

Aber alle bisherigen Ergebnisse rechtfertigen die Vermutung, daß zwar die Röntgenanalyse die bestehenden analytischen Verfahren nicht immer ersetzen, aber sie in wertvollster Weise ergänzen kann. [A. 157.]

## Die Lichtechtheit der Körperfarben und deren Bestimmung in natürlicher und künstlicher Lichtquelle.

Mitteilung aus der chemisch-technischen Werkstätte der Württemb. staatl. Kunstgewerbeschule.  
Vorgetragen auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Nürnberg  
von HANS WAGNER, Stuttgart.  
(Eingeg. 4./9. 1925.)

Nachdem die Quarzlampengesellschaft Hanau im letzten Jahr meinem Institut einen Farbprüfer System Hanau leihweise zur Verfügung gestellt hatte, unterzog ich mich der Aufgabe, die verschiedenen, über die Uviolbelichtung vorliegenden, meist vom Standpunkt des Koloristen aus durchgeführten Arbeiten durch eine solche zu ergänzen, die sich lediglich mit den Körperfarben und insbesondere den neueren Pigmentfarbstoffen befaßt. Die Notwendigkeit, hierzu eingehende vergleichende Sonnenbelichtungen durchzuführen, erweiterte das mir gesteckte Arbeitsziel ganz von selbst zu einer Nachprüfung der bisher über die Lichtechtheit der Körperfarben bekannten Tatsachen und insbesondere einer Untersuchung der das Verhalten im Licht beeinflussenden Faktoren. Dabei erwies es sich bald notwendig, die Untersuchungsergebnisse in möglichst übersichtlicher Form graphisch darzustellen und so diskutabile Grundlagen zu schaffen, an deren Fehlen bisher alle Versuche einer einheitlichen Lichtechtheitsbestimmung der Körperfarben und vollends einer allgemeingültigen Normierung gescheitert sind.

Aus der Überfülle des Materials kann ich hier nur das allerwichtigste mitteilen, und zwar dasjenige, was am meisten von allgemeinem Interesse sein dürfte, nämlich die Erfahrungen mit der Uviolbelichtung<sup>1)</sup> einerseits und andererseits meine Vorschläge zur graphischen Darstellung der Lichtechtheit und damit zur Gewinnung einer Basis für etwaige spätere Normierungen.

Zur Beobachtung wurden etwa 100 Teerfarbstoffe verschiedenster Konstitution, Verlackung, Abmischung und Anreicherung und etwa 20 Mineralfarbstoffe herangezogen. Die Belichtungen erstrecken sich nun über ein Jahr, und es ist nicht verwunderlich, daß sich so für die verschiedensten Anwendungsgebiete, Malerei, Anstrich, Druck usw. besonders interessante Tatsachen ergeben haben, insbesondere auch bezüglich der neuen Pigmentfarbstoffe, hinsichtlich derer die Verbraucher noch auf die Lichtechtheitsangaben der Hersteller angewiesen sind. Über diese Ergebnisse zu berichten, muß ich mir hier ganz versagen. Sie sollen gelegentlich in den speziell interessierten Fachzeitschriften veröffentlicht werden.

Obwohl die Absorption ultravioletter Strahlen durch Glas die Exaktheit der Sonnenbelichtung unter Glas beeinträchtigt, weil die Empfindlichkeit verschiedener Farbstoffe gegen diese Strahlen ganz verschieden ist, wurden doch alle Sonnenbelichtungen aus praktischen Gründen in einem geräumigen Glaskasten ausgeführt. Auch in der Praxis wird man aus denselben Gründen meist ebenfalls unter Glas belichten. Über den Unterschied zwischen direkter Belichtung und solcher unter Glas gibt Fig. 1 an einem besonders ungünstigen Beispiel Aufschluß. Gewählt ist zur Belichtung ein Barytlack von Orange II, also ein gegen ultraviolette Strahlen besonders empfindlicher Farbstoff. Die Differenz ist, wie ersichtlich, so gering, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann. Wird dagegen im Quecksilberlicht bei Verwendung einer Quarzlampe mit und ohne

Glasbedeckung belichtet, so zeigt sich nach 20 Stunden, also in einer Zeit, wo der ungeschützte Aufstrich fast verblüht ist, unter Glas noch kaum eine Veränderung.

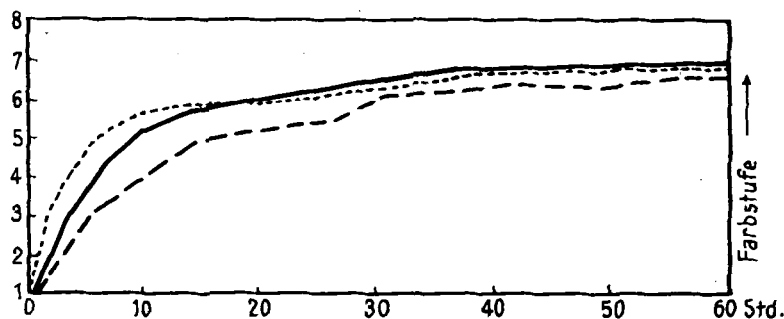


Fig. 1. Belichtungsverlauf einer Pigmentfarbe bei verschiedenen Lichtquellen.

Orange II, Barytlack. — Sonne direkt.  
--- unter Glas.  
..... U-Licht.

Alle später folgenden Zeitangaben sind, sofern auf den Farbprüfer bezüglich, als Uviol-Stunden<sup>2)</sup>, sofern die Sonnenbelichtung betreffend, als Sonnenstunden gemacht. Da die Vergleichssonnenbelichtungen im Glaskasten bei senkrecht auf fallendem Sonnenlicht in der Zeit von etwa 10—4 Uhr (je nach Jahreszeit) ausgeführt und die Tafeln in der übrigen Zeit im Dunkeln aufbewahrt wurden, kann die Belichtungszeit direkt als Sonnenzeit gerechnet werden. Da die technische Belichtung natürlich nicht mit derartigen Vorsichtsmaßnahmen arbeiten kann, muß sie ihre wirklich erreichten Sonnenstunden in anderer Weise messen, etwa mit Hilfe des Kraisschen Blaupapiers (wobei das später über die Bindemittel Gesagte noch zu berücksichtigen wäre).

Die Farbangabe erfolgt durchweg nach der Ostwaldschen Normierung. Eine andere Möglichkeit, alle zu berücksichtigenden Faktoren graphisch in anschaulicher Weise zum Ausdruck zu bringen und sich überhaupt ohne Zuhilfenahme von farbigem Material verständlich zu machen, besteht schlechterdings nicht. Ich betone das deshalb ausdrücklich, weil sich bei den Pigmentfarben die Mängel dieser Normierung besonders geltend machen, und weil speziell in der Körperfarbenindustrie der Widerstand gegen Ostwald größer ist als sich sachlich begründen läßt. Das ist deshalb bedauerlich, weil gerade eine Arbeit wie die vorliegende ohne das Ostwaldsche Farbsystem gar nicht auf farbige Reproduktionen verzichten und damit wohl überhaupt nicht veröffentlicht werden könnte.

Auf der Basis der Ostwaldschen Normierung ist es möglich, von der Lichtechtheit eines Farbstoffs dasjenige Bild zu bekommen, das sich allein als der Wissenschaft und Technik, jeglicher Diskussion über Farbenlichtechtheit und jeder Normierung als wirklich dienlich, ja unumgänglich notwendig erweist, nämlich das graphische Bild des Belichtungsverlaufs. Und meine wichtigste Aufgabe habe ich darin erblickt, nach experimenteller Festlegung dieses Verlaufs für eine große Zahl von Farben ein Schema auszuarbeiten, das eine einfache graphische Darstellung unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Faktoren ermöglicht.

Bestimmt man die Lichtechtheit eines Farbstoffs nach dem Verhalten innerhalb einer bestimmten Belichtungsfrist oder gar nach dem sehr häufig überhaupt nicht exakt zu bestimmenden Ausbleichungsendpunkt, so erhält man ein Resultat, das nicht nur für wissenschaftliche Zwecke, sondern auch für die Technik völlig ungenügend ist und Anlaß zu den schlimmsten Mißerfolgen geben kann. Es gibt Farben, die bei ungefähr gleichem Ausbleichungspunkte in den ersten Belichtungsstunden ein ganz verschiedenes Verhalten zeigen, und es gibt solche, die, zuerst einander parallel gehend, allmählich beträchtlich voneinander abweichen. Erst die graphische Darstellung des Verlaufs gibt sicheren Aufschluß über das

<sup>1)</sup> Im folgenden abgekürzt: U-Belichtung.

<sup>2)</sup> Abgekürzt: U-Stunden.

Verhalten im Licht. Auch für die Beurteilung der Brauchbarkeit des Farbprüfers wurde deshalb die Verlaufskurve herangezogen. Und hierbei zeigte sich nun, daß diese entweder mit der Sonnenkurve ungefähr übereinstimmte oder daß sie stärker gekrümmt war und damit den Endpunkt rascher erreichte. Mit andern Worten: U-Licht wirkt entweder gleichstark oder stärker als Sonnenlicht. Fälle, in denen U-Licht langsamer wirkte, wurden nicht beobachtet (von einigen lediglich durch die Bindemittel hervorgerufenen Abnormitäten abgesehen). Ein allgemeingültiger Faktor für die Umrechnung von U-Licht auf Sonnenlicht, wie ihn die Quarzlampengesellschaft angibt, besteht nicht, doch ist der Fall, daß U-Licht stärker wirkt, der weitaus häufigste. Im allgemeinen erweist sich das U-Licht als 5–30 mal intensiver als Sonnenlicht. Fälle, in denen es weniger als 5 mal stärker ist, sind selten. Damit ergibt sich auch für die U-Belichtung dieselbe Grenze, die von Heermann (Chem. Ztg. 1924, 813) vom Standpunkt des Koloristen ausgesprochen war, nämlich die Unmöglichkeit ihrer Verwendung zur wissenschaftlichen Lichtechtheitsmessung sowie zur zahlenmäßigen Berechnung der Sonnenlichtechtheit aus dem im U-Licht ermittelten Wert. Günstiger aber als in der Färberei und Textilindustrie liegt die Sache insofern, als Anomalien, wie sie dort die gefärbten Gewebe, z. B. bei Rhodamin zeigen, bei Körperfarben nicht beobachtet werden und immerhin mit sehr großer Wahrscheinlichkeit aus der U-Belichtung auf eine stärkere Sonnenechtheit geschlossen werden kann<sup>3)</sup>.

In der Verlaufskurve Fig. 1, ist neben den beiden Sonnenbelichtungskurven noch diejenige der U-Belichtung eingetragen. Die Ordinate gibt die Farbaufhellung, das Nachlassen im Licht, das Ausbleichen an und zwar in den acht Ostwaldschen Stufen (p bis a), so daß also 1 die volle, 8 die völlig verblaßte Farbe, also das reine Weiß bedeutet. In Fig. 2 ist ein abnormer Fall von U-Belichtung wiedergegeben. Echtlicht- und Chinolingelb zeigen sehr verschiedenes Verhalten im Sonnenlicht, im

Farben schwärzen sich bekanntlich im Licht. Meist ist das mit Nachlassen der Farbe verbunden, sie werden also heller und trüber zugleich. Manche werden erst trüb und dann wieder hell. Diese Verschiedenheiten sind im allgemeinen für die Praxis von relativ geringer Bedeutung und außerdem in zweidimensionaler Darstellung zusammen mit der Zeit nicht ausdrückbar. Will man also bei der bisherigen Art der Darstellung bleiben, so muß man ohne Rücksicht auf den jeweils erreichten Farbwert nur das Nachlassen der Farbe zum Ausdruck bringen. Zur einwandfreien Beurteilung eines Farbstoffs aber ist es nicht gleichgültig, ob er nur ausbleicht oder sich schwärzt oder sonstwelche Zwischenstufen durchmacht. Daher erscheint es zweckmäßig, der Kurve mit der Zeitabszisse eine Dreiecksdarstellung beizugeben, auf der sich entsprechend Ostwalds Farbdreiecken der tatsächliche optische Belichtungsverlauf in einfacher Weise ohne Berücksichtigung der

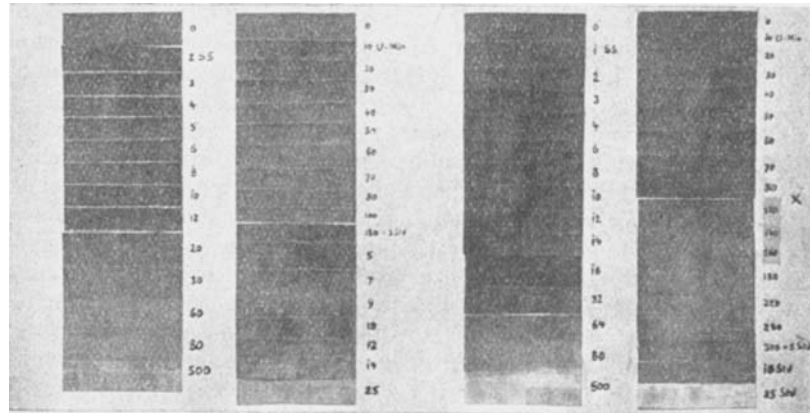


Fig. 3. Belichtungsverlauf zweier Pigmente in Sonnen- und U-Licht.

links: Rhodamin B extra, Harzlack,  
rechts: Brillantsäureblau EG, Barytlack.

Zeit darstellen läßt. Die Fig. 3 läßt selbst in der Schwarzweißwiedergabe den eigenartigen Belichtungsverlauf erkennen, der beim Rhodaminlack über eine geringe, beim Brillantsäureblau über eine auffallende Schwärzung zum fast völligen Verbleichen führt. Bei der U-Belichtung ist die Schwärzung des Blau wesentlich geringer, die Endpunkte stimmen mit der Sonnenbelichtung so ziemlich überein. Drückt man das graphisch aus, so erhält man ein Schema, wie es Fig. 4 zeigt. Dargestellt ist der zeitliche Belichtungsverlauf in Sonnen- und U-Licht und im Dreieck der optische Verlauf, ebenfalls für die beiden Lichtquellen. Für den, der mit dem Ostwaldschen System vertraut ist, wird der wahre Belichtungsverlauf auf den ersten Blick so deutlich hervorgehen, wie für den musikalischen aus den Noten die Melodie eines Liedes.

Die beiden eben angeführten Beispiele stellen den weitaus häufigsten Fall dar insofern, als bei ihnen die Wirkung des Quecksilberlichtes ungefähr 5–10 mal stärker ist als die des Sonnenlichts, und zwar bei sehr ähnlichem optischem Verlauf. Der Vollständigkeit halber ist aber noch auf die Möglichkeit der Änderung des Farbtons beim Verbleichen hinzuweisen. Diese ist bei der U-Belichtung fast gar nicht zu beobachten, bei der Sonnenbelichtung ist sie fast Regel, aber in so geringem Maß, daß es praktisch ohne jegliche Bedeutung ist. Denn wenn ein Farbstoff verblaßt, spielt es keine Rolle, ob er mehr nach dieser oder jener Richtung des Farbenkreises verblaßt. Immerhin könnte auch diese Änderung in einem Normalschema durch Kennzeichnung auf einer Kreisperipherie und Angabe der Farbtanziffer zu Beginn und zu Ende der Belichtung zum Ausdruck gebracht werden.

Ich zweifle nicht daran, daß mit der Ausarbeitung und Publikation von Normalbelichtungskurven in Art der Fig. 4 nicht nur eine sichere Basis für eine etwaige allgemeingültige Normierung gegeben, sondern daß damit allen irgendwie Körperfarbe verarbeitenden Industrien und Gewerben, der Technik, der Kunst und dem Kunstgewerbe gedient wäre. Denn diese würden dadurch in die Lage gesetzt, sich jeweils selbst an authentischem

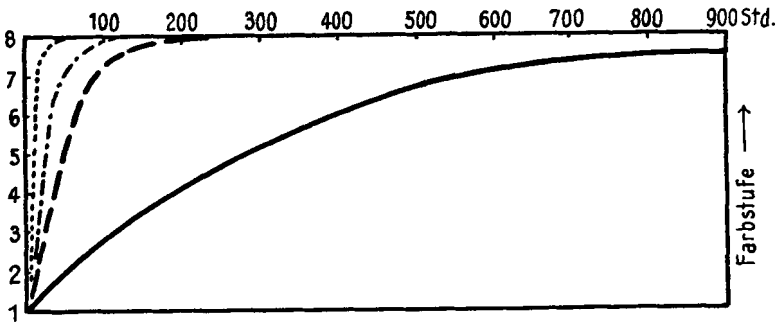


Fig. 2. Von der Sonnenbelichtung abweichende Uviolbelichtung.  
Echtlichtgelb 3G, Barytlack    Chinolingelb KT extra.  
— Sonne, — — — U-Licht.    ..... Sonne, ..... U-Licht.

U-Licht dagegen sind sie sich nahezu gleich. Auf Grund der U-Kurven also müßte über Echtlichtgelb ein vernichtendes Urteil gesprochen werden, das durch die Sonnenbelichtung nicht bestätigt wird.

Der Fall reiner Farbaufhellung, wie er den bisherigen Beispielen zugrunde lag, ist nun verhältnismäßig selten. Viele

<sup>3)</sup> Rhodamin B extra-Katanol

a) auf Baumwolle: nach 50 Sonnenstunden um 3 Stufen, nach 50 U-Stunden um 4 Stufen,

b) auf Baumwolle nachgekupfert: nach 50 Sonnenstunden um 2 Stufen, nach 50 U-Stunden um 1 Stufe;

c) als Körperfarbe: nach 50 Sonnenstunden um 2 Stufen, nach 50 U-Stunden um 3 Stufen verändert.

Brillantgrün cr. extra-Katanol als Körperfarbe: nach 15 Sonnenstunden um 1 Stufe, nach 15 U-Stunden um 3 Stufen verändert.

Material über die Brauchbarkeit eines Farbstoffs für ihre Sonderzwecke ein Bild zu machen. Freilich müßten dann noch zwei Faktoren, Substrate und Bindemittel berücksichtigt werden.

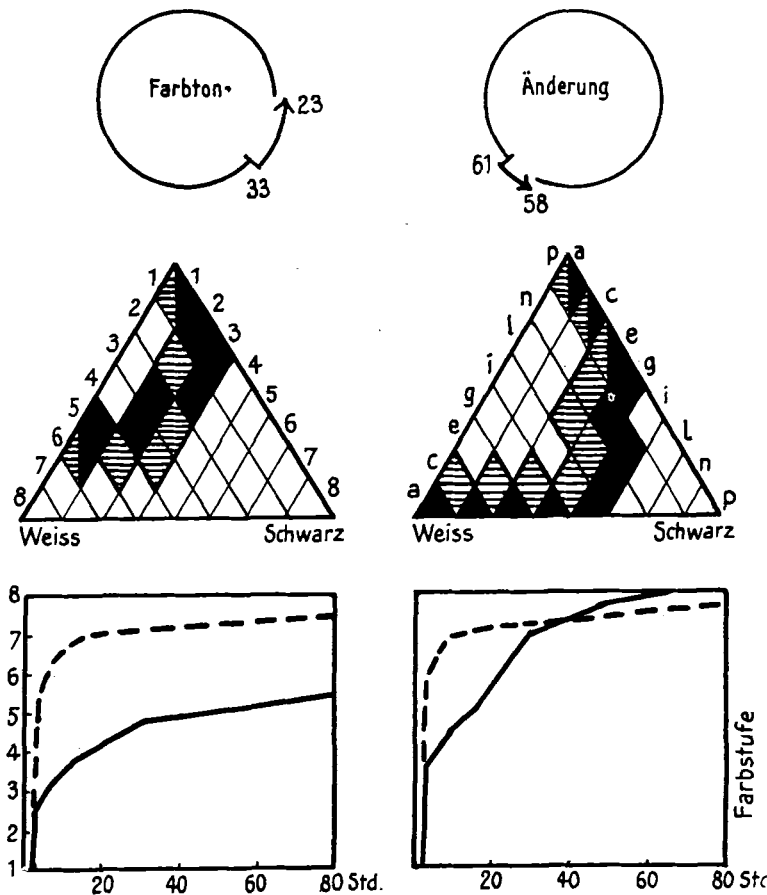


Fig. 4. Graphische Darstellung des in Fig. 3 wiedergegebenen Belichtungsverlaufs. (Normalschema.)

links: Rhodamin, rechts: Brillantsäureblau.  
— bzw. vollschwarz: Sonnenlicht.  
--- bzw. schraffiert: U-Licht.

Über die Wirkung der Substrate verschiedener Zusammensetzung, Deckkraft, Dispersität sind von mir ebenfalls Versuche angestellt worden, auf deren Mitteilung ich hier verzichten muß. Doch soll erwähnt sein, daß jeder von mir geprüfte Farbstoff rein, mit Zink- und mit Kremserweiß abgemischt, belichtet worden war und daß bei keinem einzigen außer Pariserblau ein abweichendes Verhalten zwischen Zink- und Kremserweiß festgestellt werden konnte. Das ist im Hinblick auf die bekannten Arbeiten Eibners sehr auffallend, und ich muß mir vorbehalten, hierauf noch zurückzukommen.

Vom Bindemittel muß ich noch reden, weil es von ausschlaggebender Bedeutung ist und unter Umständen die Lichtechtheit gewaltig beeinflusst. Mit der technischen Unterscheidung zwischen Ölfarbe einerseits und Leim- bzw. Emulsionsfarbe andererseits stimmt auch die kolloidchemische überein, die in Farben mit Wasser und solche mit Öl als Dispersionsmittel scheidet. Landläufigerweise wird diese Unterscheidung auch auf das optische Verhalten übertragen. Man spricht von der deckenden Leimfarbe und meint damit die Erscheinung, daß nach dem Verdunsten des Wassers aus dem Bindemittel das Licht nicht mehr in die Tiefe wirken kann und so eine jede Farbe, auch wenn sie feucht noch so dunkel und tief aussah, deckend wirkt. Und man spricht von der Ölfarbe, bei der die optische Eigenschaft des Pigments je nach dem in Decken oder Lasieren zum Ausdruck kommt. In Wirklichkeit kann die rein optische Unterscheidung der

Bindemittel nur nach deren Brechungsvermögen geschehen. Bekanntlich lasiert ein Farbstoff am stärksten, wenn sein Brechungsvermögen mit dem des Bindemittels zusammenfällt. Da die Körperfarben durchweg hohe Brechungsindizes haben, ergibt Öl für lasierende Farben die günstigsten Verhältnisse und es wird nie gelingen, mit Öl eine Lasurfarbe deckend anzureiben. Mit gelbem Dextrin kann man einen Lasuraufstrich von derselben Tiefe erreichen, weil das reine Dextrin etwa denselben Brechungsindex hat. Voraussetzung hierfür aber ist, daß das Dextrin in konzentrierter Form und in so starkem Überschuß verwendet wurde, daß es nach dem Verdunsten des Wassers die Zwischenräume zwischen den Farbkörnchen ausfüllt, eine optische Brücke bildet und damit dem Licht gestattet, in die Tiefe zu wirken. Wird aber nur so viel Dextrin zugesetzt, daß die Menge eben noch hinreicht, um die Farbkörnchen leicht zusammenzukleben, wird also, wie kolloidchemisch zu sagen wäre, die Adsorptionsgrenze eben überschritten oder, wie der Maler sagt, „Wischfestigkeit“ erreicht, so tritt nur Oberflächenwirkung ein, die Farbe deckt. Insofern hat also der Maler mit seiner Unterscheidung recht, als bei Einhaltung der Adsorptions- oder Wischfestigkeitsgrenze jede wässrig angeriebene Farbe Deckaufstriche zu liefern vermag, während die Wirkung in überschüssigem Bindemittel ganz von dessen Brechungsindex abhängt und unter Umständen der des Ölaufstrichs gleichkommen kann.

Mit dem optischen Verhalten aber geht das Verhalten bei der Belichtung parallel. Je größer das Brechungsvermögen eines Bindemittels ist, desto größer ist der optische Unterschied zwischen dem Farbton eines nur eben wischfest und eines überschüssig angeriebenen Farbstoffs, desto größer ist aber auch die Differenz zwischen der Lichtechtheit dieser Aufstriche. Der Ölaufstrich stellt also stets den in bezug auf die Lichtechtheit günstigsten, der Leimaufstrich mit Innehaltung der Adsorptionsgrenze den ungünstigsten Fall dar.

Es erscheint keineswegs unwahrscheinlich, daß sich die Lichtechtheitsdifferenz eines und desselben Farbstoffs in verschiedenen Bindemitteln zahlenmäßig ausdrücken läßt, wenn deren Brechungsindizes bekannt sind. Ich konnte entsprechende Werte in der Literatur nicht finden und gedenke daher, hierüber weiterzuarbeiten. Aus der praktischen Aufstrich- und Belichtungsprobe ergibt sich aber auch ohne Bekanntsein des Brechungsindex folgende Reihe für die Lichtechtheitsbeeinflussung durch das Bindemittel:

#### Ungünstigster Fall

1. Pflanzenleime und Stärkekleister,
2. Pflanzenemulsionen,
3. Tierleim,
4. Kasein,
5. Leim- und Kaseinemulsionen,
- 5 a. Kaseinharzpräparate,
6. Bitumenemulsionen.

#### Günstigster Fall

7. Dextrin und Gummi arabicum,
8. Öl und Lack, sowie Emulsionen mit öligem Dispersionsmittel.

Ungefähr muß diese Reihe mit derjenigen übereinstimmen, die sich auf Grund der Brechungsindizes aufstellen ließe. Bezüglich der optischen Wirkung besagt sie, daß die linksstehenden Bindemittel einerlei, ob bis zur Adsorptionsgrenze oder im Überschuß angewendet, Deckaufstriche auch mit lasierenden Farben ergeben und damit der Unterschied zwischen Leim- und Ölaufstrich und Hand in Hand damit gehend, auch der der Lichtechtheit dieser Aufstriche am größten ist. Bei den rechtsstehenden wässrigen Bindemitteln dagegen fallen optische Wirkung und Lichtechtheit eines mit überschüssigem Bindemittel angeriebenen Pigments mit denen der Ölanreibung zusammen, während sich die Anreibung mit Innehaltung der Adsorptionsgrenze wie die mit den linksstehenden Bindemitteln verhält. Die Reihe zeigt ferner, daß sich Emulsionen im

wesentlichen wie die in ihnen enthaltenen Emulsionsträger (Schuttkolloide + Dispersionsmittel) verhalten, eine Tatsache, die den Malern zumeist ganz unbekannt ist. Erläutert wird das Gesagte durch die Fig. 5, die in der oberen Reihe Pflanzenleimaufstriche, und zwar links mit einem deckenden, rechts mit einem lasierenden Pigment zeigt. Darunter befindet sich ein Dextrinaufstrich mit Innehaltung der Adsorptionsgrenze. Der Unterschied vom Pflanzenleimaufstrich ist unbedeutend.

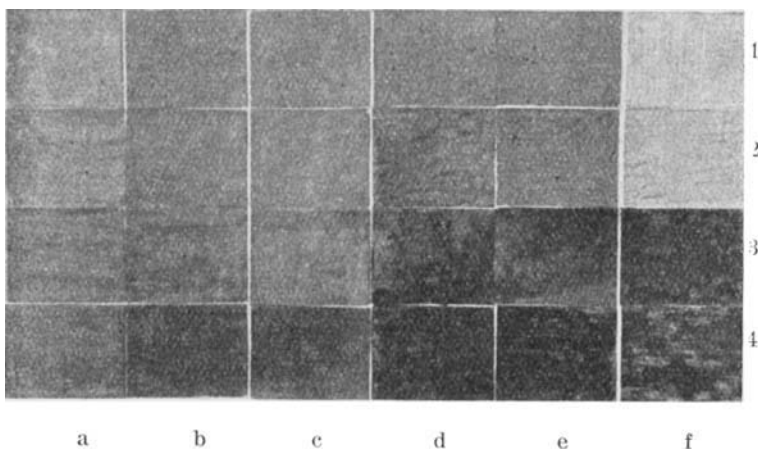


Fig. 5. Abhängigkeit der Lichtechtheit vom Bindemittel.  
a—c: Saturngelb G, Lithopone. d—f: Methylviolett-Drucklack.  
c, d unbelichtet, b, e, 50 Std., a, f, 100 Std. belichtet.  
1. Sichelkeim. 2. Dextrin. 3. Dextrin, Überschuß. 4. Kopallack.

Die nächste Reihe zeigt den überschüssigen Dextrinaufstrich, der vom vorhergehenden beträchtlich verschieden ist und so ziemlich mit dem Lackaufstrich der letzten Reihe übereinstimmt. Die beiden innersten Vertikalreihen zeigen die unbelichteten Aufstriche, die beiden mittleren das Belichtungsergebnis nach 50, die äußersten dasjenige nach 100 Sonnenstunden. Der Unterschied ist ganz frappant und zeigt, daß die Verbesserung der Lichtechtheit speziell der lasierenden Farbstoffe innerhalb gewisser Grenzen durch Wahl von Binde-

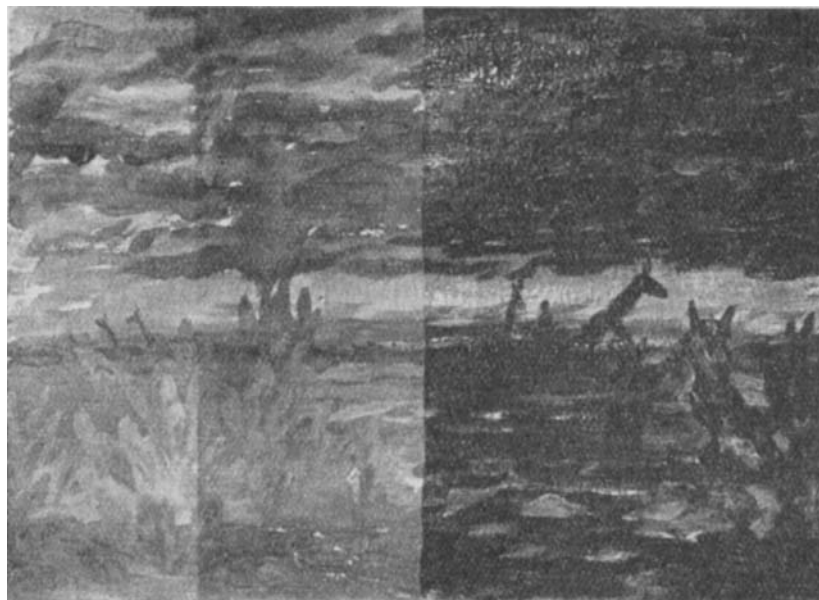


Fig. 6. Erhöhung der Lichtechtheit eines Gemäldes durch Lackieren.

mitteln mit hohem Brechungsindex möglich ist. Das zeigt drastisch die Fig. 6. Das absichtlich mit lichtunechten Kaseinfarben ausgeführte Gemälde „Präriebrand“ wurde auf der rechten Seite lackiert, wodurch die optische Brücke hergestellt, die Tiefenwirkung des Lichtes ermöglicht und die Lasurfähigkeit der Farben zum Ausdruck gebracht wurde. Nach dem Abdecken der inneren Hälfte wurde das Bild belichtet. Hierbei veränderte sich der lackierte Teil so ziemlich gar nicht, wogegen der nicht lackierte fast völlig verblich.

Lediglich vom Standpunkt der Lichtechtheit aus betrachtet erweist sich also das Arbeiten mit Bindemitteln von niedrigem Brechungsvermögen als das denkbar unrationellste. Die Farbe wird vom Licht nur oberflächlich angegriffen, und zwar in allerdünnster Schicht, und damit ungleich rascher zerstört, als wenn Tiefenwirkung möglich wäre. Der weitaus größte Teil der Farbe liegt daher völlig brach. So kommt es, daß ein intensiv belichteter, total verblaßter Leimfarbenaufstrich beim Abtupfen oder Abkratzen der oberen Schicht wieder in ursprünglicher Farbe erscheint, daß er auch beim Betupfen mit Wasser (infolge vorübergehender Herstellung einer optischen Brücke) die alte Farbe wieder zeigt, und daß er durch Überlackieren, Überziehen mit wässriger Schellacklösung oder einer ähnlichen Methode zur Erzeugung von Tiefenwirkung regeneriert werden kann.

Die Veränderung, die das Verhalten eines Farbstoffs im Licht durch Anwendung verschiedener Bindemittel erfährt, und damit überhaupt sein optisches Verhalten müßte in einer graphischen Darstellung zum Ausdruck kommen, wenn anders sie für Wissenschaft und Technik als Grundlage dienen soll. Solange nun eine zahlenmäßige Angabe des Unterschieds auf Grund von Bestimmungen des Brechungsvermögens nicht möglich ist, genügt es, die beiden Grenzwerte, den günstigsten und den ungünstigsten Fall, d. h. das Verhalten eines Farbstoffs im Pflanzenleim- und im Ölaufstrich festzulegen, etwa in der Art, wie es Fig. 7 für einen lasierenden und einen deckenden Farbstoff zeigt. Wiederum ist hier der zeitliche Belichtungsverlauf in einer Kurve, der optische im Dreieck dargestellt, und zwar für die beiden Grenzfälle. Wie zu erwarten, ist der Unterschied beim lasierenden Farbstoff ganz beträchtlich, beim deckenden dagegen so gering, daß er praktisch vernachlässigt werden kann. Die in dem Schema mit D eingetragene Differenz des Farbwertes im Farbdreieck beträgt beim Heliorot 1, beim Viridinlack 5. Ungefähr bleibt diese Differenz auch bei der Belichtung bestehen und es darf wohl für technische Zwecke gestattet sein, sie ganz allgemein auf die Lichtechtheit zu übertragen und damit sich nach Feststellung der Farbtondifferenz mit der Bestimmung des Belichtungsverlaufs im Leimaufstrich allein zu begnügen. Zur exakten Bestimmung des Verhaltens eines Farbstoffs im Licht wären aber beide Belichtungen durchzuführen, wobei aus praktischen Gründen der Ölaufstrich durch einen konzentrierten Dextrinaufstrich ersetzt werden kann. Denn das Arbeiten mit wässrigen Bindemitteln ist einfacher und angenehmer als das mit öligen \*).

Das besprochene Verhalten der Bindemittel ist im U-Licht dem im Sonnenlicht völlig analog. Nur wirkt U-Licht stärker zerstörend auf wässrige Bindemittel und die belichtete Schicht liegt infolgedessen pulvrig oben auf, so daß schon bei leisester Berührung die darunter liegende intakte Farbe zum Vorschein kommt. In Öl beobachtete ich einige Fälle, bei denen abnorm rasche Zerstörung der Farbe eintrat. Es handelte sich hierbei um Handelsaufstriche, und die Zerstörung unterblieb bei Belichtung eines selbsthergestellten Aufstrichs derselben Farbe. Ich habe diese Erscheinung, die vielleicht auf

\* ) Entsprechend der Dreiecksteilung von Fig. 4 müßte in den beiden zeitlichen Belichtungskurven der Fig. 7 der Anfangspunkt der Ölaufstriche auf der Ordinate bei 5 bzw. 2 liegen. Es erscheint aber rein aus praktischen Gründen zweckmäßiger, beim Vergleich von Leim- und Ölaufstrich stets die Vollfarbe als Stufe 1 einzutragen..

katalytische Wirkung von Siccativen zurückzuführen ist, nicht näher untersucht. Mit Rücksicht auf derartige Möglichkeiten erscheint es aber bei U-Belichtung zweckmäßig, an Stelle eines Ölaufstrichs tunlichst einen solchen mit überschüssigem Dextrin zu setzen.

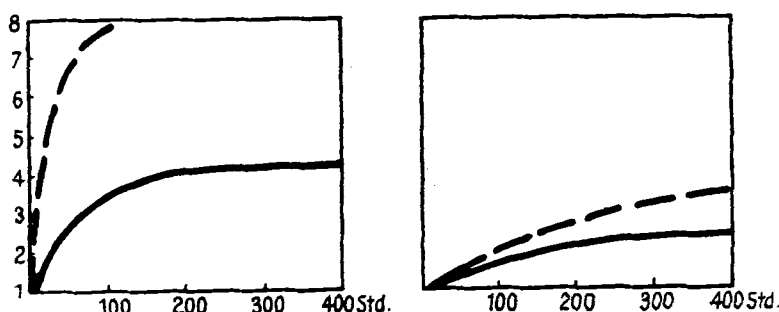
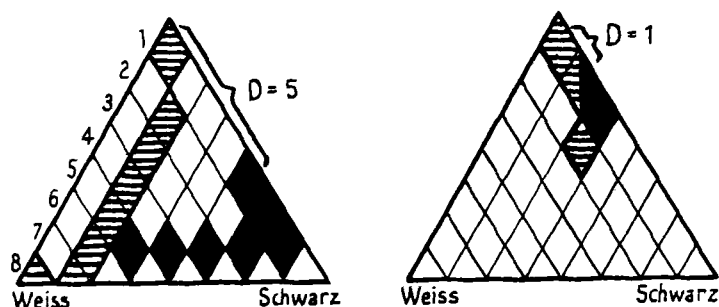


Fig. 7. Lichtechtheitsverlauf von Deck- und Lasurfarbe in Leim- und Ölaufstrich.

links: Viridinlack, rechts: Heliorot RMT extra.  
— bzw. vollschwarz: Ölaufstrich.  
--- bzw. schraffiert: Leimaufstrich.

Es wäre falsch, wenn man die oben gemachten Ausführungen über die Lichtechtheitsbeeinflussung durch Bindemittel auch auf das Nachdunkeln deckender Mineralfarben übertragen wollte. Hier handelt es sich, zum mindesten beim Chromgelb, um chemische Veränderungen, die vom Bindemittel völlig unabhängig sind. Das Nachdunkeln des Chromgelbs erreicht in ziemlich kurzer Zeit sein Maximum. Und dieses ist für jedes Bindemittel dasselbe, ob nun das Licht nur oberflächlich oder in die Tiefe zu wirken vermag. Da aber Bindemittel mit hohem Brechungsvermögen im Aufstrich tiefer und voller wirken, erscheint nicht nur die unbelichtete, sondern auch die nachgedunkelte Farbe voller, und so mag es kommen, daß der Maler von der besseren Lichtechtheit des Chromgelbs in Leim zu reden gewohnt ist; im U-Licht dunkeln Chromgelb und Zinnober weit weniger nach als in der Sonne.

Mit diesen vorläufigen Ausführungen soll es sein Bewenden haben. Kurz zusammengefaßt ergibt sich aus ihnen folgendes:

Die Quecksilberdampflampenbelichtung mit dem Farbprüfer System Hanau ist als ein besonders in sonnenarmer Zeit willkommenes Hilfsmittel für gewerbliche und technische Belichtung von Körperfarben zu betrachten, sofern die angeführten Vorsichtsmaßregeln beachtet werden und von quantitativen Rückschlüssen auf das Verhalten in der Sonne abgesehen wird. Das dürfte freilich nur selten der Fall sein, und damit schränkt sich das Anwendungsgebiet dieser Belichtungsweise von selbst ganz bedeutend ein. Doch läßt sich wenigstens aus einer kurzdauernden Parallelsonnenbelichtung zusammen mit einer bis zu Ende durchgeführten U-Belichtung mit einiger Wahrscheinlichkeit auf das Verhalten in der Sonne schließen. Für wissenschaftliche und Normzwecke aber hat die U-Belichtung nur Vergleichswert.

Um sowohl für Wissenschaft als Technik die bisher fehlenden Grundlagen zur Beurteilung der Körperfarblichtechtheit zu schaffen, erscheint es geboten, exakte Belichtungen aller wichtigen Körperfarben durchzuführen, deren Resultat, etwa in der vorgeschlagenen Weise, unter Berücksichtigung des zeitlichen und optischen Verlaufs, der Wirkung der Bindemittel und der wichtigsten Decksubstrate graphisch darzustellen und solche Normaltafeln an geeigneter Stelle zu veröffentlichen. Auf Grund derartiger Tafeln könnte dann eine Einteilung in Lichtechtheitsklassen vorgenommen werden. Ohne eine solche Vorarbeit aber erscheint mir alle Diskussion über Lichtechtheitsnormierung zwecklos. [A. 148.]

## Über die Einwirkung von Ammoniak auf Baumwollcellulose.

Mitteilung aus der Abteilung für Textilchemie des Chem.-technischen Institutes der Technischen Hochschule Karlsruhe. Vorgetragen auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in der Fachgruppe für Chemie der Farben- und Textilindustrie

von G. BERNARDY.

(Eingeg. 24./7. 1925)

Während die Einwirkung der sogenannten „fixen“ Alkalien, insbesondere von Natronlauge und Kalilauge, sowie des Lithium-, Rubidium- und Cäsiumhydroxyds auf Cellulose schon seit langer Zeit viele Forscher beschäftigt hat und gerade auch in neuerer Zeit Gegenstand vielseitiger Bearbeitung geworden ist, ist die Einwirkung von Ammoniak, des sogenannten „flüchtigen“ Alkalis, auf die Cellulosefaser bisher kaum studiert worden.

Schützenberger<sup>1)</sup> und Thénard<sup>2)</sup> erhielten bei der Einwirkung von wässrigem und konzentriertem Ammoniak auf Zucker, Stärke, Dextrin und Cellulose bei 100–200° unter Luftabschluß braune Körper, die je nach der Dauer des Versuchs mehr oder weniger große Mengen von Stickstoff gebunden hatten. Ähnliche Versuche machte auch Vignon<sup>3)</sup>, der zwischen 60 und 200° konzentriertes Ammoniak bzw. Chlorcalcium-Ammoniak auf Baumwollcellulose einwirken ließ. Die so behandelte Baumwollcellulose soll 1–3% Stickstoff chemisch gebunden enthalten, und zwar, wie Vignon annimmt, in Form von Aminogruppen. Vignon will also auf diese Weise eine Aminocellulose erhalten haben, die mit Säurefarbstoffen echte chemische Verbindungen bilden soll. Knecht<sup>4)</sup> und Zacharias<sup>5)</sup> konnten diese Befunde Vignons nicht bestätigen. J. König und F. Hühn<sup>6)</sup> stellten fest, daß Ammoniak die Cellulose selbst in stärkerer Lösung kaum angreift, daß es aber von der Cellulose reichlich adsorbiert wird, die dadurch basische Eigenschaften annimmt. Auch Mansier<sup>7)</sup>, de Koninck<sup>8)</sup> und Bowman<sup>9)</sup> beobachteten das starke Adsorptionsvermögen der Cellulose für Ammoniak. Bowman gibt an, daß bei gewöhnlichem Atmosphärendruck und 0° die Cellulose das 115fache ihres Volumens an Ammoniakgas festhält.

<sup>1)</sup> Bull. de la Soc. chim. de Paris 1861, S. 16.

<sup>2)</sup> Bull. de la Soc. chim. de Paris 1861, S. 33.

<sup>3)</sup> Bull. de la Soc. ind. de Mulhouse 62, 563 [1892]; C. r. 112, 487 [1892]; Schwalbe, Chemie der Cellulose 1911, S. 53; Georgievicz, Technologie der Gespinnstfasern, 4. Aufl., 1924, S. 6.

<sup>4)</sup> Färberztg. 1896, S. 355.

<sup>5)</sup> Z. f. Farben- u. Textilind. 1903, S. 263 ff.

<sup>6)</sup> Z. f. Farbenind. 1911, S. 344 ff.

<sup>7)</sup> Journ. Pharm. chim. 16, 60 [1901]; C. 1902 II, 768.

<sup>8)</sup> Z. ang. Ch. 22, 1688 [1909].

<sup>9)</sup> Bowman, The Structure of the cotton fibre, London 1908, S. 201.