. Ich hatte hierzu Gelatinetrockenplatten benutzt, die Gelatine und Bromsilber enthielten.

Trockene Gelatine absorbirt, wie ich zuerst gezeigt habe,¹ die ultravioletten Strahlen energisch und um so beträchtlicher, je brechbarer sie sind. So schwächt selbst ein Häutchen von nur $0\cdot00004\text{ mm}$ Dicke die Strahlen der Wellenlänge $185\cdot2\ \mu\mu$ noch in sichtlichem Masse. Der Überzug einer Gelatineplatte ist aber mindestens 500mal dicker. Strahlen kleiner Wellenlänge können demnach nie in grössere Tiefe der lichtempfindlichen Schicht einer solchen Platte eindringen, mithin auch nie die zur Erzeugung eines dichten Bildes erforderliche Menge Haloidsilber reduciren. Hieraus liess sich schliessen, dass die Gelatine an der Abnahme der Intensität meiner Spectraufnahmen nicht unbetheiligt war, und dass eine Schicht reinen Bromsilbers einen besseren Effect gegeben hätte.

Reines Bromsiber hält die Lichtstrahlen ebenfalls energisch zurück, doch ist es nach meinen Aufnahmen² für die Wellenlängen $210\ \mu\mu$ bis $185\ \mu\mu$ etwas durchlässiger als für das übrige Spectrum. Dieser kleine Unterschied war im vorliegenden Falle nebensächlich. Weit wichtiger war der Verlauf der Extinction, der photochemisch oder photothermisch erfolgen konnte. Das Absorptionsspectrum gab hierüber keinen Aufschluss. Darüber konnte allein das photographische Verhalten des reinen Bromsilbers entscheiden.

Ich überzog zu diesem Zwecke eine Glasplatte mit einer dünnen Schichte von Bromsilber, das mit überschüssigem Bromalkali gefällt worden war, trocknete sie und nahm damit das Spectrum eines zwischen Aluminiumdrähten überspringenden Flaschenfunkens mit einem Prisma und Linsen aus Quarz photographisch auf. Die Entwicklung geschah, wie bei Gelatineplatten, mit Pyrogallus, Soda und Bromkalium. Die dickver-

¹ Siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abth. II. a., S. 457—464 (1893).
Ebenda, S. 464—466.

schleierte Platte zeigte ein kontinuierliches Spectrum, das sich in ungeminderter Intensität als tiefschwarzes, ringsum von einem lichten Saume eingefasstes Wirkungsband bis zur Wellenlänge $182 \mu\mu$ erstreckte. Die Continuität dieses Bandes war lediglich eine Folge der Verbreiterung sämtlicher Linien, einer Erscheinung, der man auch bei Gelatineplatten von sehr hoher Empfindlichkeit begegnet.

Nach dieser Aufnahme schloss ich, dass es der in der Gelatineemulsion enthaltenen Bromsilbermodification keineswegs an Empfindlichkeit für die brechbarsten Strahlen, noch diesen an photochemischer Energie fehle, sondern dass dieser Empfindlichkeitsmangel der Bromsilbergelatine eine Folge der Schwächung der Strahlen sei, die diese auf ihrem Wege zum Bromsilber durch die Gelatine erlitten. Hiernach liess sich erwarten, dass die Empfindlichkeit der Bromsilbertrockenplatte für die genannten Strahlen steigen würde, bei Verminderung des Gelatinegehaltes, bei Vertauschung der Gelatine mit einem lichtdurchlässigeren Bindemittel, oder endlich bei Ausschluss jedes Bindemittels. Dies galt zunächst nur für das gewählte Beobachtungsgebiet, das bei der Wellenlänge $182 \mu\mu$ endete. Ich wiederholte daher den Versuch für das stärker abgelenkte Nachbargebiet, gebrauchte jedoch die Vorsicht, die Luft zwischen Lichtquell und Platte, die ich schon vorher als ein bedenkliches Absorbens für kleine Lichtwellen¹ erkannt hatte, bis auf eine Schicht von wenigen Millimeter Dicke zu vermindern. Dabei ergab sich, dass jenseits $182 \mu\mu$ ein strahlenreiches Gebiet existirt, und dass auch zu dessen Aufnahme das reine Bromsilber hinreichend empfindlich ist.

Diese Aufnahmen auf reinem Bromsilber bilden die Grundlage zur Herstellung meiner ultraviolett-empfindlichen Platte, wovon der nachstehende Theil meines Berichtes handelt.

Herstellung ultraviolett-empfindlicher Platten.

Ich habe diese auf dreierlei Weise versucht: durch Be-giessen mit Emulsion, durch Baden in Silbernitrat- und

¹ Siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abth. II. a. S. 466—469.

Bromkaliumlösung, durch Überziehen mit gefälltem Bromsilber.

A. Durch Begiessen mit Emulsion.

Meine Versuche, mit Bromsilberemulsion eine ultraviolett empfindliche Platte herzustellen, haben zu keinem brauchbaren Resultate geführt. Sie sollen darum auch nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

Ich hoffte mit Bromsilberemulsion, die zwei- bis dreimal so viel Bromsilber enthielt wie gewöhnlich, einen gelatinearmen Plattenüberzug zu erlangen, der den Strahlen das Eindringen in grössere Tiefe gestattet und danach zu einem intensiveren Bilde geführt hätte, als dies bei gewöhnlicher Bromsilbergelatine möglich ist. Ich erzielte aber das gerade Gegentheil hiervon: das Bromsilber fiel regelmässig, ehe noch die aufgegosene Emulsion erstarrt war, zu Boden, so dass die oberste Schicht des Plattenüberzuges, die hier allein in Betracht kommt, beinahe bloss aus Gelatine bestand. Platten dieser Art waren, aus den vorher erörterten Gründen, für die brechbarsten Strahlen noch unempfindlicher als gewöhnliche Trockenplatten.

Ein Versuch, die Gelatine durch Agar-Agar zu ersetzen, verlief noch ungünstiger: der Plattenüberzug zerfiel, sobald er erstarrte, in kleinere und grössere Partikel, eine Erscheinung, die mich schon vor Jahren an der Verwendung des Agar-Agar zu Emulsionszwecken gehindert hatte.

B. Durch Baden in Silbernitrat- und in Bromkaliumlösung.

Badet man eine mit Gelatine überzogene Platte in Silbernitrat- und danach in Bromkaliumlösung, so bekommt man einen bromsilberhaltigen Plattenüberzug, dessen Oberfläche aus gelatinefreiem Bromsilber besteht. Beim Belichten einer solchen Platte treffen die Strahlen zuerst das gelatinefreie und danach das von Gelatine eingeschlossene Bromsilber. Von dieser gelatinefreien Bromsilberschicht versprach ich mir für die Aufnahme der kleinsten Wellenlängen eine gute Wirkung.

Ich bogoss eine nivellierte Glasplatte mit einer dreiprocentigen Gelatinelösung, badete sie, nachdem der Überzug erstarrt war, einige Minuten in einer fünfprocentigen Silbernitratlösung, liess sie ablaufen, reinigte Rücken und Ränder mit Fliesspapier,

badete sie beim Dunkelkammerlicht ebensolange in einer dreiprocentigen Bromkaliumlösung und wusch sie, die präparierte Seite nach unten gekehrt, bei wiederholtem Wasserwechsel in einer tiefen Abdampfschale aus. Nach dem Trocknen wurde sie dem Spectrum des Aluminiums exponirt und darauf mit Pyrogallus, Soda und Bromkalium entwickelt.

Die getrocknete, unbelichtete Platte opalisirte, war stellenweise mehr, stellenweise weniger durchsichtig und zeigte eine Menge unregelmässig verlaufender Streifen. — Beim Hervorrufen des Bildes verschleierte sie vollständig und arbeitete nur dann klar, wenn der Entwickler stark verdünnt wurde. Doch waren die Linien in allen Fällen, auch wenn die Platte verschleierte, scharf gezeichnet und intensiver als auf Bromsilberemulsion. Das photographische Maximum der Platte bildeten bei Belichtung mit Aluminiumlicht die beiden Linien von $186\cdot 0\mu\mu$ und $185\cdot 2\mu\mu$. Beide entwickelten sich regelmässig weit früher als das übrige Spectrum.

Emulsionsgelatineplatten verhielten sich gerade umgekehrt: bei ihnen kamen die genannten Linien stets zuletzt zum Vorschein.

Die Gelatinebadeplatte verdient demnach beim Photographiren der brechbarsten Strahlen vor der Gelatineemulsionsplatte den Vorzug.

Meine Aufnahmen endigen diesmal schon mit der Wellenlänge $185\cdot 2\mu\mu$. Die Ursache ihres bescheidenen Umfanges dürfte jedoch nicht in der Platte, sondern vielmehr darin zu suchen sein, dass ihre Belichtung unter dem Einflusse einer in den Gang der Strahlen eingeschalteten Luftschicht erfolgt war, die, wie bereits hervorgehoben wurde, für das brechbarste Ultraviolett wenig durchlässig ist.

Die Gesamtempfindlichkeit der trockenen Gelatinebadeplatte war von mässiger Höhe, und ihre Steigerung, die wünschenswerth war, bot nicht unwesentliche Schwierigkeiten. Ich habe mich darum mit einmaliger Anwendung dieses Verfahrens begnügt und bin, auch ohne die Platten den Strahlen jenseits der Wellenlänge $185\cdot 2\mu\mu$ exponirt zu haben, zu dem letzten der genannten Verfahren übergegangen, das auch in anderer Hinsicht bessere Erfolge in Aussicht stellte.

C. Durch Überziehen mit gefällttem Bromsilber.

Mischt man Silbernitrat- und Bromkaliumlösungen, so entsteht ein flockiger Niederschlag von Bromsilber. Anders verhalten sich sehr verdünnte Lösungen. Sie liefern bei überschüssigem Bromkalium einen ungemein feinen Niederschlag, der anfänglich suspendirt bleibt und sich erst bei wochenlangem Stehen absetzt.

Zusatz von einigen Tropfen Ammoniak vergrößert den Niederschlag und beschleunigt das Absetzen.

Legt man auf den Boden des Absetzungsgefäßes eine Glasplatte, so lagert sich das Bromsilber in gleichdicker Schicht auf ihr ab, und trocknet, nachdem man die darüberstehende Flüssigkeit mit einem Heber abgezogen hat, in kurzer Zeit zu einem glanzlosen, gelblichen Überzuge auf, der aus reinem Bromsilber mit einer kleinen Menge der in der Absetzungsflüssigkeit gelösten Salze (KNO_3 und KBr) besteht, die sich durch Auswässern beseitigen lassen. Eine solche Platte verträgt das Entwickeln, bedingungsweise sogar das Fixiren ohne Nachtheil.

Dies in groben Umrissen das Verfahren, wonach ich seit Jahren die Platten herstelle, die mir zur Auffindung des Spectralgebietes zwischen den Wellenlängen $182 \mu\mu$ und $100 \mu\mu$ verholfen haben.

I. Vorbereitung der Platte zum Überziehen mit Bromsilber.

Behandelt man eine Platte der vorgenannten Art mit Fixirnatron, dann schwimmt der grösste Theil des entwickelten Bildes davon, sobald der Rest des gelblichen Plattengrundes, das nichtreducirte Bromsilber, verschwindet. Diesem Übelstande lässt sich vorbeugen, wenn man

- a) die Bromsilberschichte sehr dünn herstellt,
- b) die Glasplatte vor dem Absetzen des Bromsilbers mit einem Bindemittel überzieht,
- c) das Bromsilber selbst mit einem Bindemittel versieht.

a) Bei dicker Schicht ruht das entwickelte Bild auf einer Lage ungefärbten Bromsilbers, an dessen Stelle beim Fixiren eine ebenso dicke Flüssigkeitsschicht tritt, die es dicht über der

Glasplatte schweben macht. Bewegt man die Schale, so zerreisst das aus einem Häutchen bestehende Bild und schwimmt davon. Bei dünner Schicht entwickelt sich der grösste Theil des Bildes durch die ganze Schicht hindurch. Die Fixage hat dann mehr neben als unter dem reducirten Silber zu wirken, so dass der unterspülte Theil des Häutchens von dem übrigen, fest mit dem Glase in Verbindung gebliebenen, am Wegschwimmen gehindert wird. Gleichwohl ist eine Bromsilberschicht ohne Bindemittel nicht zu empfehlen. Auch bei mässiger Dicke verlangt sie nach beendetem Fixiren sehr aufmerksame Behandlung.

Dort, wo die Anwendung eines Bindemittels für den Plattenüberzug nicht erlaubt ist,¹ sollte man das Fixiren lieber unterlassen. Die Platten halten sich, im Finstern aufbewahrt, lange Zeit in unveränderter Farbe. Müssen sie unter allen Umständen fixirt werden, dann empfiehlt es sich, vorher ein Gelatinebad anzuwenden. Das verleiht auch der fertigen Platte eine grössere Widerstandsfähigkeit.

Das fixirte Bild einer dünnen Schicht aus reinem Silberhaloid auf blankem Glase ist kraftlos und sehr empfindlich gegen mechanische Eindrücke.

b) Überzieht man die zu sensibilisirende Glasplatte mit Gelatine, so hält sie auch eine dickere Schicht aus reinem Bromsilber so fest, dass sie die Behandlung mit Fixirnatron ohne Nachtheil verträgt.

Ich verwende zu diesem Überzuge eine zweiprocentige warme Gelatinelösung, die ich in reichlicher Menge auf die sorgfältig geputzte und vorgewärmte Platte giesse, herumfliessen und über eine ihrer Ecken weglaufen lasse. Die Platte wird an einem staubfreien Orte, auf Fliesspapier, die präparirte Seite nach unten gekehrt, zum Trocknen aufgestellt, und bald danach mit Bromsilber überzogen.

Die Bromsilberschicht ist gegen Unregelmässigkeiten des Gelatineüberzuges sehr empfindlich. Staubtheilchen, zerplatzte Bläschen, Flächenunebenheiten, stören die Ablagerung des

¹ Dieser Fall kann bei Ermittlung des spectralen Verhaltens von reinem Silberhaloid eintreten.

Bromsilbers und geben zur Entstehung einer Menge von Plattenfehlern Anlass, die in der Mehrzahl erst nach dem Hervorrufen zu Tage treten. Das Überziehen mit Gelatine muss daher mit grosser Sorgfalt geschehen. Vor Allem sind Blasen zu vermeiden. Jedes auch noch so kleine Bläschen des Überzuges zerplatzt beim Trocknen und an seiner Stelle tritt häufig die blanke Glasfläche zu Tage, die sich später auf der entwickelten Platte in gewissen Fällen — davon wird später die Rede sein — in Folge geringerer Empfindlichkeit des darauf abgesetzten Bromsilbers, von ihrer Umgebung abhebt.

Der Gelatineüberzug soll so dünn als möglich sein. Je dünner er ist, desto weniger kehren seine nie ganz zu vermeidenden Dickenunterschiede in der Bromsilberschicht wieder, desto fester haftet das Bild am Glase, desto weniger färbt sich die Gelatine im Entwickler.

Ein weiterer, allerdings nur bei ganz kleinen Platten bemerkbarer Vortheil ist der, dass sich die Platte, die von der präparirten Seite her geschnitten werden muss, um so sauberer und um so exacter auf vorgeschriebenes Mass schneiden lässt, je dünner das Gelatinehäutchen ist.¹

c) Versieht man das Bromsilber selbst mit einem Bindemittel, dann ist der Gelatineüberzug der Platte entbehrlich. Dies geschieht in zweckentsprechender Weise, wenn das Bromsilber aus gelatinehaltigen Lösungen gefällt wird. Die Bromsilbertheilchen sind in diesem Falle, wie längst bekannt ist, gelatinehaltig und haften, wie ich zuerst beobachtete, auf Glas aufgetragen und getrocknet, ungemein fest.

Der Gelatinegehalt meiner Bromsilberflüssigkeit variierte zwischen 1 18.000 und 1 1550. Über seinen Einfluss auf die Lichtempfindlichkeit der Platte später.

Es sei jedoch schon hier erwähnt, dass ich neuerdings, aus später anzuführenden Gründen, auch für gelatinehaltiges Bromsilber nur Platten mit Gelatineüberzug verwende.

Die Rückseite zu schneiden, wobei die präparirte Fläche auf das Schneidebrett zu liegen käme, verbietet die Verletzlichkeit der Bromsilberschicht. Gelatineplatten lassen sich bekanntlich von der Rückseite her aus dem genannten Grunde weit besser schneiden.

II. Herstellung des Bromsilbers.

a) Ohne Gelatine. Bromsilber, als feiner, sich allmählig absetzender Niederschlag, verlangt zu seiner Bildung stark verdünnte Lösungen und grossen Überschuss von Bromkalium. — Ich löse 2·8 g Bromkalium in 4 l destillirtem Wasser und 2·0 g Silbernitrat in 100 cm^3 destillirtem Wasser und giesse bei Dunkelkammerlicht die Silberlösung in kleinen Portionen in die öfters umgeschüttelte Bromsalzlösung. Man bekommt so eine ziemlich durchsichtige und im durchfallenden Lichte röthlich gefärbte Flüssigkeit, die nach dem Filtriren zum Absetzenlassen des Bromsilbers fertig ist. Ich verwende in diesem Falle nie das ganze Bromsilber, sondern begnüge mich mit dem Quantum, das in ein bis zwei Tagen zu Boden fällt. Wollte man warten, bis die über der Platte stehende Flüssigkeit ganz klar wäre, dann wären dazu Wochen erforderlich.

Die Flüssigkeit mit dem Niederschlage wird sichtlich dichter, sobald man Ammoniak zusetzt. Auch setzt sich das Bromsilber schneller als vorher ab; es genügen dann 10 bis 15 Stunden dazu. Zu vorgenannter Flüssigkeitsmenge gebe ich zu diesem Zwecke 30 cm^3 Ammoniak.

b) Mit Gelatine. Zu vorgenanntem Flüssigkeitsquantum des Bromkaliums gebe ich 0·2 g harte Emulsionsgelatine, verflüssige sie durch Erwärmen und verfare im Übrigen wie vorher. Auch hier wirkt Ammoniakzusatz auf die Entstehung und das Absetzen des Niederschlages günstig.

Alle diese Verfahren liefern ein wenig empfindliches Bromsilber. Das gilt selbst dann noch, wenn es aus heissen Lösungen gefällt wird. Grössere Empfindlichkeit verlangt anhaltende Behandlung des suspendirten Bromsilbers in der Wärme. Hierzu eignet sich die starkverdünnte Lösung wenig. Besser kommt man mit einer gelatinearmen Emulsion zum Ziele. Verdünnt man diese in entsprechendem Masse mit heissem Wasser, dann lässt auch sie ihr Bromsilber allmählig fallen. Es ist ebenfalls gelatinehaltig, gibt aber einen empfindlicheren Plattenüberzug als das aus sehr verdünnter Lösung gefällte.

Meine Emulsion hierzu hat folgende Zusammensetzung:

$$A \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ g Bromkalium,} \\ 2 \text{ g Emulsionsgelatine,} \\ 200 \text{ cm}^3 \text{ destillirtes Wasser.} \end{array} \right.$$
$$B \left\{ \begin{array}{l} 15 \text{ g Silbernitrat,} \\ 200 \text{ cm}^3 \text{ destillirtes Wasser.} \end{array} \right.$$

A wird in der Wärme gelöst und *B*, das ebenfalls zu erwärmen ist, bei Dunkelkammerlicht allmählig in kleinen Portionen hinzugefügt. Während des Mischens der beiden Lösungen muss *A* öfters tüchtig durchgeschüttelt werden.

Schon die ungereifte Emulsion kann zum Absetzenlassen verwendet werden, nur fallen die Platten dann kaum empfindlicher als in den vorhergehenden Fällen aus. Grössere Empfindlichkeit verlangt anhaltendes Erwärmen der Emulsion, Kochen, Behandlung mit Ammoniak, kurz dasselbe Verfahren, das man bei Bromsilbergelatine gewöhnlicher Zusammensetzung zu gleichem Zwecke anwendet. (Ausführliches über die Steigerung der Empfindlichkeit von Bromsilbergelatine bietet die einschlägige Literatur des modernen Trockenplattenprocesses.) Die einzige Abweichung ist die, dass die Emulsion während des Reifens, wobei sich wegen des kleinen Gehaltes an Gelatine viel Bromsilber zu Boden setzt, oft durchgeschüttelt werden muss.

100 cm^3 dieser Emulsion mit 4 l heissem Wasser verdünnt, durchgeschüttelt und mehrmals durch Fliesspapier filtrirt, geben eine gute Absetzflüssigkeit. Da mit dem Bromsilber zugleich feine Verunreinigungen, als Staubtheilchen etc. durch das Filter gehen, so ist es rathsam, die Flüssigkeit vor dem Gebrauch einige Stunden stehen zu lassen, damit wenigstens die schwereren von ihnen von der Platte ferngehalten werden. Durch diese Vorsicht wird der Entstehung einer Menge, wenn auch meist nur mikroskopisch kleiner Plattenfehler vorgebeugt.

Man kann nun das Bromsilber auch aus der ungleich gelatinereichen Bromsilberemulsion der gewöhnlichen Trockenplatte gewinnen, wenn man sie mit einer hinreichenden Menge heissen Wassers verdünnt und danach verfährt wie vorher. Auch diese Platten entwickeln für das Ultraviolett erhöhte

Empfindlichkeit. Meine hierauf bezüglichen Beobachtungen erstrecken sich jedoch nur bis zur Wellenlänge $170 \mu\mu$. Ich bezweifle jedoch nicht, dass diese Platten auch jenseits $170 \mu\mu$ brauchbar sind.

Die Verwendung gewöhnlicher Gelatineemulsion kann nur dort in Betracht kommen, wo die ultraviolett empfindliche Platte mit kleinstem Aufwand an Zeit, Mühe und Mitteln hergestellt werden soll. Wo es sich um wenige Versuche handelt, wo man vielleicht nur das Verhalten der neuen Platte kennen lernen will, empfiehlt es sich, das Bromsilber dem Überzug käuflicher Trockenplatten zu entnehmen. Man schneidet zu diesem Zwecke eine solche Platte in Streifen von $1-2 \text{ cm}$ Breite, stellt sie in eine mit heissem Wasser ($0.5-0.6 \text{ l}$ auf eine Platte von 13 cm und 18 cm) gefüllte Flasche, schüttelt, sobald die Emulsionsschicht geschmolzen ist, den Flascheninhalt tüchtig durch, filtrirt, lässt ihn einige Zeit (eine Stunde) ruhig stehen und giesst ihn in das Absetzungsgefäss, auf dessen Boden eine zweite, mit der präparirten Seite nach oben gekehrte Trockenplatte liegt.¹

III. Steigerung der Ultraviolett empfindlichkeit des Bromsilbers.

Die Empfindlichkeit des Bromsilbers für die Strahlen jenseits der Wellenlänge $220 \mu\mu$ lässt sich durch Zusatz von Jodsilber steigern. Gleich der Bromsilbergelatineplatte kann auch die ultraviolett empfindliche Platte durch Jodsilber verbessert werden. Ich habe Plattenüberzüge versucht, die auf 100 Theile Bromsilber 5, 10, 20 Theile Jodsilber enthielten und damit durchgängig bessere Resultate erzielt, als mit reinem Bromsilber.

Das Jodsilber erhöht aber nicht bloss die Empfindlichkeit, sondern auch die Intensität und Klarheit. Dies gilt jedoch nur, wenn Brom- und Jodsilber gleichzeitig aus derselben Lösung gefällt werden. Ein Gemisch der beiden,

¹ Verfügt man über blanke Glasplatten passender Grösse, so sind diese, schon der Wohlfeilheit halber, der Trockenplatte vorzuziehen, denn der Aufnahme des Ultravioletten gewährt der Emulsionsüberzug unter der Bromsilberschicht keinerlei Vortheile. Aber häufig sind solche gar nicht, oder doch nicht in gebrauchsfertiger Verfassung zur Hand, und in solchem Falle empfiehlt sich die Verwendung einer Trockenplatte.

unabhängig von einander gefällten Niederschläge gibt Platten von sehr mässiger Empfindlichkeit. Reines Bromjodsilber ist hiernach, je nach der Art seiner Darstellung, auch gegen die Strahlen jenseits der Wellenlänge $220 \mu\mu$, ebenso verschieden empfindlich, als es Bromjodsilbergelatine gegen das übrige Spectrum ist.¹

Ich gebe nachstehend die Vorschrift zur Herstellung der ultravioletteempfindlichen Bromjodplatten, die sich bei meinen Aufnahmen der Strahlen kleinster Wellenlängen besser als alle übrigen Platten bewährt haben.

$$\begin{array}{l}
 A \left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ g Bromkalium,} \\ 0.6 \text{ g Jodkalium,} \\ 1 \text{ g Emulsionsgelatine,} \\ 100 \text{ cm}^3 \text{ destillirtes Wasser.} \end{array} \right. \\
 \\
 B \left\{ \begin{array}{l} 8.1 \text{ g Silbernitrat,} \\ 100 \text{ cm}^3 \text{ destillirtes Wasser.} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Nach dem Schmelzen der aufgequollenen Gelatine beide Lösungen erwärmt auf 50° bis 60° C., *B* in sehr kleinen Portionen bei Dunkelkammerlicht in *A* gegossen, währenddem öfters und tüchtig durchgeschüttelt, $\frac{1}{2}$ Stunde in kochendes Wasser gestellt, auch dabei häufig geschüttelt, bis auf 40° C. abkühlen lassen, 4 cm^3 Ammoniak zugefügt, wieder geschüttelt, $\frac{1}{2}$ Stunde entweder noch weiter abkühlen lassen oder im Wasserbade von nicht über 40° C. erwärmt, danach 64 cm^3 der Flüssigkeit in 4 l warmes Wasser (nicht über 40° C.) gegossen, durchgeschüttelt, filtrirt und nach ein- bis zweistündigem ruhigen Stehen das Jodbromsilber auf die in vorgenannter Weise mit Gelatine präparirten Platten absetzen lassen. Die Platten müssen nach dem Trocknen eine zeitlang in stehendem

¹ Mit Platten, die ungefähr 10 Gewichtstheile Jodsilber auf 100 Gewichtstheile Bromsilber enthielten, habe ich bessere Resultate als mit irgend einer anderen Platte erzielt. Die Aufnahme der brechbarsten Strahlen des Spectralgebietes gelang mir nur mit Bromjodsilberplatten. Es mag jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass zwischen deren Herstellung und Belichtung ein Zeitraum von einem Jahre lag, innerhalb welcher Zeit sie durch Nachreifen die besonders hohe Empfindlichkeit erlangt haben konnten.

oder doch in ruhig fließendem Wasser, das im ersten Falle öfters zu erneuern ist, ausgewaschen werden.

IV. Das Absetzen des Bromsilbers.

Zum Absetzenlassen des Bromsilbers benutze ich Entwicklungsschalen. Solche aus gepresstem Glase verdienen ihres planen Bodens halber den Vorzug. Die Bodenfläche soll mindestens um 1 *cm* länger sein als die Platte. Nach gründlicher Reinigung (Schwefelsäure) wird die Schale auf $\frac{3}{4}$ ihrer Tiefe mit der filtrirten Bromsilberflüssigkeit gefüllt und die von beiden Seiten mit einem weichen Pinsel abgestäubte Platte so hineingelegt, dass sie von der vorderen Schalenwand mindestens 1 *cm* absteht. Das Absetzen des Bromsilbers erfordert je nach seiner Herstellung verschieden lange Zeit. Sobald die Ränder der Platte durch die darüberstehende Flüssigkeit hindurch sichtbar werden, ist es Zeit, die Schale zu entleeren und die Platte zu trocknen. Sie wird hierzu etwas nach vorne geneigt und die Flüssigkeit mit einem, bis auf die vor der Platte befindliche Bodenfläche reichenden Heber abgezogen. An der Plattenkante entlang bleibt nachher immer noch eine Flüssigkeitswulst. Sie lässt sich leicht mit einem Streifen Fliesspapier beseitigen, den man, doch ohne dabei den Überzug zu berühren, an der Kante hinführt. Erst jetzt darf die Platte aus der Schale herausgenommen werden. Hierbei zeigt nun das Bromsilber, sobald es Gelatine enthält, die sonderbare Erscheinung, dass es sich beim Berühren mit dem Finger von der Berührungsfläche aus auf ungefähr 2 *cm* im Umkreise zurückzieht und wahrscheinlich die Entstehung von Oberflächenfehlern veranlasst. Die Platte soll daher beim Herausnehmen aus der Schale nur am Rande und an der unteren Fläche erfasst, ausserdem nach Möglichkeit horizontal gehalten werden. Sie ist liegend, an einem staubfreien Orte, am besten in einem Trockenschranke, wie er für Gelatineplatten benutzt wird, zu trocknen. Wenige Stunden genügen dazu. — Stehend trocknet die Platte weit schneller. Allein die Schicht zerreisst dabei leicht und schiebt sich stellenweise zusammen, auch kommt es vor, dass gröbere Partikel des Überzuges abwärts rollen und Furchen hinter-

lassen, die sich als durchsichtige, von intensiven Rändern umsäumte Linien im Negativ entwickeln.

V. Die trockene Platte.

a) Vor der Belichtung.

Beim Trocknen wird der Plattenüberzug für die optischen Strahlen merklich durchlässiger. Dies gilt besonders von gelatinehaltigem Bromsilber. Ich habe Platten gehabt, die im feuchten Zustande nur durchscheinend, nach dem Trocknen hingegen für die Strahlen meines Dunkelkammerlichtes (Stearinkerzenlicht durch dreifache Lage braunen Seidenpapiers filtrirt) vollständig durchsichtig waren.

Nach dem Trocknen haftet gelatinehaltiges Bromsilber sehr fest an der Platte, reines Bromsilber auf Gelatineüberzug schon weniger gut, besonders bei dicker Schicht, und reines Bromsilber auf blanker Glasfläche bildet einen so lockeren Überzug, dass seine Anwendung zur photographischen Aufnahme grossen Schwierigkeiten begegnet. Gleichwohl lassen sich auch seine Platten, nachdem sie einmal getrocknet worden sind, stehend im Wasserbade behandeln, was zur Beseitigung der im Plattenüberzuge zurückgebliebenen Kaliumverbindungen hier ebenso nöthig ist, wie bei den übrigen Präparaten.

Gegen mechanische Eindrücke ist der Überzug sehr empfindlich. Selbst das Abstäuben mit dem Pinsel verträgt er nicht ohne Nachtheil. Gegen senkrechten Druck ist er im Allgemeinen weniger empfänglich. Beim Schneiden mit dem Diamant kann man das Lineal direct auf die empfindliche Seite legen, ohne Verletzung der Schicht befürchten zu müssen. Bei noch stärkerem Drucke ändern manche Plattenüberzüge ihr Verhalten. Ich schliesse dies daraus, dass sie die mit einem weichen Gummistempel aufgedruckten Plattennummern stets intensiv schwarz entwickeln, während dasselbe Signirverfahren in allen anderen Fällen glasklare Ziffern liefert.

Die Farbe des Plattenüberzuges ist bei Bromsilber weiss mit einem Stich ins Gelbe, bei einem Gemisch aus Bromsilber (100 Theile) und Jodsilber (5 Theile) etwas gelblicher, bei gleichzeitig aus derselben Lösung gefälltem Bromsilber (100

Theile) und Jodsilber (5 Theile) citronengelb und bei 10 Theilen Jodsilber hell orangeleb.

Reines Silberhaloid gibt einen matten Überzug, gelatinehaltiges einen mattglänzenden. Bei Dunkelkammerlicht betrachtet, erscheint er gewöhnlich tadellos. Nur der Rand macht eine Ausnahme: er weist grössere und kleinere Streifen auf. Anders bei Tageslicht. Da bemerkt man nicht selten Schlieren, unregelmässige Ablagerungen des Niederschlages. Beim Entwickeln des Bildes erscheinen diese als intensive Flecke, sobald man gewisse Vorsichtsmassregeln ausser Acht lässt. Ausserdem enthält die Schicht, mag man bei ihrer Herstellung auch noch so sorgfältig zu Werke gegangen sein, kleine Staubtheilchen, die unter dem Mikroskop stören, ja zuweilen die Brauchbarkeit der Aufnahme gefährden. Zum Glück tritt dieser Fall nur dann ein, wenn das Linienbild, bei Anwendung sehr feiner und kurzer Spaltöffnung, mit Unreinigkeiten zusammenfällt und dadurch an Zuverlässigkeit einbüsst.

b) Die photochemische Färbung.

Meine Beobachtungen beschränken sich hier auf gelatinehaltige Schichten, und auch bei diesen nur auf einige in directem Sonnenlicht angestellte Versuche. Sonnenlicht gegenüber verhält sich der Plattenüberzug je nach seiner Zusammensetzung verschieden.

Bromsilber färbt sich anfänglich grünblau und geht, ohne grössere Intensität zu erlangen, in graublau über. Belichtet man nur einen Theil der Platte, so erscheint dieser von einer grünblauen Aureole umgeben, eine Folge der totalen Reflexion, der die Strahlen auf der Rückseite der Platte ausgesetzt sind. Ein Gemisch aus Brom- und Jodsilber färbt sich weit intensiver als reines Bromsilber. Es wird graublau und zeigt nur eine unbedeutende Aureole. Das gleichzeitig gefällte Bromjodsilber nimmt eine noch intensivere graublaue Farbe an und lässt gar keine Aureole erkennen.

c) Die photographische Färbung.

Die Färbung im Entwickler ist bei der ultraviolett empfindlichen Platte, wie allenthalben in der Photographie, vor den

photochemischen Färbung gänzlich verschieden. Die Entwicklung erfolgte nur mit Pyrogallus und Soda. Bei normaler Belichtung färbt sich der Bromsilberüberzug schwarzgrau, der Bromjodsilberüberzug schwarzbraun. Doch lassen sich beide bedingungsweise durch geeignete Abstimmung des Entwicklers noch dunkler und intensiver hervorrufen. Darüber später.

Belichtet man energisch, dann erscheint das Bild zuweilen hellbraun und ist dunkelbraun umsäumt. Steigert man die Lichtwirkung noch weiter — ich habe hiezu 25 *cm* Magnesiumband 1—2 *cm* vor der mit einem durchlöchernten Schirm bedeckten Platte abgebrannt — dann tritt Solarisation ein. Die belichtete Stelle erscheint durchsichtig, beinahe glasklar, inmitten einer umfangreichen Aureole. Besteht der Überzug aus gleichzeitig gefällttem Bromjodsilber — ich habe Platten versucht, die 5, 10, 20 Theile AgJ auf 100 Theile AgBr enthielten —, so solarisirt er nicht. Die belichtete Fläche ist dann intensiv geschwärzt und hebt sich markant von ihrer weit lichtdurchlässigeren Umgebung ab. Das war selbst noch der Fall, als ich die Belichtungsdauer verlängerte. Alle diese Versuche wurden mit gelatinehaltigen Platten angestellt. Ich habe darauf auch agar-agarhaltiges Bromsilber¹ untersucht und gefunden, dass dieses noch etwas früher als gelatinehaltiges solarisirt.

d) Das Entwickeln.

Es geschah einzig und allein mit Pyrogallus und Soda. Die Lösungen wurden nach Eder's Vorschrift² hergestellt.

¹ Es war aus einer Emulsion hergestellt worden, die 1 $\frac{0}{10}$ Aga.-Agar enthielt. Die Bereitung der Flüssigkeit zum Absetzen des Bromsilbers gelingt hier nicht ohne weiteres. Ausführliche Mittheilung hierüber behalte ich mir für später vor.

² Siehe Eder, »Die Photographie mit Bromsilbergelatine und Chlorsilbergelatine«, IV. Aufl., Halle, bei W. Knapp, 1890, S. 294:

»I. 100 *g* schwefligsaures Natron, krystallisirt, 500 *g* Wasser, 14 *g* Pyrogallol und 6 Tropfen Schwefelsäure, um die alkalische Reaction des Natriumsulfits theilweise zu neutralisiren. (s. S. 114.)

II. 50 *g* krystallisirtes kohlenaures Natron (von calcinirter, wasserfreier Soda nimmt man die Hälfte), 500 *g* Wasser.

Das schwefligsaure Natron wird in kaltem, destillirten Wasser mittelst Umschüttelns in circa 2 Minuten gelöst, dann Schwefelsäure und schliesslich

Der Entwickler darf nur in starkverdünnter Lösung angewandt werden. Anderenfalls bekommt die Platte Flecke und Schleier. Ich verwende je 1 Raumtheil Pyrogallus- und Soda-lösung, 3—6 Raumtheile gewöhnliches Wasser und etwas Bromkalium. Das Bild erscheint darin in 20—30 Secunden und ist in 2—3 Minuten fertig. Entwickelt man länger, so stellt sich ungeachtet der starken Verdünnung des Entwicklers, Schleier ein, zuweilen schon früher. Soll das Bild glasklar bleiben, dann muss die Platte, sobald die Verschleierung beginnt, sofort mit Wasser abgespült und bald nachher fixirt werden. Dieser Moment trat bei meinen Aufnahmen häufig schon nach 90- bis 100-secundenlangem Entwickeln ein. Ist das Bild in dieser Zeit noch nicht vollständig erschienen, so ist die Aufnahme bei entsprechend verlängerter Belichtungsdauer zu wiederholen. Nie aber wolle man das Fehlende durch forcirte Entwicklung zu erlangen suchen.

Nur bei Beobachtung dieser Vorsicht ist mit der ultraviolett empfindlichen Platte ein klares Bild zu erzielen.

Bei Spectralaufnahmen, die besonders zarte Zeichnung erfordern, insonderheit bei Auflösung dichtstehender Linien, befolge ich seit Kurzem ein etwas verändertes Entwicklungsverfahren. Ich richte mich dabei nicht mehr danach, was auf der Platte erscheint — das würde sich schon deshalb verbieten, weil die Linien wegen ihrer ungewöhnlichen Feinheit beim Entwickeln nicht zu erkennen sind —, sondern lasse die Platte eine gewisse Zeit, die ich nach Erfahrung abmesse, im Entwicklerbade. Allerdings komme ich dabei nie mit einer einzelnen Aufnahme aus. Gewöhnlich genügt das erste Negativ, das ich auf diese Weise erhalte, noch nicht, da seine Linien meist zu breit und nahestehende Linien noch gar nicht oder nur unvollständig getrennt sind. In solchem Falle wiederhole ich die Aufnahme. Während ich aber dabei an der ursprünglichen Belichtungsdauer unverändert festhalte, kürze ich die Entwicklung um einige Secunden ab. Auf diese Weise erlange

das Pyrogallol zugesetzt, das sich fast momentan löst; ebenso löst sich das kohlen-saure Natron bald in dem kalten destillirten Wasser. «

ich, manchmal allerdings erst nach einer dritten oder vierten Aufnahme, Linienbilder von einer Feinheit, wie ich sie mit gewöhnlicher Entwicklung nie erhalte. Dieses Verfahren ist etwas zeitraubend, allein die Schönheit der resultirenden Negative lohnt den grösseren Aufwand an Zeit und Mühe in reichlichem Masse.

Der Schleier der Platte kann durch Bromkalium zurückgehalten werden. Doch ist dabei Vorsicht nöthig: Bromkalium übt einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Silberpartikel aus, die das Negativ ausmachen, auf das sogenannte Korn der Platte. Ich nehme 5 bis 10 Tropfen Bromkalium (1 : 10) auf 60—180 cm^3 Wasser, 20 cm^3 Pyrogallus und 20 cm^3 Soda.

Bei Gelatineemulsion nimmt man an, dass das Korn der Emulsion dem Korne des Bildes an Grösse gleiche. Wenn das schon bei dieser nicht in aller Strenge zutrifft, wie die mikroskopische Prüfung lehrt, so ist es bei ultravioletttempfindlichen Platten noch weniger der Fall.

Das Negativkorn der ultravioletttempfindlichen Platte ist in den meisten Fällen eine Vereinigung von mehreren, manchmal sogar von sehr vielen Emulsionskörnern, die zusammen einen schwarzbraunen Klumpen von verschiedener Form und Grösse bilden. Die Grösse dieses Klumpens hängt von der Beschaffenheit des Plattenüberzuges und von der Zusammensetzung des Entwicklers ab. Sie wird durch Jodsilber begünstigt, mehr noch durch Bromkalium im Entwickler. Im Allgemeinen gibt Bromjodsilber im bromkaliumhaltigen Entwickler das grössere Negativkorn, Bromsilber in bromkaliumfreiem Entwickler das feinere.

Wie sehr die Grösse des Kornes zuweilen vom Bromkalium abhängig ist, zeigt folgender ungewöhnliche Fall. Ich schnitt eine Bromjodplatte in drei Theile und entwickelte, ohne vorher belichtet zu haben, den ersten Theil ohne Bromkalium, den zweiten mit einer kleinen Menge Bromkalium, den letzten mit fünfmal soviel, und jeden so lange, bis sich kräftiger Schleier einstellte. Die drei Platten zeigen auf glasklarem Grunde der Reihe nach 0·02 mm , 0·14 mm , 0·27 mm grosses Negativkorn, daneben allerdings auch viele kleinere Körner. Alle diese

Körner haben die Gestalt einer Scheibe, und ihr gegenseitiger Abstand wächst mit ihrem Durchmesser. Diese Platten, insbesondere die grobkörnigen, machen ganz den Eindruck, als ob das Bromsilber, das vorher den glasklaren Plattengrund bedeckte, zur Bildung der grossen Klumpen verwendet worden sei. Ob und inwieweit die Löslichkeit des Bromsilbers in Bromkalium an der Kornvergrösserung betheiligt gewesen ist, muss ich dahingestellt lassen, da ich mich nicht weiter mit diesem Gegenstand beschäftigt habe.

Auf die Gestaltung des meistentheils eckigen oder scheibenförmigen Negativkornes scheint die Gelatine nicht ohne Einfluss zu sein, denn agar-agarhaltiges Bromsilber gab mir grobe, moosförmige Gebilde.

Die Grösse des Negativkornes einer mit bromkaliumhaltigem Entwickler hervorgerufenen Bromjodplatte hängt ferner von der Art der Ursache ab, die den Zerfall des entwicklungsfähigen Silberhaloides einleitete. Unbelichtet gibt die bis zur Verschleierung (chemischer Schleier) entwickelte Platte das grösste Korn, belichtet das feinste, mitten darinnen steht das Korn, das die einem mässigen Druck ausgesetzte, lichtempfindliche Schicht entwickelt.

Unterlässt man es, die Platte nach dem ersten Trocknen zu waschen, dann führt sie stets eine kleine Menge Bromkalium aus der Silberflüssigkeit mit sich, daneben freilich auch Kaliumnitrat. In diesem Falle treten mehr oder weniger beim Entwickeln die Erscheinungen auf, die sonst dem Bromkaliumzusatz folgen. Wie sich Kaliumnitrat beim Hervorrufen verhält, habe ich nicht untersucht. Freies Jodkalium hat man in der lichtempfindlichen Schicht nicht zu befürchten, da es beim Fällen der Silberhaloide vollständig in Jodsilber und Kaliumnitrat umgesetzt wird, ehe sich Bromsilber ausscheiden kann.

Versetzt man den Entwickler mit Jodkalium, dann erscheint das Bild überraschend schnell, doch selten ohne Schleier. Unterbricht man die Entwicklung nicht rechtzeitig, dann wächst der Schleier, bis das Bild in der Aufsicht verschwindet, obgleich es seiner ungewöhnlichen Intensität halber in der Durchsicht noch gut sichtbar bleibt. In den meisten Fällen beginnt der Schleier am Rande der Platte

so dass die Plattenmitte auch nach dem Fixiren durchsichtiger ist.

Die Schnelligkeit, mit der das Bild erscheint, und seine grosse Intensität, derenzufolge im Entwickler mehr Details als auf einer minder intensiven Platte sichtbar sind, verleiteten mich anfänglich zu der Annahme, dass Jodkalium eine nennenswerthe Abkürzung der Belichtungszeit zulasse. Vergleichsaufnahmen zeigten aber, dass dieser Gewinn mässig ist. Von grösserer Bedeutung ist die Steigerung der Intensität. Allein die mit Jodkalium entwickelten Linien haben so unsaubere Ränder, dass sie zu scharfen Ausmessungen weniger geeignet sind. Ihr Korn ist vergrössert und, zum Theil schon des verschleierte Plattengrundes halber, nie scharf umgrenzt. Im anderen Falle liessen sich Platten, denen es an Intensität fehlt, die unter dem Mikroskop zu durchsichtig sind, als dass sie sichere Einstellung gestatteten, durch Entwicklung mit KJ ihrem Zweck besser anpassen, als es gegenwärtig möglich ist.

Der Jodkaliumzusatz zum Entwickler darf nur sehr klein sein, wenn sich die Platte nicht in wenig Secunden mit einem so dicken Schleier bedecken soll, dass vom Bilde höchstens die hellsten Lichte wahrnehmbar bleiben. Ich verwende eine Lösung von 1 100 und nehme davon auf je 3 cm^3 Pyrogalluslösung 1—2 Tropfen.

Bromkalium hemmt die Schleierwirkung des Jodkaliums, doch nur mässig. Mit 6 Tropfen KBr (1 20) auf 3 cm^3 Pyrogallus vermochte ich den Schleier, wie er einem Tropfen KJ (1 100) folgt, nur schwach zurückzuhalten.

Chlorkalium mindert den Schleier, doch auch die Empfindlichkeit und Intensität. Die Nachtheile überwiegen leider die Vortheile. So wenigstens bei Bromsilber, worauf sich meine Beobachtungen in diesem Falle allein beziehen. (Einmaliger Versuch.)

Gelatinehaltiger Entwickler führt zu einem feinkörnigen Bilde, hemmt auch die Schleierbildung. Gegen das Ende der Entwicklung kann man Bromkalium zusetzen, ohne Kornvergrösserung befürchten zu müssen. Ist das Bromkalium von Anfang an zugegen, dann erlangt das Bild grössere Klarheit, kommt aber langsam heraus. Enthält die Platte Jodsilber, so

wächst das Korn unter dem Einflusse des KBr. — Mein Entwickler enthielt auf 3 cm^3 Pyrogallus 2 cm^3 Gelatinelösung (1:50). (Einmaliger Versuch.)

Ammoniak, als Vorbad angewandt, erhöht die Empfindlichkeit und Intensität des Bromsilbers. Die Linien werden klarer, der Plattengrund lichter, obschon er grössere Flecken als ungebadet zeigt. Wesentlichen Nutzen gewährt diese Art des Sensibilisirens nicht, da das Baden (15 Minuten in 150 cm^3 Wasser und 1 cm^3 Ammoniak) und das darauffolgende Trocknen ziemlich zeitraubend sind. (Einmaliger Versuch.)

Das Gesamtergebnis meiner Entwicklungsversuche kann ich dahin zusammenfassen, dass starkverdünntem Entwickler mit wenig Bromkalium, bei reichlicher Expositions-, aber kurzer Hervorrufungsdauer allenthalben der Vorzug gebührt.

e) Das Fixiren.

Es geschieht in einer Lösung von Fixirnatron (1:4) und geht weit schneller von statten als bei der gewöhnlichen Trockenplatte. Meine kleinen Platten zur Photographie des Spectrums in gasverdünntem Raume fixiren schon in wenigen Secunden. Nur wenn sie Jodsilber enthalten, sind Minuten dazu erforderlich. Jodbromsilberplatten sollten immer horizontal und mit der Bildseite nach unten im Fixirer liegen, damit die silberhaltige Lösung rasch zu Boden sinken und frischer, wirksamere Platz machen könnte. Dieser Forderung entsprechen in ausgezeichnete Weise Abdampfschalen, die, passende Grösse vorausgesetzt, noch den Vortheil bieten, dass die Platte, wie sie auch liegen möge, nur an den Ecken und Kanten, nie aber auf der Bildfläche mit der Schale in Berührung kommen kann, sich auch ohne Schädigung sicher erfassen und aus dem Bade nehmen lässt, ein bei sehr kleinen Formaten nicht zu unterschätzender Vortheil. Ich wende gern zwei Bäder an, das zweite zum Nachfixiren. Das nachfixirte Negativ braucht nicht so gründlich ausgewaschen zu werden und hält sich besser. Nach einigem Gebrauch arbeitet das Bad langsamer, besonders beim Fixiren jodhaltiger Schichten. In diesem Falle ist es zu erneuern.

Platten ohne Bindemittel verlangen, wenn das Bild nicht davonschwimmen soll, sehr vorsichtige Behandlung. Hier muss natürlich die Bildseite nach oben liegen. Hat sich alles Bromsilber gelöst, dann saugt man die Fixage am besten mit einem Heber ab. Die Schale darf nicht bewegt, höchstens zuletzt etwas geneigt werden, was zum Abfließen des auf der Platte verbliebenen Flüssigkeitsrestes zweckmässig ist. Die gleiche Vorsicht ist bei dem darauffolgenden Auswässern nothwendig. Wo es zulässig ist, kann man solche Schichten nach dem Entwickeln durch ein Gelatinebad befestigen. Dadurch wird das Fixiren wesentlich erleichtert.

f) Das Auswässern nach dem Entwickeln und nach dem Fixiren.

Hat die Platte einen Gelatineüberzug und ist zugleich das Bromsilber gelatinehaltig, dann verträgt sie einen ziemlich kräftigen Wasserstrahl ohne jeden Nachtheil. In jedem Falle kann sie unbedenklich in flott fliessendem Wasser gewaschen werden. Grössere Vorsicht ist nöthig, wenn der Gelatineüberzug fehlt, oder wenn das Bromsilber keine Gelatine enthält, zumal wenn es in dicker Schicht vorhanden ist. Hier ist stehendes Wasser vorzuziehen. Im Allgemeinen sitzt der Überzug fester, als man denken sollte.

Nach dem Entwickeln wässere ich nur wenige Secunden, und wo es sich um plötzliche Unterbrechung der Entwicklung handelt, tauche ich die Platte ungewaschen in die Fixage. Die fixirte Platte halte ich 1—2 Minuten in den Wasserstrahl. Das genügt vollständig, um das Fixirnatron zu beseitigen. Grössere Formate — ich arbeite nur mit sehr kleinen — werden etwas mehr Zeit beanspruchen. Auf Fliesspapier trocknen meine Plättchen in 2—3 Minuten. Das sich kurz nach dem Aufstellen am unteren Rande ansammelnde Wasser geht nur zum Theil in das Fliesspapier über. Den Rest schleudere ich ab oder lasse ihn von einem Streifen Fliesspapier aufsaugen, den ich am Plattenrande entlangführe.

Man hüte sich, die Bildseite mit dem Finger oder sonst wie zu berühren, so lange sie noch nass ist. Denn so widerstands-

fähig wie sie sich auch dem Wasserstrahle gegenüber erweist, so verletzlich ist sie doch in diesem Falle.

Soll die Platte recht rasch trocknen, was zur besseren Beurtheilung der Bildschärfe beim Focussiren erwünscht ist, dann halte ich sie gleich nach dem Abschleudern des Wassers in nächste Nähe des heissen Ofens oder des Lampencylinders. Ein Schmelzen der Schicht, wie bei Gelatineemulsion, hat man hier nicht zu befürchten.

g) Das Negativbild.

Es bildet ein glanzloses Relief von schwarzgrauer oder schwarzbrauner Farbe. Beim Berühren mit dem Finger, noch mehr mit einem harten Gegenstande, wird es silberglänzend. Schon beim Abstäuben mit einem weichen Pinsel bekommt es häufig silberblinkende Linien. Enthält das Bromsilber keine Gelatine, dann ist die Bildfläche noch weit empfindlicher und die Anwendung des Pinsels zum Abstäuben ganz ausgeschlossen.¹ Durch einen Überzug aus Lack oder Gelatine lässt sich das Bild widerstandsfähiger machen, doch nicht ohne zugleich die Schärfe zu mindern. Das gilt wenigstens von Linienspectren. Die Verhältnisse liegen hier anders als bei der gewöhnlichen Trockenplatte: bei ihr befindet sich das Bild in der Gelatineschicht, bei der neuen Platte erscheint es gleichsam als ein Silberstäbchen auf dem Gelatineüberzug. Die Silberpartikel, die dieses Stäbchen ausmachen, liegen bei den besseren meiner Aufnahmen dicht auf- und nebeneinander. Daher auch deren ausgezeichnete Schärfe unter dem Mikroskop. Sobald nun Lack über die Stäbchen läuft, bildet sich eine Wulst, die selbstverständlich auf die Definition des Liniensrandes, worauf es ja ankommt, nicht ohne nachtheiligen Einfluss bleiben kann.

h) Die Verstärkung.

Feinkörnigen Platten fehlt es zuweilen an Intensität. In diesem Falle sind sie zu verstärken. Ich hoffte anfänglich die

¹ Die Silberschicht auf gelatineüberzogener Platte gibt, mit dem Polirstahl bearbeitet, schon nach wenigen Strichen eine silberglänzende Fläche, die sich so widerstandsfähig erweist, dass sie mit Leder und Pariser Roth bis zum Hochglanz polirt werden kann.

Silberverstärkung mit Vortheil anwenden zu können. Die Versuche damit haben aber meinen Erwartungen nicht entsprochen. Dagegen habe ich durch Baden der Platte in Quecksilberchlorid (1:50), gründliches Waschen, nachfolgende Behandlung mit verdünntem Ammoniak (1:10) und abermaliges Waschen zufriedenstellende Ergebnisse erlangt.

Im Allgemeinen ist die Verstärkung bei Spectronegativen nicht zu empfehlen, weil sie mehr oder weniger ihren ursprünglichen Charakter und an Sauberkeit einbüßen. Das Bild sollte jederzeit die erforderliche Dichtigkeit mit aus dem Entwickler bringen.

i) Die Lichtempfindlichkeit.

Es liegen mir zur Zeit nur wenige Beobachtungen darüber vor. Zur eingehenden Behandlung dieses Gegenstandes fehlte mir bis vor Kurzem der nöthige Vacuumapparat. Was von meinen Ergebnissen für diesen Bericht von Belang ist, gebe ich nachstehend.

Bromsilber wird, wie bereits hervorgehoben wurde, durch Jodsilber und Gelatine lichtempfindlicher. Dasselbe tritt ein, wenn es sich auf Gelatine absetzt, wenn also das Bromsilberkorn nur einseitig von Gelatine berührt wird. Seine Empfindlichkeit erfährt hierdurch eine beträchtliche Steigerung.

Ich überzog blanke Glasplatten halbseitig mit Gelatine und liess Bromsilber in der vorgenannten Weise darauf absetzen. Die eine Hälfte dieses Plattenüberzuges bestand alsdann aus einem mit Bromsilber überzogenen Gelatinehäutchen, die andere aus Bromsilber allein. Beide Hälften berührten sich in einer geraden Linie, die bei Aufnahme des Spectrums das Wirkungsband der Länge nach halbirte. Jede Belichtung lieferte zwei den Hälften des Überzuges entsprechende vollständige Spectra. Dem Sonnenspectrum exponirt, erwies sich die Gelatinehälfte sicher vier- bis fünfmal so empfindlich als die Glashälfte.¹

¹ Enthält der nasse Gelatineüberzug Blasen, dann tritt, wenn sie zerplatzen, die blanke Glasfläche zu Tage, und das sich darauf ablagernde Bromsilber bleibt in Folge verminderter Empfindlichkeit in der Entwicklung zurück und veranlasst die Bildung heller Punkte und kreisförmiger Flecke. Gelatinehaltiges Bromsilber zeigt diesen Übelstand nicht.

Diese Aufnahmen wurden wiederholt mit Bromsilber, das in Gegenwart von Ammoniak und mit anderem, das aus gelatinehaltiger Lösung gefällt worden war. Auch wurde auf die Dicke der Bromsilberschicht Rücksicht genommen. Bei dem mit Ammoniak behandelten Bromsilber trat wieder derselbe Unterschied der Plattenhälften zu Tage wie vorher, bei dem gelatinehaltigen hingegen blieb der Gelatineüberzug, wie zu erwarten war, wirkungslos. Die Erklärung dafür liegt nahe: das Bromsilber ist hier von Gelatine durchsetzt und umhüllt und dadurch die Sensibilisirung so umfangreich, dass die weit schwächere Wirkung des Gelatinehäutchens der Platte ohne sichtbaren Einfluss bleibt. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei gelatinefreiem Bromsilber, sobald es in dicker Schicht zur Belichtung gelangt. Wesshalb ist ebenfalls leicht einzusehen: die photochemische Wirkung der Lichtstrahlen erstreckt sich in diesem Falle nur auf den oberen Theil der Schicht, der nicht, wie die direct auf den Plattenüberzug abgelagerten Bromsilberpartikel, unter dem brombindenden Einfluss (H. W. Vogel) der Gelatine stehen. Und in diesem Falle müssen sich die beiden Hälften ganz gleich verhalten.

Dem Sonnenlicht gegenüber ist die neue Platte wenig empfindlich. In einer Seehöhe von 120 *m* (Beobachtungsort Leipzig) erreichte ich mit ihr bei Junisonne die Wellenlänge 293·97 $\mu\mu$, mit hochempfindlicher Trockenplatte unter denselben Aufnahmebedingungen schon im dritten Theil der Expositionsdauer die Wellenlänge 293·70 $\mu\mu$.¹

Bei so anhaltender Belichtung (40 Minuten), wie hierzu nöthig war, bricht das Spectrum der ultraviolett empfindlichen Platte als undurchsichtiges Wirkungsband scharf bei der Wellenlänge 297·38 $\mu\mu$ ab, und läuft von da an in klaren Linien auf schleierfreiem Plattengrunde bis zur Wellenlänge 293·97 $\mu\mu$ weiter. Dieser glasklare Grund in der Umgebung des brech-

¹ Beide Linien gehören bereits der von Herrn Oskar S i m o n y entdeckten Verlängerung des ultravioletten Sonnenspectrums an. Ihre Wellenlängen entnehme ich der nach S i m o n y'schen Originalphotogrammen von Herrn A. C o r n u in den Comptes rendus (t. CXI, Sitzung vom 22. December 1890) veröffentlichten Zeichnung dieses sich bis zur Wellenlänge 292·22 $\mu\mu$ erstreckenden Spectralbezirkes.

barsten Sonnenultraviolett ist ein Vorzug der neuen Platte. Unter gleichen Umständen gibt die gewöhnliche Platte dicken Schleier, worin die brechbarsten Linien zuerst an Deutlichkeit verlieren, und wenn man sie durch fortgesetzte Belichtung schärfer zu photographiren versucht, sogar ganz verschwinden. Die Beobachtung des brechbarsten Sonnenlichtes wird durch diesen Übelstand der gewöhnlichen Platte beträchtlich erschwert. Und gleichwohl verdient sie wegen ihrer grösseren Empfindlichkeit hiebei immer noch den Vorzug.

Die neue Platte kann nur dort in Frage kommen, wo sie sich durch Intensität und Empfindlichkeit zugleich auszeichnet. Das ist erst von der Wellenlänge $220 \mu\mu$ an der Fall. Von hier an steigt ihre Empfindlichkeit. Doch ist ihre grössere Leistungsfähigkeit mehr auf ihre ungewöhnliche Intensität und auf den Umstand gegründet, dass sie, infolge ihrer geringen Empfindlichkeit für die minderabgelenkten Strahlen, unbehindert lange belichtet werden kann, ohne, wie es die gewöhnliche Trockenplatte thut, dick zu verschleiern. Die Ursache dieses Schleiers ist das aus dem Innern des Prismas und der Linsen des Spectralapparates stammende zerstreute Licht, das der Hauptsache nach aus den Strahlen besteht, wofür Bromsilbergelatineemulsion vielmal empfindlicher ist als reines Bromsilber.

Nachdem die Gelatine meine Aufnahmen der minderabgelenkten Strahlen des neuen Spectralgebietes so sichtlich begünstigt hatte, lag keine Veranlassung vor, sie bei Erschliessung des übrigen Spectrums bis zur Wellenlänge $100 \mu\mu$ fallen zu lassen. Erst an der Wirkungsgrenze der angewandten Platte erregte ihre Gegenwart mein Bedenken. Die Umstände haben mir leider bisher nicht gestattet, der Lösung dieser Frage näher zu treten. Über das Verhalten des reinen Bromsilbers gegenüber der Wellenlänge $100 \mu\mu$ soll erst die Fortsetzung meiner Plattenversuche Aufschluss geben, die, wie die folgende Überlegung zeigt, nicht ohne Aussicht auf Erfolg ist.

Berücksichtigt man nämlich, dass Gelatine schon in einer Dicke von nur $0\cdot00004 \text{ mm}$ die Strahlen der Wellenlänge $185\cdot2 \mu\mu$ empfindlich schwächt, und dass sie wahrscheinlich in noch viel dünnerer Schicht bei der Wellenlänge $182\cdot0 \mu\mu$ alle photographische Wirkung der gewöhnlichen Trockenplatte

aufhebt, dass anderseits der Verlauf ihrer Absorptionscurve zwischen $220 \mu\mu$ und $182 \mu\mu$ auf keine Zunahme, wohl aber auf eine Verminderung ihrer Durchlässigkeit für die Strahlen des stärker abgelenkten Nachbargebietes schliessen lässt, so muss es fast überraschen, dass die Aufnahme des umfangreichen Gebietes der kleinsten Wellenlängen, wie ich mir den zwischen $185 \cdot 2 \mu\mu$ und $100 \mu\mu$ liegenden Spectrumtheil zu bezeichnen erlaubt habe, in Gegenwart von Gelatine ausführbar ist. Eine Erklärung hiefür dürfte allein in dem sensibilisirenden Einfluss der Gelatine zu finden sein, der möglicherweise im Wettstreit mit der Absorption die Oberhand behält und erst dort unterliegt, wo der Wirkungsbereich der neuen Platte endet.

Unter solchen Umständen lässt sich erwarten, dass die Erschliessung des unbekanntes Strahlengebietes jenseits der Wellenlänge $100 \mu\mu$ dem reinen Silberhaloid vorbehalten ist. Doch wird die Gelatine auch hiebei kaum entbehrlich sein, da sie als Unterguss angewandt, das einzige zulässige Mittel zur Steigerung der Empfindlichkeit bildet.

k) Die Haltbarkeit der Platte.

Ich habe in verschiedener Weise hergestellte Platten Jahr und Tag aufbewahrt, um sie von Zeit zu Zeit auf ihre Haltbarkeit zu prüfen. Sie lagen unverpackt in einem lichtdichten Schranke. Gegen den Einfluss der Atmosphärien waren sie sonach nicht geschützt. Nach meinen an Gelatineemulsion gemachten Erfahrungen befürchtete ich, dass sich alsbald Unregelmässigkeiten an ihrem Überzuge, vor allem grösserer Schleier am Rande, stärkeres Hervortreten der Oberflächenfehler einstellen würde. Aufnahmen damit haben jedoch das Gegentheil gelehrt. Die Platten arbeiteten nach dem Aufbewahren eher reiner als kurz nach ihrer Herstellung; einzelne Sorten waren auch empfindlicher geworden. Vergleichende Versuche mit dem Sensitometer fehlen mir noch. Meine Erfahrung gründet sich allein auf die photographische Aufnahme der neuen Strahlen jenseits $185 \mu\mu$. Hiernach ist die neue Platte ebenso haltbar wie die gewöhnliche Trockenplatte. Verglichen mit solchen, die mit Silberoxydammoniakemulsion überzogen sind, erweist sie sich sogar vielmal haltbarer.

Über die Verwendung der ultravioletteempfindlichen Platte.

Die Platte war von Haus aus zur Photographie des Spectrums bestimmt. Dazu hat sie auch bisher allein gedient. Was sie leistet, geht aus den vorstehenden Mittheilungen, noch mehr aus meinem früheren Bericht hervor, doch nicht minder, was ihr noch fehlt. Ich habe ihre Licht- und Schattenseiten ebenmässig hervorgehoben. Denn ich möchte nicht mehr versprochen haben, als sie zuverlässig zu bieten vermag. Enttäuschungen bei ihrer Verwendung halte ich darum für gänzlich ausgeschlossen.

Als Massstab für ihre gegenwärtige Leistungsfähigkeit können die Spectra 11 und 12 (Taf. V) des eben genannten Berichtes¹ angesehen werden. Doch ist dabei zu berücksichtigen, dass die Definition dieser Spectra durch Krystallfehler des angewandten Flussspathprismas gelitten hat, so dass dieselbe Platte, dem Beugungsspectrum exponirt, ein klareres Bild gegeben hätte. Den Beweis hierfür haben meine mehr als 300mal vergrösserten Gitteraufnahmen der Strahlen $162 \mu\mu$ geliefert.

Die Schärfe meiner Aufnahmen hat hie und da zu dem Glauben verleitet, dass die neue Platte der Astrophotographie Vortheile gewähren könne. Hierauf gerichtete Bestrebungen dürften jedoch zwei bedenklichen Hindernissen begegnen: dem Mangel an Empfindlichkeit und der Bildung scheibenförmigen Negativkornes.

Für die Lichtstrahlen, womit es die Astrophotographie zu thun hat, ist die bisher benutzte Platte mehrmals empfindlicher als die neue. An eine Verwendung dieser wäre demnach nur bei entsprechend verlängerter Belichtung zu denken. Die Astrophotographie braucht aber das gerade Gegentheil: Verkürzung der Belichtungsdauer. Ferner das von chemischem Schleier herrührende, scheibenförmige Negativkorn, wovon bereits vorhin ausführlich die Rede war. Es ist dem Bilde eines Sternes so ähnlich, dass z. B. einzelne meiner Platten ganz das Aussehen einer Aufnahme des gestirnten Himmels haben. Unter

¹ Siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abth. II. a.: »Über die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen«, II. Theil, mit 5 Tafeln und 5 Textfiguren. S. 625—694. (1893)

solchen Umständen wären bei Sternaufnahmen Irrthümer kaum zu vermeiden. Denn auch die Vorsichtsmassregeln, die man bisher zum Kennzeichen der Plattenfehler angewandt hat, würden, weil das genannte Korn häufig sehr zahlreich auftritt, nicht zu dem gewünschten Erfolge führen. Beide Übelstände überwiegen aber den Vortheil der grösseren Bildschärfe in so fühlbarem Maasse, dass die neue Platte der Astrophotographie nicht empfohlen werden kann.

Und der Berufsphotographie? Noch weniger. Das einzige, wozu sie hier Verwendung finden könnte, wären Strichreproductionen. Die vortreffliche Schärfe, womit sie lineare Gebilde wiedergibt, ihre absolute Undurchsichtigkeit, würden ihr hiezu gewiss den ersten Rang sichern, wenn die Herstellung tadelloser Plattenüberzüge von grösserem Umfange nicht nur bedeutenden Schwierigkeiten begegnete, sondern auch zu zeitraubend und kostspielig wäre, um rentiren zu können.

Zur Landschafts- und Portraitphotographie, obgleich ich sie hiezu noch nicht benutzt habe, ist sie aus den eben genannten Gründen, aber mehr noch des Mangels an Halbtönen halber, ganz unbrauchbar.

Sie entspricht vorläufig nur ihrer ursprünglichen Bestimmung: der Beobachtung der Lichtstrahlen jenseits der Wellenlänge $220 \mu\mu$. Hiefür aber ist sie gegenwärtig noch unersetzlich.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [102_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Schumann Victor

Artikel/Article: [Über ein neues Verfahren zur Herstellung ultraviolett empfindlicher Platten. 994-1024](#)