

# Lichteinheit von Druckfarben für das graphische Gewerbe

Von Dr. HILDE DOSSMANN

Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der Chemischen Fabriken Kast & Ehinger G. m. b. H. und G. Siegle & Co. G. m. b. H., Stuttgart-Feuerbach

In der Druckfarbenindustrie wird es als ein Mangel empfunden, daß die Angaben über die Lichteinheit von Druckfarben für das graphische Gewerbe nur auf empirisch festgestellten Vergleichswerten beruhen und daß es bisher nicht möglich war, zwei verschiedene Farben bezüglich ihres Verhaltens gegenüber Belichtung richtig zu bewerten. Die vorliegende Arbeit stellt einen Versuch dar, die Lichteinheit von Druckfarben auf Grund ihrer Farbänderung durch Belichtung jederzeit reproduzierbar zahlenmäßig zu erfassen und auf einfache und anschauliche Weise darzustellen. Darum wurde auch vorerst bewußt der exaktere, rein farbmetrische Weg<sup>1)</sup> nicht beschritten<sup>2)</sup>.

## Versuchsdurchführung

Unter einer lichtechten Farbe soll eine solche Farbe verstanden werden, die nach der Belichtung ein anderes Aussehen zeigt als vorher. Es soll also vorerst unberücksichtigt bleiben, ob durch die Belichtung eine Aufhellung oder Nachdunkelung der Farbe stattgefunden hat. Jede sichtbare Abweichung einer Farbe von ihrem ursprünglichen Aussehen läßt sich durch die Änderung der entsprechenden Remissionskurven erfassen. Die Remissionskurve gibt den Remissionsgrad einer Farbe in Abhängigkeit von der Wellenlänge des auffallenden Lichtes an. Unter dem Remissionsgrad versteht man das Verhältnis der Leuchtdichte der Farbfläche zu der einer vollkommen mattweißen Fläche (MgO bzw. BaSO<sub>4</sub>) unter den gleichen Beleuchtungsbedingungen.

Die Meßanordnung zur Bestimmung des Remissionsgrades<sup>3)</sup> zeigt Bild 1.

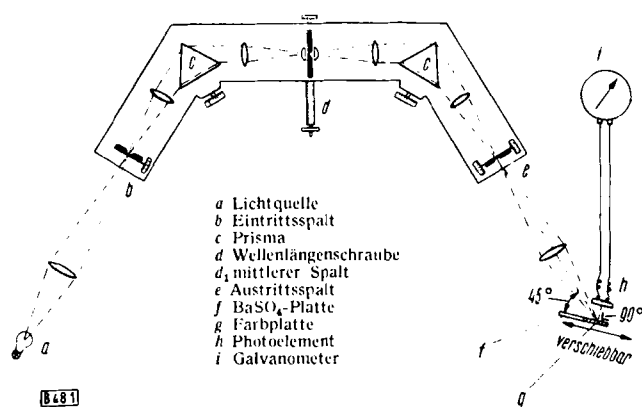


Bild 1  
Meßanordnung zur Bestimmung des Remissionsgrades

Es wurde mit einem Doppelmonochromator von Kipp & Zonen gearbeitet. Das von der Farbfläche g bzw. der absolut weißen Vergleichsfläche f reflektierte Licht trifft auf ein Selenphotoelement h, welches an ein empfindliches Galvanometer i angeschlossen ist. In dieser Anordnung gelang es, Vergleichsmessungen durchzuführen, bei der alle Farben der Versuchsreihe unter den gleichen Bedingungen gemessen werden konnten.

Als Lichtquelle für die Belichtungsversuche wurde eine Mischlichtlampe HWA 500 verwendet, nachdem sich durch umfangreiche Vorversuche ihre Eignung als Ersatz des Tageslichtes für unsere Zwecke erwiesen hatte<sup>4)</sup>. Die zu messenden Farbproben wurden kreisförmig auf einem weißen Karton unter dieser Lampe angeordnet. Bei einer Beleuchtungsstärke von 20000 Lux betrug die Temperatur der Farbproben etwa 50°C. Die Belichtungszeit lag je nach der Versuchsreihe zwischen 100 und 480 h.

<sup>1)</sup> M. Richter: Grundriß der Farbenlehre der Gegenwart, Theodor Steinkopff, Dresden 1940.

<sup>2)</sup> Für die grundlegende Versuchsreihe wurden 22 Farben verschiedener Lichteinheit ausgewählt, die teils von G. Siegle & Co., teils von der I.G. Farbenindustrie stammten.

<sup>3)</sup> Vgl. DIN 5033, 2. Ausgabe 1941.

<sup>4)</sup> Vgl. K. Larché u. E. Summerer, Licht 10; 172 [1940].

Die Drucke der Farben waren im Buchdruck auf einem ausgeuchten, holzfreien Kunstdruckpapier ausgeführt. Diese Drucke wurden für die vorgesehenen Versuche nicht besonders angefertigt, sondern sie stellten willkürliche Ausschnitte vorhandener Auflagendrucke dar. Von jeder Farbe lagen 6 verschiedene Abmischungsstufen mit Weiß vor, aus Gründen der Zeitersparnis wurden aber im allgemeinen bei einer Farbe nur 4 verschiedene Stufen untersucht. Die einzelnen Abmischungsstufen hatten einen Farbstoffgehalt in Gew.-% der angeriebenen Druckfarbe gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1  
Farbstoffgehalt der Abmischungsstufen der untersuchten Farben

Abmischungsstufe	Farbstoffgehalte in Gew.-%
5	30,0
9	17,5
11	12,5
13	7,5
15	5,0
17	3,0

## Versuchsauswertung

Um aus den Remissionskurven ein Maß für die Farbänderung durch Belichtung zu gewinnen, wurde hier die von den Remissionskurven der belichteten und unbelichteten Farben umschlossene Fläche benutzt. Dabei erstreckte sich die Untersuchung auf das Wellenlängengebiet von 420 bis 720 mμ. In Bild 2 und 3 sind für einige der untersuchten Druckfarben die Remissionskurven der unbelichteten und belichteten Farben aufgezeichnet.

Je lichtechter eine Farbe ist, um so mehr nähert sich die Remissionskurve der belichteten Farbe einer Weißkurve, deren Remissionsgrad für alle Wellenlängen praktisch gleich ist. Das absolute Weiß wird durch eine Parallele zur Abszissenachse im Abstand 100% dargestellt.

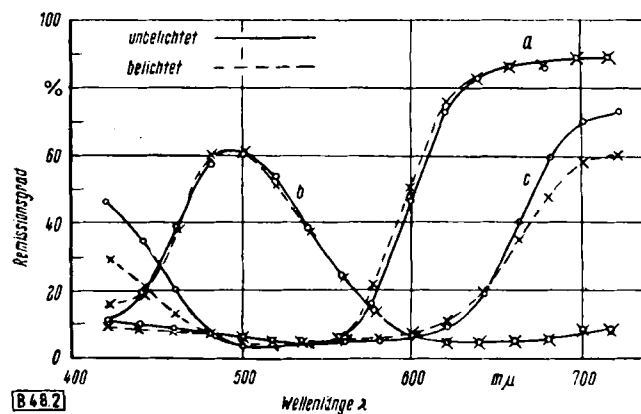


Bild 2  
Remissionskurven einiger lichtechter Farben  
Abmischung der Stufe 11  
Belichtungszeit 100 h  
a Permanentrot F RH extra  
b Helioengrün G  
c Fanalviolett R supra

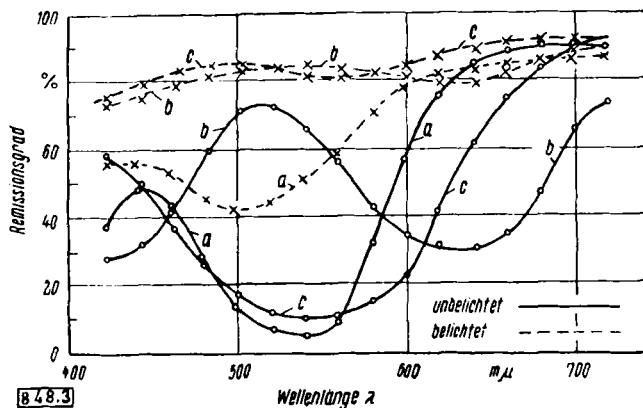


Bild 3  
Remissionskurven einiger lichtechter Farben  
Abmischung der Stufe 11  
Belichtungszeit 100 h  
a Geraniumlack N  
b Nachtgrün O  
c Brillantviolett CO

### Ermittlung der Farbänderung

Die Farbänderung durch Belichtung sei definiert als das Verhältnis des Flächenunterschiedes einer Farbe vor und nach der Belichtung zu dem größten, überhaupt möglichen Flächenunterschied, der unter den gegebenen Bedingungen dann auftritt, wenn so lange belichtet wird, bis die Farbe völlig ausgebleicht ist. In Prozent ausgedrückt erhalten wir danach für die Farbänderung  $\Delta L$  folgenden Ausdruck:

$$\Delta L = \frac{F_B - F_A}{F_W - F_A} \cdot 100, \text{ wobei} \quad (1)$$

$F_A$  = Fläche der unbelichteten Farbe,  
 $F_B$  = Fläche der belichteten Farbe,  
 $F_W$  = Fläche der völlig ausgebleichten Farbe.

Die Größen  $F_A$  und  $F_B$  lassen sich durch das Ausplanimetrieren der Flächen ermitteln, die durch die Abszissenachse und die Remissionskurven gebildet werden.

Um die Größe von  $F_W$  festzustellen, wurden alle Farbproben durchgesehen und diejenigen ausgewählt, die als völlig ausgebleichen angesehen werden konnten. Es ergaben sich für diese Flächen die Werte nach Tabelle 2. Hierzu ist zu bemerken, daß

Tabelle 2 Größe von  $F_W$  für verschiedene Farben

Farbe	$F_W^*)$
Brillanttoner B	123,5
Lackrot C	128,5
Heißgelber Lack 9a	128,5
Echtgelblich 8	126,7
Blaulack 10	128,5
Blaulack 14228	125,4
Brillantviolett CO	125,5

\*) Die Zahlen entsprechen  $\text{cm}^2$  in dem gewählten Maßstab

Flächenunterschiede von 3 bis 4 Einheiten ( $\text{cm}^2$ ) vom Auge nicht mehr als Unterschiede wahrgenommen werden. Die größte vorkommende Fläche der hier untersuchten Farben hat demnach den Wert 128,5 Einheiten, zum Vergleich sei erwähnt, daß die Fläche des absoluten Weiß in diesem Maßstab 150 Einheiten beträgt.

Da man aber auch dem Bezugswert  $F_W$  eine objektiv bestimmte Zahl zugrunde legen wollte, war die Frage aufzuwerfen, welches die größte Fläche ist, die die Remissionskurve einer belichteten und völlig ausgebleichten Farbe überhaupt annehmen kann. Wenn eine Farbe völlig ausgebleicht ist, dann ist zu erwarten, daß ihre Remissionskurve mit der der Unterlage übereinstimmt, im vorliegenden Fall also mit der des verwendeten Papiers. Dabei wäre noch zu berücksichtigen, ob das Papier seinen Remissionsgrad mit der Belichtung ändert.

Es wurden daher an 3 Proben des verwendeten Kunstdruckpapiers die Remissionskurven des unbelichteten und des belichteten Papiers aufgenommen. Nach Auswertung der Flächen ergaben sich die Werte nach Tabelle 3.

Wie man sieht, weichen bei dem verwendeten Kunstdruckpapier die erhaltenen Zahlen sehr wenig voneinander ab. Auf Grund dieser Versuchsreihe und unter Berücksichtigung der oben angegebenen Werte für die völlig ausgebleichten Farben halten wir die Fläche des unbelichteten Papiers, die sich zu rund 130 Einheiten = 87% vom absoluten Weiß ergeben hat, für den besten Bezugswert. Der Wert des belichteten Papiers dürfte etwas zu hoch liegen; denn die Unterlage wird ja erst vom Licht getroffen,

Tabelle 3  
Von den Remissionskurven umschlossene Flächen für 3 Proben

Probe	Unbelichtete Fläche in Einheiten*)	480 h belichtete Fläche in Einheiten*)
a	129,94	131,02
b	129,93	132,75
c	129,00	131,81
Mittel	129,62	131,86

\*) Die Zahlen entsprechen  $\text{cm}^2$  in dem gewählten Maßstab

wenn die Farbschicht ausgebleicht ist. Da bei den belichteten und völlig ausgebleichten Farben als größte Fläche 128,5 Einheiten ermittelt worden ist, erreicht bei der Wahl von 130 Einheiten als Bezugsgröße von den untersuchten Farben keine die Farbänderung 100%.

Diese Versuche stimmen übrigens gut mit analogen Versuchen von Ziersch<sup>5)</sup> überein. Als Grenzwert für einen völlig ausgebleichten Farbstoff, der auf Baumwolle aufgefärbt wurde, gibt Ziersch den Weißgehalt des Baumwollgewebes selbst an, der 85% vom absoluten Weiß beträgt.

### Beispiel für die Farbänderung durch Belichtung

Nach dieser Festlegung sei ein Beispiel für die Farbänderung durch Belichtung angeführt; nach Gl. (1) ergibt sich für Nachtgrün O, Kurve b in Bild 3:

$$\begin{aligned} F_A &= 70,72 \text{ Einheiten} \\ F_B &= 120,23 \text{ „} \\ F_W &= 130,00 \text{ „} \\ \Delta L &= 83,5\% \end{aligned}$$

Gl. (1) gilt nur, wenn die beiden Kurven sich nicht überschneiden. Treten dagegen Überschneidungen auf wie in Bild 2, dann müssen, da wir jede Abweichung von der unbelichteten Farbe erfassen wollen, die Flächendifferenzen der einzelnen Kurvenstücke ihrem absoluten Betrag nach festgestellt und addiert werden.

Die Gleichung für die Farbänderung muß dann lauten:

$$\Delta L = \frac{\sum \Delta F_{A,B}}{F_W - F_A} \cdot 100 \quad (2)$$

Beispiel: Fanalviolett R supra, Kurven c in Bild 2:

$$\begin{aligned} \Delta F_{A_1, B_1} (420 \dots 490 \text{ m}\mu) &= 3,49 \text{ Einheiten} \\ \Delta F_{A_2, B_2} (490 \dots 650 \text{ m}\mu) &= 0,56 \text{ „} \\ \Delta F_{A_3, B_3} (650 \dots 720 \text{ m}\mu) &= 2,72 \text{ „} \\ &= 6,77 \text{ Einheiten} \end{aligned}$$

$$F_A = 32,72 \text{ Einheiten}$$

$$F_W = 130,0 \text{ „}$$

$$\text{Daraus folgt: } \Delta L = 70\%$$

Durch diese Auswertung wird vermieden, daß die in verschiedenen Spektralbereichen gleichzeitig auftretenden Aufhellungen und Nachdunkelungen Veranlassung zu einer unrichtigen Bewertung geben.

### Einfluß der Belichtungszeit

Zur Wahl der Belichtungszeit, die der Bewertung zugrunde gelegt wurde, sind umfangreiche Versuche vorgenommen worden, auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden kann. Die Belichtungszeit muß jedenfalls so lange ausgedehnt werden, bis alle erfahrungsmäßig bekannten Unterschiede zwischen den einzelnen Farben auch tatsächlich sichtbar werden. Das wurde in Bild 4, in dem der Verlauf von  $\Delta L$  in Abhängigkeit von der Belichtungszeit angegeben ist, für einige Beispiele der Abmischungs-

<sup>5)</sup> G. Ziersch: Diss. Techn. Hochschule Dresden 1929.

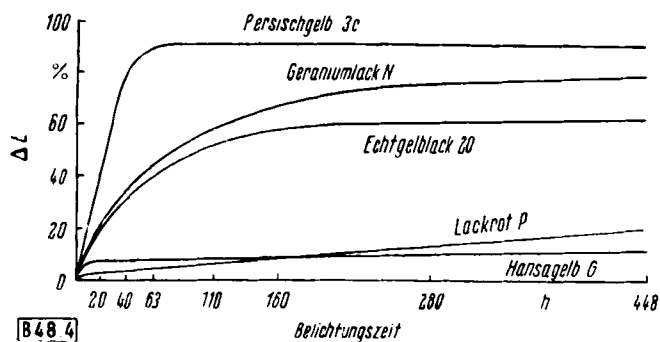


Bild 4  
Abhängigkeit der Farbänderung  $\Delta L$  von der Belichtungszeit für verschiedene Farben  
Abmischungsstufe 11

Die einzelnen Farben zeigen ganz verschiedene Charakteristiken. Bei der Betrachtung dieser Charakteristiken kommt man zu dem Schluß, daß die Lichtechtheit eben nur durch eine Charakteristik und nicht durch eine einzige Zahl anzugeben ist, wie es bisher immer versucht wurde. Es fällt auf, daß verschiedene Farben vom gleichen chemischen Typus auch den gleichen Verlauf der Charakteristik aufweisen, z. B. vergleiche man Heliogenblau und Heliogenblau, Bild 7 u. 8, oder Fanalgrün, Fanalblau und Fanalviolett, Bild 7, 8 u. 9. Durch die Kurven wird auch anschaulich gemacht, daß die Unterschiede in der Lichtechtheit bei hohem Farbstoffgehalt bei weitem geringer sind als bei niedrigem Farbstoffgehalt, daß also bei stark mit Weiß abgemischten Farben die Auswahl bezügl. der Lichtechtheit viel sorgfältiger erfolgen muß als bei konzentriert verwendeten Druckfarben.

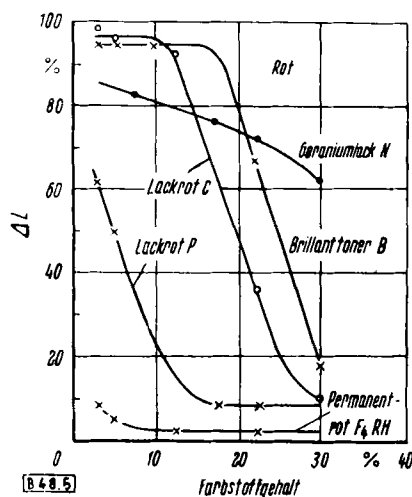


Bild 5: rote Druckfarben

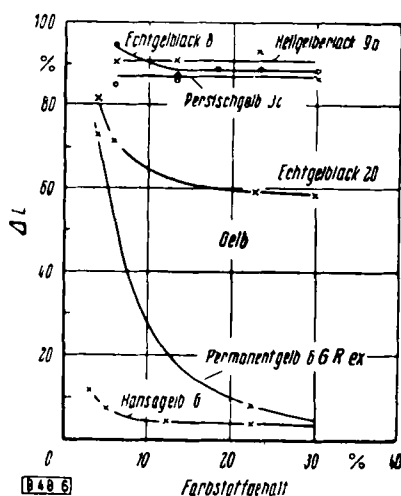


Bild 6: gelbe Druckfarben

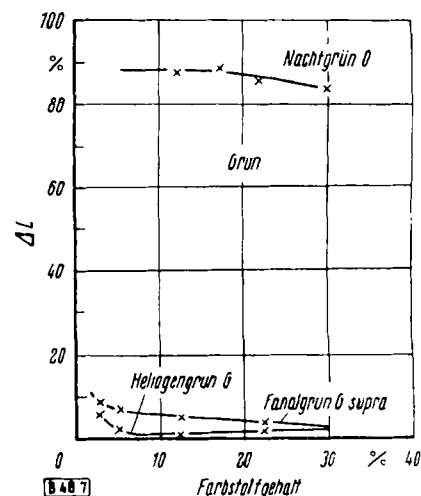


Bild 7: grüne Druckfarben

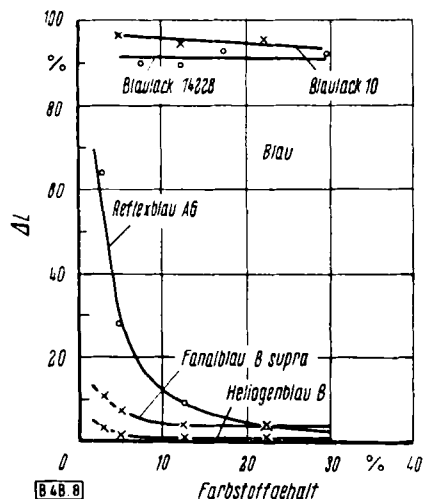


Bild 8: blaue Druckfarben

Bild 5 bis 9  
Abhängigkeit der Farbänderung  $\Delta L$  vom  
Farbstoffgehalt verschiedener Farben  
Belichtungszeit 480 h

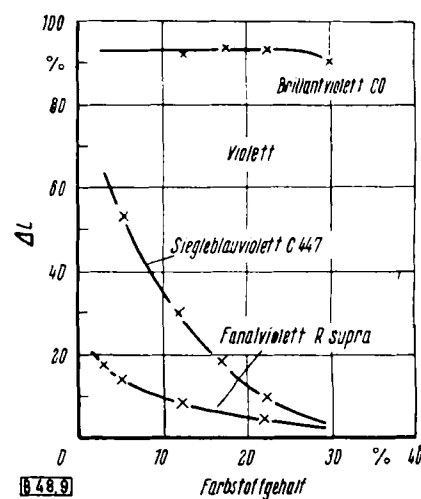


Bild 9: violette Druckfarben

stufe 11 anschaulich gemacht. Beim Vergleich der Kurven für Lackrot P und Hansagelb G sieht man, daß sich diese Farben mit der Zeit im Verhältnis zueinander verschieden verhalten, was aus den Überschneidungen der Kurven hervorgeht. Erst bei langen Belichtungszeiten erhalten wir die mit der Erfahrung übereinstimmende richtige Reihenfolge bezüglich der Lichtechtheit.

Je kürzer die Belichtungszeit gewählt wird, um so mehr rücken die einzelnen Kurven zusammen, z. B. treten die in Bild 5 gezeigten großen Unterschiede zwischen Permanentrot F<sub>4</sub>RH extra, Lackrot P und Lackrot C im Bereich geringen Farbstoffgehaltes bei kurzen Belichtungszeiten nicht meßbar in Erscheinung. Daher ist es auch nicht möglich, auf Grund einer Kurzprüfung ein Werturteil über die Lichtechtheit einer Farbe abzugeben.

#### Charakteristikum der Lichtechtheit

Die in Bild 5 bis 9 gezeigten Kurven beziehen sich auf eine Belichtungszeit von 480 h = 20 Tagen. Als Abszisse wurde der Farbstoffgehalt der angeriebenen Druckfarbe, als Ordinate die errechnete Farbänderung  $\Delta L$  aufgetragen.

Diese Versuche haben uns jetzt das Gerüst dafür gegeben, wie die Druckfarben entsprechend ihrer Charakteristik in eine auf objektiver Messung beruhende Lichtechtheitsskala einzuordnen sind. Da wir, um sicher zu gehen, die Zahl der untersuchten Farben, vor allem im Gebiet mittlerer Lichtechtheit noch erweitern wollen, soll über die Einstufung in eine Skala erst in einer späteren Veröffentlichung berichtet werden.

#### Zusammenfassung

Auf Grund des vorgeschlagenen Weges sind wir in der Lage, die Druckfarben für das graphische Gewerbe in ihrem Verhalten bei Belichtung in Übereinstimmung mit der Erfahrung richtig zu bewerten. Außerdem können wir durch diese zahlenmäßige Festlegung der Farbänderung durch Belichtung jetzt mit Sicherheit ein Urteil über das Verhalten verschiedener Farben im Vergleich zueinander abgeben, was bisher nicht möglich war.

Eingeg. 14. Nov. 1947 [B 48]