

nügen etwa 5 Minuten. Der Propeller machte bei den in Abb. 4—7 veranschaulichten Versuchen 400 Umdrehungen in der Minute (über den Effekt der Rührgeschwindigkeit vgl. unten).

Von besonderem Interesse ist die Zunahme des Adsorptionsvermögens bei steigender Temperatur. Im allgemeinen nimmt ja das Adsorptionsvermögen mit steigender Temperatur ab. Bei Gasen ist dies immer der Fall, bei der Adsorption von gelösten Stoffen aus Flüssigkeiten kennt man jedoch auch früher einige Ausnahmen. So haben Pelet und Grand⁹⁾ gefunden, daß Kohle und Kieselsäure in der Wärme größere Mengen Methylenblau adsorbieren als aus kalter Lösung. In unserem Fall, also bei den Ölen, will ich die Zunahme im Adsorptionseffekt bei höherer Temperatur dem Umstände zuschreiben, daß die Schleim- und Eiweißstoffe in der Hitze koagulieren, wodurch das Bleichmittel in der Lage ist, mehr Farbstoffe zu adsorbieren. Besonders hervortretend ist die Adsorptionszunahme bei Temperaturen zwischen 60—80°.

Die Kurven in Abb. 6—7 zeigen das Resultat der Untersuchungen mit Kokosfett mit einem Schmp. von etwa 28°. Hierfür werden das deutsche Bleichmittel Frankonit C₁ (Abb. 6) und ein schwedisches (Abb. 7) benutzt.

Abb. 8 macht klar, wie sich der Adsorptionseffekt mit der Umdrehungsgeschwindigkeit ändert; die Ziffern auf der Abszisse bedeuten die Umdrehungen des Propellers pro Minute. Die Versuchszeit war 15 Minuten, die Temperatur 98°. Das Adsorptionsgleichgewicht war auch bei nur 100 Umdrehungen in der Minute meistens nach 15 Minuten erreicht. Bei Tonicil A. C. und Floridin wurde Sojaöl, bei Frankonit C₁ und dem schwedischen Bleichmittel dagegen Kokosfett verwendet. Es geht daraus hervor, daß eine Erhöhung der Rührgeschwindigkeit über 200 Umdrehungen pro Minute jedenfalls keinen praktischen Effekt hat.

⁹⁾ Kolloid-Ztschr. 2, 4, [1907].

In bezug auf andere Untersuchungen mag erwähnt werden, daß Eckart und Wirz Müller¹⁰⁾ in ihrer Arbeit „Die Bleicherde“ für Sojaöl eine Temperatur von 95° und eine Adsorptionszeit von 10—15 Minuten empfehlen. In dieser Arbeit wird aber keine bestimmte Rührgeschwindigkeit angegeben, was indessen nach dem Obigen notwendig ist.

Zusammenfassung.

Es wird betont, daß die in der Literatur geläufigen Angaben über den relativen Bleichungseffekt verschiedener für Öle verwendeten erdartigen Bleichmittel sehr irreführend sind.

Um einen rationellen Vergleich zu ermöglichen, muß vor allem dafür gesorgt werden, daß das Adsorptionsgleichgewicht praktisch erreicht wird. Es wird eine einfache und bequeme Apparatur bzw. Methode beschrieben, die zuverlässige Resultate ergibt. Beim Arbeiten bei 98° (in kochendem Wasserbade) stellte sich das Gleichgewicht in allen untersuchten Fällen, von denen hier Versuche mit Sojaöl und Kokosfett sowie vier verschiedenen Bleichmitteln erwähnt werden, in 15 Minuten ein, wenn die Rührgeschwindigkeit bei der hier erwähnten Apparatur 200 Umdrehungen pro Minute erreicht, wobei eine weitere Erhöhung der Rührgeschwindigkeit ohne praktische Bedeutung ist. Für andere Öle bzw. Bleichmittel kann eventuell längere Zeit erforderlich sein, was aber nach den oben gegebenen Vorschriften leicht ermittelt werden kann.

Eine höhere Temperatur als 98° zu verwenden, würde in den hier erwähnten Fällen ohne Bedeutung sein, da die Bestimmung, wie schon gesagt, bei dieser Temperatur nur 15 Minuten in Anspruch nimmt. Es mag auch betont werden, daß bei höherer Temperatur die Gefahr besteht, daß die vegetabilischen Öle nachdunkeln, wenn sie mit der Luft in Berührung kommen. [A. 172.]

¹⁰⁾ Verlag Serger & Hempel, Braunschweig.

Die Detailwiedergabe im Aufsichtsbild.

Von Dr. FELIX FORMSTECHER, Dresden.

Mitteilung aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der Mimosa A.-G., Dresden.

Vorgetragen in der Fachgruppe für Photochemie und Photographie auf der 41. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker am 2. Juni 1928 zu Dresden.

(Eingeg. 5. Juni 1928.)

Weshalb hat die seit den letzten 30 Jahren so hochentwickelte Sensitometrie so wenig Fühlung mit der Praxis des Fachphotographen? Daß die künstlerische Photographie bei der Wahl ihrer Materialien und der Wege zur Verarbeitung dieser Rohstoffe eine zweckmäßige Lösung der ihr gestellten Aufgabe gefunden hat, das verdankt sie dem richtigen Gefühl, von dem sich die Künstler unbewußt leiten ließen. Sie gaben sich keine Mühe, die wissenschaftlichen Grundlagen dieses Wegs zu erforschen, und sie hätten auch in der sensitometrischen Literatur bis auf E. Goldbergs grundlegendes Werk „Der Aufbau des photographischen Bildes“ 1922 wenig gefunden, womit sie sich auf Grund ihrer Erfahrungen hätten einverstanden erklären können. Denn die klassische Sensitometrie, die wir im wesentlichen Hurter und Driffield verdanken, diskutiert ja ausschließlich die photometrisch gemessenen Helligkeiten des Objektes und des Bildes; die strengen Schüler Hurters und Driffields ignorieren noch heute alle psychologischen Faktoren, obwohl diese doch zweifellos mindestens ebenso wichtig sind wie die physikalischen. Und L. A. Jones, dem wohl bedeutendsten

modernen Forscher auf dem Gebiet der klassischen Sensitometrie, der 1920 die objektive Phase der Tonwiedergabe in durchaus erschöpfender Weise behandelt hat, ist, wie er selbst und seine Mitarbeiter wohl jetzt erkannt haben, die Behandlung der subjektiven Phase damals kaum gelungen.

Um das photometrisch gewonnene, reichlich vorhandene Zahlenmaterial auch nutzbringend verwenden zu können, müßte zunächst einmal die Frage gelöst sein, welches die ideale Form der charakteristischen Kurve im Aufsichtsbild ist. Denn die Aufsichtsbilder (es handelt sich im wesentlichen um Papierbilder) sind es, die als fertige Erzeugnisse der photographischen Kunst in die Welt hinausgehen. Nur von ihnen soll hier die Rede sein, nicht von den Durchsichtsbildern, die ja auch durch ihre Verwendung in der Projektion und als Fensterbilder eine stets zunehmende Beliebtheit gewonnen haben.

Auf Grund des Weber-Fechnerschen Fundamentalgesetzes der Psychophysik wissen wir, daß der Unterschied von je zwei Empfindungen als gleich merklich geschätzt wird, wenn das Verhältnis der Reize das gleiche ist, mit anderen Worten, wenn zwischen den

Logarithmen der Reizwerte die gleiche Differenz besteht. Auf das optische Gebiet angewandt, besagt dies Gesetz — falls J_1 und J_2 die Helligkeiten zweier Punkte im Objekt, D_1 und D_2 die entsprechenden Dichten im positiven Bild bezeichnen —, daß identische Tonreproduktion vorliegt, wenn

$$D_2 - D_1 = \log J_1 - \log J_2.$$

Fügen wir ferner die Bedingung hinzu, daß die „Weißen“ des Objekts, also seine relativ hellsten Stellen, durch ungeschwärzte Teile der Schicht wiedergegeben werden sollen, also durch $D = 0$ für $J = J_m$, die maximale Intensität, so erhalten wir

$$D = \log J_m - \log J$$

als Formel für die ideale Bildkurve ($D_1 \log J$), die also eine im Winkel von 45° ansteigende Gerade mit dem Gradienten $\gamma = 1$ bilden würde — wenn unsere Annahmen auf Aufsichts- bilder zuträfen!

Der photographische Prozeß besteht aus zwei Stufen: es wird erst ein negatives, dann ein positives Bild hergestellt. Da es nur auf das Endresultat ankommt, können wir postulieren, daß die ideale Kurve des negativen Bildes eine im Winkel von 45° ansteigende Gerade ist, obwohl es keine Negativmaterialien gibt, die diese Bedingung streng erfüllen. Bei unseren Versuchen ersetzen wir dieses ideale Negativ durch eine gleichmäßig abgestufte Tonskala, also am einfachsten den modernen Graukeil. Die mittels eines Graukeils oder einer anderen Intensitätsskala erhaltene charakteristische Kurve muß dann gleichzeitig die Bildkurve des „idealen Negativs“ auf dem jeweils vorliegenden Positivmaterial darstellen. Selbst dem oberflächlichsten Beobachter wird nun schon ohne weiteres aufgefallen sein, daß kein einziges Papier des Handels eine charakteristische Kurve mit einem Gamma (oder einem mittleren Gradienten) $= 1$ aufweist, sondern daß selbst die als „weicharbeitend“ bezeichneten Papiere ein erheblich größeres Gamma besitzen. Es muß also hier ein prinzipieller Unterschied zwischen der visuellen und der photographischen Registrierung von Helligkeiten vorliegen.

Nachdem als erster J. Precht 1903¹⁾ gelegentlich einmal auf die Analogie zwischen dem Gradienten der Kurve und der visuellen Unterschiedsempfindlichkeit angespielt hatte, war es E. Goldberg, der in seinen grundlegenden „Studien über die Detailwiedergabe“ 1911 zuerst mit Nachdruck darauf hinwies²⁾, daß als Ausdruck der Unterschiedsempfindlichkeit einer photographischen Schicht nicht der Differentialquotient $\frac{dD}{d \log E}$ sondern der Quotient der endlichen Inkremente $\frac{\Delta D}{\Delta \log E}$ zu betrachten ist, mit anderen Worten, daß die charakteristische Kurve, streng genommen, gar keine Linie, sondern ein Streifen ist, was damit zusammenhängt, daß die photographische Schicht, ebenso wie das Auge, eine zwar kleine, aber meßbare und praktisch bedeutungsvolle Unterschiedsschwelle besitzt.

Die Größe ΔD ist identisch mit dem von Goldberg definierten Minimaldetail $Dt = \log \frac{J + \Delta J}{J}$ (ohne Rücksicht auf das jeweilige Vorzeichen). Goldberg bezeichnet als visuelles Detail Dt den Logarithmus des Verhältnisses zweier Helligkeiten, die (aneinander grenzend) eben noch vom Auge unterschieden werden können. Die Größe $\Delta \log E$ bezeichne ich analog als photographisches „Minimaldetail“ Dt_φ . Der Gradient G ist also $= \frac{Dt}{Dt_\varphi}$.

Bezeichnen wir nun mit Dt_o das visuelle „praktische Minimaldetail“ im Objekt („praktisch“ im Sinne Goldbergs), mit Dt_r das visuelle „praktische Minimaldetail“ im Bild, so läßt sich die Güte der Tonwiedergabe definieren durch das Verhältnis $\frac{Dt_o}{Dt_r}$.

Wäre nun, wie man ursprünglich annahm, $\frac{Dt_o}{Dt_r} = G$, so müßte bei identischer Tonwiedergabe $Dt_o = Dt_r$, $G = 1$ sein, was, wie die Erfahrung lehrt, in der Regel nicht der Fall ist.

Wir kommen dagegen zu einem mit dem Experiment gut verträglichen Ausdruck, wenn wir setzen:

$$(1) \quad \frac{Dt_o}{Dt_r} = K \cdot G, \text{ wo } G = \frac{Dt_r}{Dt_\varphi}.$$

Die hier auftretende Konstante K , die ich zu Ehren ihres Entdeckers als Goldberg-Konstante bezeichnet habe, hängt ab:

1. von Eigenschaften der Emulsionsschicht (Korngröße und Konstruktural des Silber- und evtl. des Farbstoffbilds);
2. von Eigenschaften der Unterlage (des Baryt- bzw. Rohpapiers), insbesondere von seinem Glanz.

Um von Punkt 2 unabhängig zu sein, habe ich mich vorläufig nur auf solche Papiere beschränkt, bei denen die Emulsion auf glänzendes Barytpapier gegossen war.

In diesem Fall ist die Goldberg-Konstante eine Emulsionskonstante, und sie stellt ein exaktes Maß für das bisher sehr unscharf definierte Auflösungsvermögen der Schicht dar. Wir können dabei stets feststellen, daß bei gleichem Gradienten die Auflösung des Details um so besser ist, je größer die Goldberg-Konstante ist, d. h. je mehr sie sich ihrem maximalen Wert 1 nähert.

Aus Gleichung (1) folgt:

$$K = \frac{Dt_o}{G \cdot Dt_r}$$

Der Wert von G läßt sich aus der mittels einer Intensitätsskala hergestellten charakteristischen Kurve graphisch ermitteln. Der Wert von Dt_r läßt sich in einer mittels Goldbergs Detailplatte hergestellten Kopie direkt ablesen. In diesem Fall können wir Dt_o unter Benutzung des von A. König ermittelten Werts der relativen Unterschiedsschwelle $= 0,007$ setzen. A. König³⁾ fand nämlich für die relative Unterschiedsschwelle $u = \frac{\Delta J}{J} = 0,017$, daraus folgt für das Minimaldetail $Dt = \log(1 + u) = 0,007$. Ist K bekannt, so läßt sich auch Dt_φ berechnen, denn aus Gleichung (1) folgt: $Dt_\varphi = K \cdot \frac{(Dt_r)^2}{Dt_o}$.

Um möglichst genaue Werte von G und Dt_r in die Bestimmungsgleichung für K einsetzen zu können, wählt man den gradlinigen Abschnitt der Kurve, wo $G = \gamma$. Für diesen Maximalwert von G erreicht Dt_r seinen Minimalwert, der mit δr bezeichnet werden soll, und damit dieser nicht zu klein ausfällt (es soll auf alle Fälle $\delta r \geq 0,01$ sein), muß man auf ein möglichst niedriges γ_∞ hinarbeiten, also einen möglichst weich arbeitenden Entwickler benutzen.

Am besten bewährte sich bei Brom- und Chlorsilberpapieren zu diesem Zweck Metol-Sulfit ohne Alkali und Bromkalium. Leider erlaubt die Detailplatte die Ablesung der Größe δr nur mit einer Ziffer, was bei einem absoluten Wert zwischen 0,01 und 0,02 einen Fehler von bis zu 50% im Endresultat bedingen kann. γ läßt sich dagegen sehr genau bestimmen (der Fehler

¹⁾ Ztschr. wiss. Photograph., Photophysik u. Photochem. 1, 267.

²⁾ Ebenda 9, 323.

³⁾ Vgl. K. Schaum, Photochemie u. Photographie, Leipzig 1908, S. 80.

liegt stets unter 10%). Die Goldberg-Konstante wurde also nach folgender Gleichung berechnet: $K = \frac{0,007}{\gamma \cdot \delta\tau}$.

Die Bestimmung wurde zunächst für ein Bromsilberpapier, Bromosa glänzend, durchgeführt und dabei folgende Entwickler angewandt:

1. 200 ccm Wasser, 3 g Metol, 15 g Na_2SO_3 ; Entwicklungszeit 3 Min.
2. 200 " " ,3g " , 3g " ; " 8 "
3. 200 " " ,6g " , 2g " ; " 15 "
4. 200 " " ,6g " , 1g " ; " 15 "

In den drei ersten Fällen wurde gleich lange exponiert. Die Bilder zeigten einen neutral grauen Ton. Für die Goldberg-Konstante wurde stets der gleiche Wert gefunden: $K = 0,4$ (siehe die Tabelle). Im Falle 4 mußte doppelt solange exponiert werden, die erhaltenen Bilder zeigten einen bräunlichen Ton und eine Goldberg-Konstante von etwa 1, dem theoretisch vorauszusetzenden Maximalwert.

Entwickler	γ	$\delta\tau$	K
1	1,65	0,01	0,4
2	1,70	0,01	0,4
3	1,28	0,01 ₅	0,4
4	0,63	0,01	1,0

Bei normaler Entwicklung, wie sie in der Gebrauchsanweisung vorgeschrieben wird (Metol-Hydrochinon mit Soda, Natriumsulfit und Bromkalium), liefert das Bromsilberpapier $\gamma = 2,3$, bei $\delta\tau < 0,01$ (entsprechend $K = 0,4$). Die Goldberg-Konstante ist also (solange in schwarzem Ton entwickelt wird) bei einer außerordentlich großen Variation der Entwicklungsbedingungen unveränderlich und gerade aus diesem Grund ein gutes Charakteristikum für das Auflösungsvermögen der Schicht.

Als Beispiel für ein Chlorsilberpapier wurde ein hart arbeitendes Gaslichtpapier (Sunotyp, hart, glänzend) gewählt. Der normale, in der Gebrauchsanweisung vorgeschriebene Entwickler lieferte $\gamma = 3,7$ bei $\delta\tau < 0,01$, was einer Goldberg-Konstante $K > 0,2$ entspricht.

Zur Erzielung eines weichen Bildes bediente ich mich zuerst der partiellen Entwicklung mit Ferrooxalat. In 200 cm³ einer Vorratslösung von 100 g Kaliumoxalat in 330 cm³ Wasser wurde gegossen eine (stets frisch bereitete) Lösung von

9,4 g Ferrosulfat,
0,6 g Citronensäure,
26 cm³ Wasser.

Die Kopien wurden direkt eingelegt (Vorwässern erzeugt Gelbschleier!), eine Minute lang entwickelt (bei etwa 20°), in einem Eisessigbad (1 cm³ Eisessig + 100 cm³ Wasser) zwecks Unterbrechung eine Minute gebadet, dann drei Minuten gewaschen und, wie üblich, 15 Minuten fixiert. Auf diese Weise erhielt ich schleierlose, neutralschwarze Kopien. Die Messung ergab $\gamma = 2,45$, $\delta\tau = 0,01$, also $K = 0,3$. Es wurden ferner Versuche mit Metol-Sulfit in verschiedenen Konzentrationen angestellt, und zwar:

1. 200 ccm Wasser, 6 g Metol, 1 g Na_2SO_3 ; Entwicklungszeit 5 Min.
2. 200 " " ,6g " , 0,5g " ; " 10 "
3. 200 " " ,6g " , 0,4g " ; " 14 "
4. 200 " " ,6g " , 0,3g " ; " 20 "

In den drei ersten Fällen war die Exposition gleich groß; im Fall 4 wurde die doppelte Intensität (bei gleicher Zeit) angewandt. Im Fall 1 zeigt sich ein sehr schwacher violetter Schleier. In den Fällen 2–4 waren die Kopien schleierfrei. Die Bildfarbe war in den Fällen 1 und 2 rein schwarz, im Fall 3 bräunlich-schwarz, im Fall 4 braun. Die Auswertung ergab

Entwickler	γ	$\delta\tau$	K
1	3,52	<0,01	0,3
2	2,57	0,01	0,3
3	2,88	0,01	0,3
4	1,93	0,01	0,3 ₅

Außer im letzten angeführten Falle, in dem das Bild eine ausgesprochen braune Farbe aufwies, zeigt sich also auch hier die Unveränderlichkeit der Goldberg-Konstante. Ihr niedrigerer Wert lehrt uns, daß das Auflösungsvermögen des Sunotyp-kleiner ist als das des Bromosa-Papiers.

Die Kenntnis der Goldberg-Konstante erlaubt uns nun die Berechnung des optimalen Gradienten, d. h. des Gradienten, bei dem das Bild eine gleich gute Detailwiedergabe zeigt wie das in ihm dargestellte Objekt. Identische Detailwiedergabe verlangt:

$$D_t = D_o.$$

dann folgt aus Gleichung (1):

$$1 = K \cdot G_{\text{opt}},$$

$$\text{also: } G_{\text{opt}} = \frac{1}{K}.$$

Ein ideales Negativ ($\gamma = 1$) vorausgesetzt, muß daher ein mit $\gamma = G_{\text{opt}}$ hervorgerufenes Entwicklungspapier ein befriedigendes Bild liefern. Nehmen wir als Beispiel wieder das Bromosa-Papier, für das wir $K = 0,4$ gefunden haben. Daraus ergibt sich, daß der optimale Gradient = 2,5 ist, und in der Tat wird in der Gebrauchsanweisung ein Entwickler vorgeschrieben, der $\gamma = 2,3$, also annähernd den berechneten Wert liefert.

Besonders interessant ist es, daß es Entwicklungspapiere gibt, die zwar $K = \text{etwa } 0,4$ zeigen, die aber bei normaler Entwicklung (Metol-Hydrochinon) ein so niedriges Gamma liefern, daß die Bilder ästhetisch nicht befriedigen. Ein Beispiel für diesen Typ stellt das Mimosa-Gravüre-Papier dar. Für meine Versuche benutzte ich eine eigens zu diesem Zweck auf glänzendem Barytpapier aufgetragene Emulsionsschicht. Die Bestimmung der Goldberg-Konstante bei Entwicklung mit Metol-Hydrochinon sowie mit Metol-Sulfit (vgl. den oben unter 1. angegebenen Entwickler dieser Art) ergab $K = 0,4$; da aber das Papier mit Entwicklern dieser Art viel zu weich arbeitet ($\gamma_{\infty} = 1,4$), schreibt die Gebrauchsanweisung eine Art physikalische Entwicklung vor, bei der der gesamte Haloidsilbergehalt der Schicht durch Zusatz von haloidsilberlösenden Salzen zum Entwickler zur Bilderzeugung herangezogen wird. Man setzt z. B. zu 100 cm³ üblichem Metol-Hydrochinon-Entwickler 0,5 g Natriumthiosulfat. Hierin wird drei Minuten lang entwickelt, dann zwecks Unterbrechung in einem Eisessigbad (1 + 100) eine Minute lang gebadet, eine Minute lang gewaschen und im sauren Fixierbad (1 + 10) 15 Minuten lang fixiert. Da die physikalisch entwickelnde Wirkung des Entwicklungsbades zunimmt in dem Maß, in dem es sich an Silbersalz anreichert, wurden die Kopien (13 × 18 cm) serienweise, immer je vier Blatt gleichzeitig, nacheinander fertiggestellt. Im ersten Stadium lieferte der Entwickler $\gamma = 1,6$ (bei schwachem Schleier), vom zweiten Stadium ab waren die Bilder schleierfrei. Es ergab sich:

2. Stadium	Gamma 1,8
3. " "	1,9
4. " "	1,9

Nun hatten die Bilder den von der Theorie geforderten Gradienten gleich etwa 2, und sie wirken dadurch ästhetisch besonders befriedigend, weil das Gravürepapier einen bedeutend größeren Kopierumfang besitzt als die üblichen Entwicklungspapiere des Handels.

Es ist bekannt, daß, wenn

G_N den Gradient im Negativ,
 G_p " " " Positiv,
 G_{Bild} " " " Bild

bezeichnet, die Beziehung $G_{\text{Bild}} = G_N \cdot G_p$ zutrifft.

Diese Gleichung wurde von mir zuerst 1920 aufgestellt⁴⁾. Die Priorität gebührt allerdings, wie ich erst später aus einer Arbeit von L. A. Jones entnahm, A. W. Porter und R. E. Slade⁵⁾. Nun hat man aber bis in die jüngste Zeit den Fehler begangen, $G_{\text{Bild}} = 1$ zu setzen — und dann konnte die Gleichung für Aufsbilder natürlich nicht stimmen!

Setzt man aber $G_{\text{Bild}} = G_{\text{opt}}$ ein, so erhält man $G_P = \frac{G_{\text{opt}}}{G_N}$, also $G_P = \frac{1}{K \cdot G_N}$, oder setzen wir für G γ ein, was annähernd, wenigstens für den mittleren Teil der Kurve, stets zutrifft,

$$\gamma_P = \frac{1}{K \cdot \gamma_N}$$

Mit Hilfe dieser Formel können wir berechnen, welches Kopiermaterial für ein jeweils vorliegendes Negativ, dessen γ_N bekannt ist, am besten geeignet ist. Dies wird nämlich dann der Fall sein, wenn das Papier bei normaler Entwicklung den Gradienten $\frac{1}{K \cdot \gamma_N}$ liefert.

Umgekehrt können wir auch ableiten, für welchen Negativtypus sich ein Papier, dessen Konstanten wir kennen, am besten eignet. Greifen wir auf das oben

⁴⁾ Photogr. Korrespondenz 1921, 151.

⁵⁾ Philos. Magazine 1919, 38, 181, nach Brit. Journ. Photography 1920, 330.

beschriebene Sunotyp als Beispiel zurück. Bei normaler Entwicklung ist hier $\gamma_P = 3,7$, $K = 0,3$, daraus folgt $\gamma_N = 0,9$.

Das Papier eignet sich also am besten für weiche Negative, die auf Bromosa-Papier zu weiche Kopien liefern würden.

Die folgende Tabelle stellt übersichtlich dar, wie man das dem Charakter des jeweils vorliegenden Negativs entsprechende Kopiermaterial ermittelt. Es sei dazu bemerkt, daß Bromsilberpapiere meist $K = 0,4$, Gaslichtpapiere für Amateure meist $K = 0,3$ haben.

Tabelle für γ_P :

	γ_N		
	0,9	1	1,1
$K = 0,3$	3,7	3,3	3
$K = 0,4$	2,8	2,5	2,3

Die hier als Beispiel geschilderten Papiere (Bromosa und Sunotyp, hart) stellen somit die äußersten Glieder der Reihe dar, und ich habe sie deshalb gewählt, weil dann der bei der Bestimmung der Goldberg-Konstante mittels der Detailplatte unvermeidliche relativ große Fehler das Endresultat am wenigsten beeinträchtigt und die zweifellos bestehende Gesetzmäßigkeit am deutlichsten hervortritt. [A. 187.]

Über Probleme der stofflichen Holzforschung. II.^{*)}

(Im Anschluß an die Waldernte und die Holstechnik.)

Von Prof. Dr. H. WISLICENUS, Tharandt.

(Eingeg. 16. Oktober 1928.)

Inhalt: A. Chemisch-technische Verfahren zur Erhaltung und Veredlung des stehenden und geschnittenen Holzes (besonders zur Trocknung und Reifung). — B. Durchgreifende Zerlegung und Verwandlung des Rohstoffes Holz (Verkohlung; Destillation; Gewinnung von Zellstoff, Lignin und Extraktstoffen). — C. Probleme sonstiger Holzplanzennutzung.

Über chemisch-technische Probleme der Holzforschung wurden in Tharandt seit längerer Zeit Versuchsarbeiten vorgenommen, aber erst teilweise abgeschlossen und veröffentlicht. Sie schließen sich zum Teil unmittelbar an die Waldernte oder an die Vorbereitung des Fällens und der Nutzung an. Den Schlüssel zu einer neuen holzchemischen Technologie bildet m. E. die Umgehung des sehr schwierigen Eindringens von Flüssigkeiten in das trockene, tote Holz. Dieses Problem taucht bei allen chemischen Einzelproblemen auf. Die Imprägniertechnik, die Zellstofffabrikation und andere Holzaufschlußverfahren drücken stets die Reaktionsflüssigkeiten mit hohen Drucken (5 bis 10 Atm. und mehr) in die Holzschnittstücke ein.

A. 1. Die zweckmäßige Tränkung (Imprägnierung) der Hölzer mit a) baktericiden, fungiciden und zoociden Mitteln zur Konservierung und b) mit feuerfest machenden Imprägnierungsmitteln hat bisher nur die Forderungen der Konservierung von Bahnschwellen, Leitungstangen und Grubenhölzern erfüllt, nicht aber das große Problem des Feuerfestmachens aller Bau- und Möbelhölzer. Die Entwicklung vom primitiven Boucherie-Kupfervitriolverfahren hat eine Vervollkommnung nach zwei Seiten erfahren, die Vereinfachung im Sublimat- und Fluorid-Kyanisierungsverfahren für Stangenhölzer und das Teeröl-Dampfdruckkesselverfahren für Schwellen mit der bekannten Verbesserung der Rüping-Spartränkung. Mit

diesen letzten Fortschritten ist namentlich das Holz der Rotbuche durch 8- bis 12fache Dauererhöhung zum herrschenden Material der Eisenbahnschwellentechnik über die von Natur dauerhafteren Hölzer (Eiche, Kiefer) herausgehoben worden. Mit diesem Verfahren könnte wohl auch die noch ungelöste Tränkung von Balken-, Bau- und Möbelhölzern aller Art mit Feuersicherungsmaterial erreicht werden, da sich damit auch der Kern der Koniferen tränken läßt. Aber auch hier wird der Weg über eine Gasimprägnierung neue Aussichten bieten. Hierfür müssen noch Gas-tränkungsmittel gefunden werden. Mit „Versteinerungsflüssigkeiten“ sind schon sehr zahlreiche und leider erfolglose Versuche angestellt worden¹³⁾, um innerhalb des Holzes unverbrennliche anorganische Stoffe durch Zersetzung, Salzbildung aus Imprägnierlösungen abzulagern, das Holz also gewissermaßen künstlich zu versteinern. Dies kann m. E. nur in geradezu geologischen Zeitläufen gelingen, weil auf dem Weg ins Holzinne die zuerst abgelagerten Schleime oder Niederschläge dem weiteren Eindringen sehr rasch Halt gebieten, auch bei dünnsten Lösungen. M. E. gibt es folgende Versuchswege:

a) Mit hohem Dampfdruck durchgeführte Drucktränkung mit Silicofluoriden, welche erst in einer feuchten Nachbehandlung innerhalb des Holzes festes, unverbrennliches, anorganisches Material, Kieselsäure aus dem Magnesiumsilicofluorid und aus Calciumfluorid

¹³⁾ Vgl. Bub-Bodmer u. Tilger, Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis 1922, 378 u. f. (Künstliche Versteinerung des Holzes.)

^{*)} Den I. Teil s. diese Ztschr. 41, 1312 [1928].