

des Flugstaubes sind, desto größere Flugstaubanlagen nötig seien. Man verspreche sich nicht viel von langen, engen Kanälen, in denen der Rauch mit großer Geschwindigkeit durchziehen muß, aber ebenso nicht von großen leeren Kammern, in denen sich wohl ein sandförmiger, also körniger, schwerer Flugstaub ablager, aber nur wenig von den bei weitem wertvolleren, verflüchtigten, im Gase suspendierten Stoffen, besonders den Metallen und ihren Verbindungen. Eine Flugstaubkondensation, die Tausende von Kubikmetern Fassungsraum besitzt, kann unter Umständen viel schlechter wirken, als eine die kaum ein Viertel so groß ist. Man urteile bei einer Flugstaubgewinnungsanlage nicht nach den Kubikmetern Fassungsraum, sondern nach den gebotenen Quadratmetern Kondensationsfläche.

[A. 137.]

Kritische Bemerkungen zu dem Vorschlag von Dr. P. Kraus: Maßstäbliche Bemessung der Lichtwirkung auf Farbstoffe nach „Bleichstunden“¹⁾.

VON KURT GEBHARD.

(Eingeg. 25. 7. 1911.)

Als ich im letzten Jahre auf der Hauptversammlung des Vereins in München die Unzulänglichkeit der jetzigen Lichtechtheitsprüfung begründete²⁾ und die Konsequenzen zog, in welcher Richtung zur Erzielung einer einheitlichen und zuverlässigen Prüfungsmethode vorgegangen werden muß, erhob sich von einigen Seiten ein Sturm der Entrüstung, der aber das Gute im Gefolge hatte, daß von neuem die Frage in der Fachpresse eingehend erörtert wurde³⁾. Nun hat P. Kraus in dieser Z. den Vorschlag gemacht, die Lichtwirkung auf Farbstoffe nach „Bleichstunden“ zu bemessen. Dieser Methode haften aber außer praktischen Schwierigkeiten prinzipielle Fehler an, die im folgenden kurz skizziert werden sollen.

1. Verschiedentlich habe ich darauf aufmerksam gemacht⁴⁾, daß die Stärke des Verschleißen eines Farbstoffes bei Tageslicht nicht im Vergleich mit einem anderen beurteilt werden kann, denn zwei unter bestimmten Bedingungen gleich lichtechte Farbstoffe können je nach der Beleuchtung und der umgebenden Atmosphäre eine ganz verschiedene Echtheit zeigen, eine Tatsache, die auch darin zum Ausdruck kommt, daß mit Belichtungsversuchen beschäftigte Coloristen stets erklären, man erhielte nie zwei Belichtungen desselben Farbstoffes gleichmäßig, geschweige denn das Verhältnis verschiedener Farbstoffe untereinander.

a. *Beleuchtung*. Wie verschieden nicht nur die Zusammensetzung des diffusen Tageslichtes von derjenigen der Sonne, sondern auch die des Tageslichtes und der Sonne zu verschiedenen Zeiten ist, wurde erst in neuerer Zeit in weiteren Kreisen durch

die Farbenphotographie bekannt⁵⁾. Unser Auge empfindet wohl, daß der Ton des Lichtes häufig verschieden ist, aber es kommt uns nur ausnahmsweise zum Bewußtsein, daß jeder Farbenwert verändert ist; dagegen zeigt uns die Farbenplatte ganz scharf, welche Unterschiede in der Strahlenmischung vorhanden sind. Da nun die Farbenplatte diese die Zusammensetzung des Lichtes analysierende Fähigkeit nur der selektiven Lichtabsorption der auf der Platte befindlichen Farbstoffe verdankt, so ist es verständlich, daß die Farbstoffe auch bei ihrer eigenen photochemischen Veränderung⁶⁾ in hohem Maße von der jeweiligen Beleuchtung abhängig sind. Einerseits entsteht nämlich der Eindruck „Farbe“ bei einer Verbindung infolge von selektiver Absorption bestimmter Komplexe und Bindungsverhältnisse, andererseits werden gerade diese Gruppen infolge der durch die Lichtabsorption zugeführten Energie reaktionsfähiger, wodurch ihre Vereinigung mit Sauerstoff, welche zur Vernichtung des Farbstoffes führt⁷⁾, ermöglicht wird. Je nachdem nun die eine oder die andere Gruppe empfindlicher gegen den Angriff des Sauerstoffes ist und bei der gegebenen Beleuchtung stärker oder schwächer absorbiert, kann schon ein und derselbe Farbstoff bei wechselnder Beleuchtung eine ganz verschiedene Lichtechtheit zeigen. In noch höherem Maße macht sich dieses verschiedene Verhalten natürlich beim Vergleich verschiedener Farbstoffe geltend. Kommt nun auch jedem Farbstoff sein ihm eigentümliches von seiner Konstitution abhängiges Absorptionsspektrum zu, so lassen sich die Farbstoffe doch in ihrer Abhängigkeit von der Beleuchtung annäherungsweise in drei Klassen einteilen:

a) Farbstoffe, welche hauptsächlich im langwelligen Teil des Spektrums (rot-blaugrün) absorbieren, also gegen diese Strahlen empfindlich sind.

b) Farbstoffe, welche vornehmlich im kurzwelligen Teil des Spektrums (blau-ultraviolett) absorbieren.

c) Farbstoffe, welche ziemlich gleichmäßig im langwelligen und kurzwelligen Teil des Spektrums absorbieren.

Da nur die Strahlen chemisch wirksam sind, welche absorbiert werden, so ist es einleuchtend, daß sich zwei Farbstoffe, welche z. B. Klasse a und b angehören, besonders bei wechselnder Beleuchtung nicht vergleichen lassen. Handelt es sich z. B. bei der Beleuchtung hauptsächlich um vom blauen Himmel reflektiertes Licht, welches arm an gelben und roten Strahlen ist, so wird ein Farbstoff der Klasse b sehr lichtecht sein, während gleichzeitig ein Farbstoff der Klasse a schnell ausbleicht, während im Sonnenlicht, welches sehr reich an gelben und roten Strahlen ist, das Verhältnis umgekehrt liegen kann. Gehört im vorliegenden Falle der Vergleichstyp Klasse a und der zu prüfende Farbstoff

⁵⁾ Phot. Rundschau 25, 156 (1911).

⁶⁾ Übrigens wird von verschiedenen Seiten die Ansicht vertreten, daß die sensibilisierenden Eigenschaften eines Farbstoffes auf die photographische Platte mit seiner eigenen Lichtempfindlichkeit im Zusammenhang stehen, da die als Sensibilisatoren geeigneten Farbstoffe sehr lichtempfindlich sind.

⁷⁾ Diese Z. 23, 820 (1910); Lehn's Färber-Ztg. 21, 253 (1910).

¹⁾ Diese Z. 24, 1302 (1911).

²⁾ Vgl. auch Lehn's Färber-Ztg. 22, 6, 26, 211 (1911).

³⁾ Hauptsächlich in Lehn's Färber-Ztg. 1911; vgl. auch Chem.-Ztg. 1911, 8, 741.

⁴⁾ Phot. Rundschau 1911, 4; Lehn's Färber-Ztg. 22, 211 (1911).

Klasse b an, so wird man also ein ganz unzutreffendes Bild erhalten. Interessante Beobachtungen wurden in dieser Hinsicht bei den Versuche, Quecksilberdampflampen für Beleuchtungsversuche einzuführen, gemacht (so war z. B. das sonst sehr lichtempfindliche Rhodamin bei Quecksilberlicht sehr echt usw., vgl. auch die Untersuchungen von Walter und Scheurer⁸⁾). Aber auch in Klasse c würde ein Vergleichstyp keine zutreffenden Resultate liefern, denn einmal kann beim Vorherrschen bestimmter Strahlengattungen die eine oder die andere Gruppe in dem betreffenden Farbstoff stärker aktiviert werden¹⁰⁾, so absorbieren nach Hartley die Chromophore hauptsächlich im unsichtbaren, die Auxochrome im sichtbaren Teil des Spektrums, außerdem spielt — wie oben schon hervorgehoben — die größere oder geringere Empfindlichkeit der einzelnen typischen Gruppen im Farbstoff Sauerstoff gegenüber eine Rolle. Es müssen sich daher bei wechselnder Beleuchtung große Unterschiede ergeben, je nachdem in dem betreffenden Farbstoffe der Chromophor oder das Auxochrom leichter von Sauerstoff angegriffen werden. —

Bei der verschiedenen Beeinflussung der Lichtempfindlichkeit der Farbstoffe von der Zusammensetzung des Lichtes muß noch auf einen Punkt hingewiesen werden, der meines Wissens bis jetzt in der Literatur noch nicht erwähnt ist und unabhängig von Dr. E. König-Hoechst und mir beobachtet wurde: jedem Farbstoff kommt ein bestimmter Schwellenwert zu, d. h. das Licht muß eine bestimmte Stärke (Potential, Intensität) haben, um einen Farbstoff aktivieren zu können. Ist der Schwellenwert nicht erreicht, dann bleibt der Farbstoff ganz unverändert, solange auch die Belichtung dauert. Da nun jedem Farbstoffe ein anderer Schwellenwert entspricht, so ist hiermit eine weitere Möglichkeit für große Abweichungen der Belichtungsresultate bei verschiedener Beleuchtung gegeben. —

Bevor es also nicht gelingt, an Stelle des wechselnden Tageslichtes eine konstante künstliche Lichtquelle, welche der Sonne entspricht, zu finden, ist ein Vergleichstyp, auch wenn nach ihm nur die „Bleichstunden“ gemessen werden, ebensowenig als

⁸⁾ Es kann daher auch nicht, wie Kraus angibt, die „aktinische“ Wirkung verschiedener Lichtquellen und Lichtarten mit seinem „Maßstab“ verglichen werden; das Resultat bezöge sich einzig und allein auf Viktoriablau-B-Lack auf dem betreffenden Substrat. Übrigens kann man auch nicht ganz allgemein von der „aktinischen“ Wirkung einer Lichtquelle sprechen, da es ein ganz relativer Begriff ist, der von der Absorptionsfähigkeit usw. der jeweils belichteten Substanz abhängt.

⁹⁾ Es macht sich also bei der Belichtung von Färbungen derselbe Übelstand geltend, wie er — wenn auch in geringerem Maße — bei den photographischen Photometern beobachtet wurde; hier soll mit Hilfe von Celloidpapier die nicht sichtbare Veränderung von Gummi- und Pigmentdrucken im Licht gemessen werden. Bei wechselnder Beleuchtung erhält man sehr schwankende Ergebnisse. Die Kraus'sche Methode der „Bleichstunden“ entspricht nebenbei in gewissem Grade dieser Photometermethode.

¹⁰⁾ Auf dem stärker Aktiviertwerden einzelner Gruppen beruht auch das von Kraus erwähnte „Erholen“ mancher Malachitgrünlacke.

Maßstab brauchbar, wie die Bestimmung der Menge der Zersetzungsprodukte eines anorganischen Salzes oder eines Aktinometers, welches die Stärke der Wärmewirkung des Lichtes mißt (Besson und Thurneysen; Dosne). —

b. Umgebende Atmosphäre. Über den ganz verschiedenen Einfluß von Feuchtigkeit, Säure- und Alkaligehalt der Luft auf verschiedene Farbstoffe habe ich a. a. O.¹¹⁾ genauere Angaben gemacht, so daß es an dieser Stelle genügen dürfte, Bezug hierauf zu nehmen. Hervorzuheben ist für den speziellen Fall des Kraus'schen Viktoriablau-B-Lackes, daß dieser sowohl säure- als auch alkaliempfindlich ist. Es kommt dies bei der Belichtung ebenfalls zur Geltung, wie ich mich durch Versuche überzeugen konnte¹²⁾.

1. 4 Stunden Belichtung in der Sonne in trockener (säurehaltiger) Fabrikluft (Hoechst);

2. 4 Stunden Belichtung in der Sonne in feuchter (säurehaltiger) Fabrikluft.

3. 4 Stunden Belichtung in der Sonne in trockener reiner Taunusluft.

4. 4 Stunden Belichtung in der Sonne in feuchter reiner Taunusluft.

Muster 1 und 2 waren beide stark und gleichmäßig verschossen, während Muster 3 höchstens halb so stark ausgebleicht war. Die säurehaltige Luft verdeckt also bei Viktoriablau-B-Lack ganz einen ev. Einfluß der Feuchtigkeit auf die Ausbleichgeschwindigkeit, während unter den gleichen Bedingungen eine Malachitgrünfärbung in feuchter Luft sehr viel lichtempfindlicher ist als in trockener; es lassen sich daher nicht — wie Kraus glaubt — die Verschiedenheiten in der Bleichwirkung bei verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen, deren Wirkung auf die einzelnen Farbstoffe unterschiedlich ist, nach Viktoriablau-B-Lack beurteilen. — In reiner Luft (Versuch 4) übte jedoch Feuchtigkeit auch bei Viktoriablau B einen beschleunigenden Einfluß aus, der nach dem Kraus'schen Maßstab gemessen einem Verhältnis von $1\frac{1}{4} : 4$ entsprach.

Ein einheitlicher Maßstab für die Lichtwirkung, wie ihn Kraus im Viktoriablau-B-Lack gefunden zu haben glaubte, und den er schon an die Seite von Thermometer und Barometer stellt, kann nach dem Obigen erst dann aufgestellt werden, wenn die fortschreitende Technik es ermöglichen wird, Belichtungsversuche bei konstanter Atmosphäre und konstanter Lichtquelle auszuführen. Wenn dieses Ziel erreicht ist, erübrigt sich der Vergleichstyp überhaupt, und es genügt, die Dauer der Belichtung anzugeben.

2. Die Stärke des Ausbleichens des Viktoriablau-B-Lackes ist besonders bei fortschreitender Zerstörung des Farbstoffes sehr schwierig zu beurteilen; erschwert wird der Vergleich noch durch den Umstand, daß das Blaupapier je nach der

¹¹⁾ Lehn's Färber-Ztg. 22, 6, 26 (1911).

¹²⁾ Herrn Dr. Kraus möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank für die liebenswürdige Überlassung des Belichtungspapieres aussprechen. Ebenso war Herr Dr. Kraus so freundlich, mir mitzuteilen, daß es sich um Viktoriablau B und nicht R handelt, wie in seiner Veröffentlichung irrtümlich angegeben. [Vgl. auch Berichtigung auf S. 1504. Redaktion.]

Beleuchtung und umgebenden Atmosphäre in ganz verschiedenen Tönen verschießt. Bedenkt man endlich, daß bei einigermaßen lichtechten Farbstoffen Dutzende von Vergleichsstreifen belichtet werden müssen (bei einmonatlicher Belichtung ca. 45), so wird sich bei der Addition der abgelesenen „Bleichstunden“ eine beträchtliche Fehlerquelle ergeben, und es sind nicht, wie Krais sagt, „Beobachtungsfehler so gut wie ausgeschlossen“. —

3. Es ist schwierig, einen Lack gleichmäßig in seinen Eigenschaften herzustellen, da die Zusammensetzung des Substrates (Kaolin, Porzellanerde, China Clay) schwankend ist.

4. Wie lange soll die zu prüfende Färbung belichtet werden? Hierüber macht Krais keine Angaben. Es ist weder praktisch möglich, bis zur vollständigen Zerstörung des Farbstoffes zu belichten, noch bis zum Beginn der Zerstörung, da sich viele Farbstoffe oft anfangs ganz beträchtlich ändern, dann aber sehr stabil sind, und umgekehrt. Es bliebe dann nur übrig, eine bestimmte Anzahl von „Bleichstunden“ als Norm festzusetzen und die Stärke des Verschleißens der Färbung in dieser Zeit irgendwie zu bestimmen (vgl. Vorschlag von v. Klemperer¹³⁾). Dieser Weg ist aber auch nicht gangbar, da die Lichteuchtigkeit der Farbstoffe zu verschieden ist, und man daher eine bestimmte Anzahl von Bleichstunden nicht zugrunde legen kann. [A. 136.]

Antwort auf vorstehende kritische Bemerkungen.

Es ist sehr dankenswert, daß K. Gebhard sich so eingehend mit meinem Vorschlag befaßt, doch es tut mir leid, daß er kein gutes Haar daran lassen will.

Gebhard erkennt, daß der praktische Nutzen meines Maßstabes so groß ist, daß man kleine Mängel und Unregelmäßigkeiten gern in den Kauf nehmen kann.

Die drei Versuche, die er gemacht hat, sind doch wohl gar zu flüchtig angestellt, als daß sie irgendwelchen Wert hätten, denn was heißt „vier Stunden in der Sonne?“ Wenn man solche Versuche einwandfrei machen will, müssen sie bei gleicher Sonnenhöhe, gleichem Einfallswinkel, hinter gleich dickem Glas oder im Freien gemacht werden, davon sagt Gebhard aber nichts, und so liegt der Verdacht allzu nahe, daß das Blaupapier verrät, daß die Bedingungen nicht gleich waren, abgesehen von der mehr oder weniger säurehaltigen Luft.

Gebhard teilt die Farbstoffe in drei Klassen ein, was gewiß sehr interessant ist, aber keinen praktischen Nutzen hat, wenn er nicht eine Anzahl von Vertretern dieser drei Klassen angibt.

Es fällt mir gar nicht ein, zu behaupten, daß der Viktoriablau-B-Lack nun und für alle Zeiten der einzig richtige sein muß. Mein Vorschlag soll nur etwas Ordnung in die große Konfusion bringen, die in der Praxis bei Beurteilung der Lichteuchtigkeit herrscht. Statt dessen verweist uns Geb-

hard auf die blaue Zukunft, auf eine Zeit, wo es vielleicht einmal möglich sein wird, Belichtungsversuche bei konstanter Atmosphäre und Lichtquelle auszuführen. Statt auf diese Zukunft zu warten, halte ich es für besser, meine Methode noch weiter auszubilden und nach allen Richtungen hin zu prüfen, aber wohlweislich beschränke ich mich dabei auf normale Verhältnisse, wie sie für die Praxis in Betracht kommen. Mit Beziehung darauf ist es nötig, daß ich auf das, was Gebhard unter 2, 3 und 4 sagt, kurz eingehe.

Die Beurteilung des Grades der Ausbleichung hat mir bis jetzt keine Schwierigkeiten bereitet, man darf nur die Proben nicht zu klein wählen. Ich arbeite jetzt mit einem Maßstab, der in halbe Bleichstunden eingeteilt ist, und bei dem jede Färbung 4×5 cm groß ist, die Probepapiere sind 3×5 cm groß. Ich habe verschiedentlich die Serien durchgeprüft und bin bei einer Gesamtsumme von etwa 60 Bleichstunden innerhalb einer Fehlergrenze von 1—2 Stunden geblieben. Das ist reichlich genau genug, und gerade dadurch, daß täglich 1—2 Probepapiere gebraucht wurden, werden Fehler vermieden. Die Herstellung des Lackes bietet keinerlei Schwierigkeiten, und es ist im Prinzip gleichgültig, selbst wenn er nicht jedesmal ganz gleichmäßig ausfällt, wenn nur Maßstab und Probepapiere aus der gleichen Partie genommen werden. Über die Frage, wie lange die zu prüfende Färbung belichtet werden soll, habe ich allerdings keine Angaben gemacht, weil ich sie nicht allein entscheiden, sondern ihre Beantwortung einem Forum von Kollegen überlassen möchte. Ein Vorschlag sei aber heute schon gemacht: „Ich betrachte eine Färbung als für praktische Begriffe zerstört, wenn sie entweder so ausgebleicht ist, daß die Farbstärke auf die Hälfte und mehr reduziert ist, oder wenn die Farbe sich so verändert hat, daß der ursprüngliche Charakter verloren gegangen ist.“ Beim zweiten Punkte kommt freilich die subjektive Beurteilung stark in den Vordergrund, aber dies wird sich nicht vermeiden lassen. Hierüber werde ich demnächst näheres zu sagen haben, wenn ich die Resultate meiner Wasser- und Ölfarbenbelichtungen veröffentliche.

Zum Schluß möchte ich die Kollegen bitten, meinen Vorschlag des Maßstabes nach dem zu beurteilen, was er sein will und soll: ein Hilfsmittel einfachster Art für die Praxis, das dazu beitragen soll, dem Farbstoffkonsumenten das Leben zu erleichtern, dem kaufenden Publikum bessere Ware zu verschaffen und die Farbstoffproduzenten zu einheitlicher und unzweideutiger Benennung der Lichteuchtigkeitsgrade ihrer Produkte zu veranlassen.

Für Färbungen, die selbst so lichtunecht sind, wie der Viktoriablau-B-Lack, ist der Maßstab nicht nötig, es handelt sich um Färbungen, die den Gebieten der Echtfärberei, des Tapetendruckes, der Ölmalerei und des Farbendruckes angehören, bei denen lange Belichtungsperioden nötig werden, und bei denen bis jetzt keine Einheitlichkeit in der Beurteilung zu erreichen war. P. Krais.

[A. 146.]

¹³⁾ Lohnes Färber-Ztg. 22, 209 (1911).]