

gefärbt waren. Von diesen wies der Brotbeutelstoff nach 4 Monaten keine Veränderung auf, der Zeltstoff war nur etwas heller und eine Spur blauer geworden. Auch hierbei finden wir unsere neuen Untersuchungen bestätigt und die überlegene Echtheit der neuen Baumwollküpenfarben gegenüber den Schwefelfarben bewiesen.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß sowohl für wollene Tuche als auch für baumwollene Ausrüstungsstücke der deutschen Textilindustrie heute Farbstoffe und Färbe-methode zur Verfügung stehen, welche es ihr gestatten, der Militärverwaltung diese Waren in bester Echtheit zu liefern.

Die heute noch bestehenden Lieferungsbedingungen und Abnahmeverordnungen sind aber noch nicht so ausgebaut, daß nur das beste Färbeverfahren und die echtesten Farbstoffe für Heereszwecke Verwendung finden. Auch mindergute Färbungen müssen auf Grund der heutigen Vorschriften von den Bekleidungsämtern angenommen werden, weil sie eben diesen Vorschriften entsprechen. Solche Färbungen sind es aber vor allem, welche dann Grund zu Klagen über mangelnde Echtheit beim Tragen und beim Gebrauch der feldgrauen Uniformen und Ausrüstungsstücke geben. Diese Klagen werden erst dann verschwinden, wenn die Lieferungsbedingungen und Abnahmeverordnungen so abgefaßt sind, daß wenig tragechte Färbungen schon bei der Abnahmeprüfung als solche erkannt und zurückgewiesen werden können.

Es wäre als ein erfreulicher Fortschritt zu begrüßen, wenn die noch ausstehenden Anordnungen, welche zur Durchführung der durch Allerhöchsten Erlaß vom 21./9. 1915 befohlenen Änderungen zu erwarten sind, derartige strengere Vorschriften bringen würden. Im Interesse unseres Heeres darf auch bei der Auswahl der Färbe-methoden und der Farbstoffe für die Uniformen nur der Standpunkt maßgebend sein, daß für unsere Feldfrauen das Beste gerade gut genug ist.

[A. 13.]

Über die Farben und über Ostwalds neues absolutes Farbensystem.

Von Dr. PAUL KRAIS, Tübingen¹⁾.

(Eingeg. 28./1. 1916.)

I. Ansichten eines Farbenchemikers über Licht und Farben.

Ohne auf theoretische Fragen und auf die mathematische Durchleuchtung der heutigen Anschauungen über Licht und Farbe eingehen zu können, weil mir dazu die besonderen Kenntnisse fehlen, seien im folgenden kurz solche Punkte zusammengefaßt, die mir zur Grundlage und als feststehende Anschauungen für meine auf technischem Gebiet liegenden Versuche und Untersuchungen über Farben dienen. An ihnen werde ich festhalten, bis die Forschung mit aller Sicherheit noch klarere, technisch brauchbare Prinzipien aufstellt.

1.

Das Licht ist eine Bewegungsform in Gestalt von transversalen Wellen. Sie muß sich an einer Materie abspielen. Diese Materie ist noch nicht chemisch erfaßt. Es entzieht sich meinem Urteil, ob man sie besser Äther, Elementarquantum, Elektron oder sonstwie nennt.

2.

Bewegungsformen, die denen des Lichtes gleich oder mit ihnen nahe verwandt sind, kennt man in der strahlenden Wärme und in den ultravioletten Strahlungen. Ihnen sind viele hauptsächliche Eigenschaften des Lichtes gleichfalls eigen, insbesondere die geradlinige Fortpflanzung, die Geschwindigkeit der Fortpflanzung (etwa 300 000 km/sek.).

¹⁾ Nach einem am 25. Januar 1916 vor der Tübinger Chemischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag.

die Abnahme der Stärke im Quadrat der Entfernung, die Brechbarkeit und Reflektierbarkeit, die Beug- und Polarisierbarkeit und endlich die Z e r s t r e u b a r k e i t (Dispersion), wenn Wellen verschiedener Länge gemischt vorhanden sind.

3.

Die Wellenlängen der drei Bewegungsarten strahlende Wärme, Licht und ultraviolette Strahlung sind auf verschiedene Weise übereinstimmend und genau gemessen worden. Im Sonnenspektrum geht das Spektrum der strahlenden Wärme von der Wellenlänge $5300 \mu\mu^2$) bei etwa 760 $\mu\mu$ in das sichtbare farbige Spektrum hinein, greift darin über und hat sein Intensitätsmaximum im Gelb. Andererseits beginnen die ultravioletten Strahlen auch bereits im farbig sichtbaren Teil des Lichtspektrums, dessen Ende bei etwa 400 $\mu\mu$ liegt, und sind bis zu einer Wellenlänge von etwa 100 $\mu\mu$ gemessen.

4.

Man nimmt an, daß beim absoluten Nullpunkt der Temperatur (also bei -273°) die Bewegungsform Wärme aufhört, ebenso nimmt man an, daß bei absoluter Finsternis die Bewegungsform Licht = 0 ist.

5.

Das Licht kann dem Auge auf zweierlei verschiedene Weise begegnen:

a) unvermittelt (direkt) von der strahlenden Lichtquelle aus, nachdem es zwischen dieser und dem Auge durch ein farbloses, gefärbtes oder getrübtes Medium gegangen ist³⁾.

b) vermittelt (indirekt), als zurückgeworfenes, reflektiertes Licht.

In allen Fällen aber wird es unserem Auge entweder Grau bis weiß oder mehr oder weniger ausgeprägt farbig erscheinen. Alles Licht also, das nicht reinweiß oder rein (neutral) grau ist, erscheint gefärbt.

6.

Rein weißes Licht im physikalischen Sinn müßte meines Erachtens entstehen durch Summierung aller sichtbaren farbigen Strahlen in gleicher Intensität.

Aber sowohl am Sonnenspektrum wie am Spektrum fester und flüssiger Körper in glühendem Zustand findet man, daß die relative Verteilung der farbigen Strahlen nach ihrer Intensität nicht gleichmäßig ist, sondern von Rot nach Gelbgrün eine große Steigerung, etwa von 3 auf 100 erfährt, und ebenso von Gelbgrün nach Violett eine große Abnahme etwa von 100 auf 1. Demnach gibt es keine natürliche Lichtquelle, die uns ein im obigen Sinne rein weißes Licht spendet.

Um ein Bild zu gebrauchen: Ein Tönegemisch, das mutatis mutandis dem rein weißen Licht entspräche, würde entstehen, wenn sämtliche Tasten eines Klaviers gleich stark und zugleich angeschlagen würden, eines Klaviers, das alle Töne, vom tiefsten bis zum höchsten enthält, die unser Ohr wahrnehmen kann.

Beim Sonnenspektrum aber, das wir ja immer wieder als Hauptbeispiel anwenden (ebenso wie wir das Sonnenlicht bzw. das zerstreute Tageslicht am liebsten bei der Beobachtung von Farben gebrauchen), liegen die Verhältnisse in zweifacher Weise anders als bei dem oben gedachten Monstrum eines Klaviers. Denn erstens fehlt beim Sonnenspektrum eine beträchtliche Anzahl von Tönen ganz, das sind die dunklen Linien, die man als F r a u n h o f e r sche Linien bezeichnet. Zweitens ist die Stärke des Anschlags, also die Intensität des Tons in der Mitte des Spektrums sehr viel stärker, als gegen die beiden Enden hin.

Eine Annäherung an rein weißes Licht könnte man dadurch erhalten, daß man komplementäre Paare oder Trios, Quartette usw. gleich intensiver Spektralfarbenbündel mischt. Es wäre interessant, die physiologischen Wirkungen wenigstens dieser weißen Lichter im Vergleich zum Sonnenlicht zu kennen.

²⁾ Millionstel Millimeter.

³⁾ Streng genommen ist auch dieses Licht nicht als unvermittelt zu bezeichnen; hier soll nur der grundsätzliche Unterschied zwischen direktem und reflektiertem Licht hervorgehoben werden.

7.

Das menschliche Auge ist nicht befähigt, scharfe Unterschiede zu machen, sobald es sich nicht um einheitliche, sondern um zusammengesetzte Lichterscheinungen handelt. Das Auge kann einzelne Bestandteile einer Lichterscheinung nicht analysieren, etwa wie das Ohr ein Gemisch von Tonwellen verschiedener Länge zerlegen kann. Das Auge empfängt von jeder Licht- oder Farbenerscheinung nur einen Gesamteindruck.

Ferner ist das Auge nur bis zu gewissen Grenzen nach Hell und nach Dunkel hin imstande, Farben zu unterscheiden. Bei zunehmender Dämmerung entzschwinden die Farben nach Grau und Schwarz hin, bei zunehmender Helligkeit nach Weiß. Außer diesen Unsicherheiten ist das Auge einer Anzahl von subjektiven Täuschungen unterworfen, die hauptsächlich durch Gegensätze ausgelöst werden. Man unterscheidet positive und negative, sukzessive und simultane Kontrastwirkungen.

8.

Indirektes Licht ist nie einheitlich, es sei denn, daß das bestrahrende Licht monochrom ist, also nur aus Licht von nahezu einer Wellenlänge besteht. (Wie z. B. das sog. Natriumlicht.)

Die Farben, die wir im Tageslicht sehen, sind daher immer Mischungsscheinungen. Was wir sehen, ist nur eine mehr oder weniger starke, klare, helle oder gedeckte, trübe, weißliche oder schwärzliche Farbe.

Die drei Verunreinigungen sind:

a) Schwarz, also Anteile, die weder Weiß, noch Farbe reflektieren.

b) Weiß, also Anteile, die alle Farben reflektieren.

c) Nebenfarben, Anteile, die andere Farben reflektieren, als die Hauptfarbe des betr. Körpers⁴⁾.

Wenn vorwiegend nur Weiß oder nur Schwarz die Verunreinigung bilden, so wird die Farbe weniger abgestumpft, als wenn beide in größerer Menge, als Grau vorhanden sind. Grau kann auch dadurch entstehen, daß die Nebenfarben als komplementäre Paare, Trios usw. vorhanden sind und sich untereinander oder mit Anteilen der Hauptfarbe zu Grau addieren.

Die Nebenfarben wirken um so weniger abstumpfend auf die Hauptfarbe, je näher sie ihrem Charakter (ihrer Stellung im Spektrum nach) bei der Hauptfarbe stehen. Die Hauptfarbe müssen wir uns spektralanalytisch nicht etwa als eine Linie, sondern als ein mehr oder weniger breites Band vorstellen.

Die Nebenfarben sind vielleicht die Ursache dafür, daß wir bestimmte Farbkörper ihrem eigentümlichen Farbton nach in der Erinnerung festhalten können. Mit einiger Übung kann der Maler oder der Farbentechniker Farben wie Kobaltblau, Kupferlasur, Ultramarin, Berlinerblau voneinander unterscheiden, ebenso wie der Musiker und der musikalisch Veranlagte Flöte, Klarinette, Oboe und Fagott an ihrer Klangfarbe unterscheiden kann, auch wenn sie den gleichen Ton blasen. Daran sind die Obertöne und Nebenräusche schuld, die diesen Instrumenten eigen sind.

Ebensowenig, wie es bisher gelungen ist, den Ton einer Geige oder gar der menschlichen Stimme mit anderen Mitteln getreu nachzuahmen, ebensowenig gelingt es, den Ton des Zinnobers, des Ultramarins oder des Schweinfurtergrüns nachzubilden. Deshalb müßte man hier nicht von Farbton, sondern von Farbklang reden, da ja doch einmal die Begriffsübertragungen auf dem Farbengebiet so häufig sind; denn auf keinem Gebiet ist unsere Sprache ärmer, als auf dem der Farbe.

9.

Das Mischen der Farben. Je mehr Farben zusammengemischt werden, und je weiter die Spektralbänder der die

⁴⁾ Unter „Anteilen“ sind nicht etwa chemische Teile des betr. Körpers, sondern optische Anteile verstanden. Es ist selbstverständlich, daß bei dieser Zusammenstellung von den Störungen und Veränderungen des Farbtons, die etwa durch Glanz und Spiegelwirkungen, Fluorescenz, Polychroismus, Oberflächenfarbe usw. entstehen, ganz abgeschenkt wird.

Mischung bildenden Hauptfarben auseinanderliegen, desto mehr geht die Eigenart der Komponenten verloren; Haupt- und Nebenfarben erleiden eine mehr und mehr vollständige Addition zu Grau. Ein gleiches beobachten wir, wenn eine Anzahl von Musikinstrumenten verschiedener Klangfarbe den gleichen Ton spielen, es entsteht immer mehr Geräusch, das dem Grau vergleichbar ist, schließlich (wie z. B. in dem Riesentriller in b-moll am Schluß der Oper *Mona Lisa*) hört man gerade noch den Grundton (die Hauptfarbe), sonst nur Geräusch⁵⁾.

II. Ostwalds absolutes Farbensystem.

Wilhelm Ostwald ist seit etwa der Mitte des Jahres 1914 damit beschäftigt, eine Bitte des Deutschen Werkbundes zu erfüllen, die zunächst dahin ging, einen internationalen Farbatlas zustande zu bringen. An dieser Aufgabe haben sich schon viele die Köpfe zerbrochen. Im Werkbund ist der Farbatlas schon seit 1911 ein Thema, zu dessen Behandlung eine Kommission eingesetzt war, bei deren Sitzungen die Herren Baumann, Kallab, Langhein, Schnebel ihre Systeme vorführten. Aber keines wollte so recht genügen, jedem hafteten Fehler und Mängel an, was wohl hauptsächlich seinen Grund darin hatte, daß damals noch keine genügende Klarheit über das Farbenproblem vorhanden war.

Ich habe im Januar 1914 versucht, die vorhandenen praktischen Vorschläge zur Systematik und Messung der Farbtöne kritisch zu schildern (Angew. Chem. 27, I, 25ff. [1914]).

Ein frischer Zug ist in die damals ziemlich verfahrenen und unerquicklichen Angelegenheit hineingekommen, seit Ostwald sich damit beschäftigt. Es bedarf ja kaum der Erwähnung, daß mit ihm nicht nur ein genialer Naturforscher, sondern auch ein kompetenter Sachverständiger auf dem Farbengebiet gewonnen war — man denke nur an seine Malerbriefe — Hirzel, Leipzig 1904 — und an Churh-Ostwald, „Farben und Malerei“ — Callwey, München 1908.

Ostwald hat zunächst „Leitsätze zur Herstellung eines rationellen Farbatlas“ verfaßt, die in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht wurden (z. B. Angew. Chem. 28, I, 182 [1915]) und als Sonderdruck aus den Techn. Mitt. f. Malerei an die Mitglieder des Werkbunds verteilt wurden. Auffallenderweise sind diese Leitsätze bis jetzt nicht von kompetenter Seite besprochen oder kritisiert worden⁶⁾. Man möchte fast vermuten, daß diese Leitsätze nicht recht verstanden wurden, und doch sind sie sehr klar und bestimmt gefaßt. Ihr Kernpunkt ist, daß jede Farbe durch drei Funktionen ausgedrückt werden kann, sie lauten: *Helligkeit*, *Farbton* und *Reinheit*. Mit diesen drei, wenn sie immer in gleicher Reihenfolge genannt werden (wofür das Merkwort HeFaR dient) kann jeder Farbton durch drei Buchstaben oder Zahlen eindeutig ausgedrückt oder bestimmt werden.

Ostwald hat inzwischen auf dem eingeschlagenen Weg rastlos weitergeforscht. Er hat mir erlaubt, eine Übersicht über seine bisherigen Ergebnisse, die später ausführlich veröffentlicht werden sollen, einzutragen, und so seien im folgenden die wichtigsten Punkte kurz geschildert.

1.

Die Bestimmung der Helligkeit. Mit der Ostwaldschen Grauskala, die von Weiß bis Schwarz in 25 gleichmäßig fortschreitende Schattierungen nach den Buchstaben des Alphabets eingeteilt ist, kann man — unabhängig von der Färbung — die Helligkeit eines jeden Farbtons rasch und genau bestimmen. (Ich habe eine Anzahl von Farbaufstrichen von mehreren Personen bestimmen lassen und fast durchweg genau übereinstimmende Daten erhalten.)

⁵⁾ Im vorgehenden sind mehrmals Bilder aus der Musik zum Vergleich herangezogen worden. Ich betone, daß mir eine weitergehende Vergleichung der Farben mit den Tönen, was Harmonien, Intervalle usw. betrifft, durchaus fern liegt.

⁶⁾ Nur die Farbenzeitung brachte eine anonyme, recht unverständige Kritik.

2.

Versuche mit der Drehscheibe dienten dazu, über die Einstellung von Komplementärfarben, ferner über den Anteil von Schwarz, den jeder Farbaufstrich enthält, Klarheit zu gewinnen. Diese Versuche sind aber mühsam, anstrengend und zeitraubend — letzteres weil man für jede neue Einstellung die Drehscheibe stillsetzen muß. Diese Schwierigkeit hat Ostwald durch einen von ihm erdachten Apparat überwunden. Er benutzt einen für den Zweck eigens hergerichtetes Polarisationsfarbenmischer, dem er den abgekürzten Namen *Pomi* gegeben hat.

3.

Der *Pomi* besteht, kurz gesagt, aus der Kombination eines Wollastonischen Prismas mit einem drehbaren Nicolprisma, unter denen ein weißer Objektisch angebracht ist. Die Beobachtungen werden durch Drehung des Nicols von 0—90° angestellt. Man kann mit dem Pomi zwei nebeneinandergelegte Farbaufstriche in beliebigem Verhältnis optisch miteinander vermischen und die Mischungen mit einer dritten Farbe vergleichen. Man kann also z. B. feststellen, ob zwei Farbaufstriche, wenn sie zu je 50% miteinander vermischt sind, ein neutrales Grau geben. Man kann ferner feststellen, wie der Farbton aussieht, der genau in der Mitte zwischen zwei beliebigen im Farbenkreis nahe beieinander stehenden Farbtönen liegt. Durch diese beiden Beobachtungsweisen ist es überhaupt erst möglich geworden, den Farbenkreis in allen Teilen symmetrisch und gleichmäßig fortschreitend zu konstruieren.

4.

Farbentechnische Fragen hat Ostwald in zwei Abhandlungen besprochen: „Zur Begründung einer Lehre von den Pigmenten“ (Kolloid-Z. 16, 1—4 [1915]) und: „Über Farblacke und Füllfarben“ (Kolloid-Z. 17, 65—78 [1915]). Aus diesen Arbeiten ist viel Anregung zu schöpfen, und sie können als Schulbeispiele für die systematische Anstellung von Versuchen auf dem Farbengebiet dienen. Ein wichtiges praktisches Ergebnis ist die Vorschrift zur Herstellung eines haltbaren Temperabindemittels aus Leimlösung, Chloralhydrat und Mohnöl.

5.

Das absolute Farbensystem. Hierüber hat Ostwald in der Zeitschrift für physikalische Chemie 91, Heft 2 [1916] eine Mitteilung gemacht. *Absolut* nennt er sein System, weil es, unabhängig von den Einheiten der Zeit, des Raumes und der Energie ein ausschließlich auf sich selbst gestelltes System von Größen umfaßt. Diese Größen müssen demgemäß *Urvariable* sein, Variable, die von den anderen ganz unabhängig sind.

Während Ostwald die in den Leitsätzen gewählten beiden Funktionen „Farbton“ und „Reinheit“ als Urvariable beibehält, setzt er statt der dritten, der Helligkeit, eine andere Funktion: das *Grau*.

a) *Die Reinheit.* Der höchste Grad der Reinheit eines Farbtons kann nur (vgl. die Leitsätze) an Spektralfarben von mittlerer Helligkeit beobachtet werden. Solche Farben kommen für das praktische Leben nicht in Betracht, weder als Lichtfarben im direkten, noch als Oberflächenfarben im reflektierten Licht. Deshalb ist jeder praktische Farbton nach Ostwald ein Gemisch aus dem farbigen mit einem weißen, schwarzen, meist aus beiden bestehenden grauen Anteil.

Die Reinheit läßt sich als echter Bruch (in dem der Zähler kleiner ist als der Nenner) ausdrücken; der farblose Anteil ist die Ergänzung dieses Bruchs zur Einheit; das Grau ist das Verhältnis $\frac{\text{Weiß}}{\text{Weiß} + \text{Schwarz}}$ im farblosen Anteil.

Beweis.

Wenn man einen farbigen Körper, z. B. eine Orange, innerhalb der Projektion eines Sonnenspektrums hin- und herbewegt, findet man, daß die Orange zwei extreme Punkte der Helligkeit durchläuft, einen hellsten (h_1) und einen

dunkelsten (h_2), im letzteren wird sie fast schwarz erscheinen. Schematisch dargestellt, wird der Versuch etwa so ausfallen:

| Rot | Orange | Gelb | Grün | Blau | Violett |
|-----|--------|------|------|------|---------|
| | h_1 | | | | h_2 |

Setzt man die Reinheit = f , Weiß = w , Schwarz = s , Grau = $\frac{w}{w+s}$, so ist $f+w+s=1$; ferner ist $h_1=f+w$ und $h_2=w$, weil bei h_2 das f durch die komplementäre Wirkung der dort den Farbkörper bestrahenden Farbe aufgehoben wird. Demnach ist ferner $f=h_1-h_2$ und $1-h_1=s$.

Statt diese Versuche mit Spektralfarben zu machen, kann man sie noch bequemer mit Lichtfiltern anstellen, die nur bestimmte Teile des Spektrums durchlassen⁷⁾. Die bisher von Ostwald erzielte höchste Reinheit einer reflektierten Farbe war kleiner als 0,9, im allgemeinen erreicht man bei warmen Tönen bis zu 0,8, bei kalten höchstens 0,6.

b) *Das Grau.* Statt mit $w:s$ drückt man das Grau besser durch den Bruch $\frac{w}{w+s}$ aus. Man findet durch Umrechnung, daß $\frac{w}{w+s} = \frac{h_2}{1+h_2-h_1}$ ist.

c) *Der Farbton.* Als solcher wird lediglich der Ort im Farbenkreis bezeichnet, dem die Farbe angehört. Ostwald teilt den Farbenkreis von Gelb über Orange, Rot, Violett, Blau, Grün und wieder zu Gelb fortschreitend in 100 gleiche Teile. Er findet die Verteilungspunkte der Farbtöne auf dem Kreis durch die Benutzung zweier Prinzipien: 1. des Prinzips der Komplementärfarbenpaare, indem zwei auf dem Kreis einander polar gegenüberstehende Farbtöne in der Weise komplementär sein müssen, daß sie in additiver Mischung ein neutrales Grau geben.

Als zweites Prinzip dient das der „inneren Symmetrie“, nach dem das Fortschreiten der Töne auf dem Kreis dadurch gleichmäßig gestaltet wird, daß ein in der Mitte zwischen zwei nicht zu weit voneinander entfernten Farbtönen gelegener Ton genau der Mischung gleicher Mengen dieser beiden Töne entspricht⁸⁾.

Nach Ostwalds absolutem System wird also jeder Farbton durch folgende drei Funktionen eindeutig bestimmt:

1. Reinheit, d. h. Anteil an Farbe.
2. Grau, d. h. Verhältnis $\frac{\text{Weiß}}{\text{Weiß} + \text{Schwarz}}$ im farblosen Anteil.
3. Farbton, d. h. Ort im Farbenkreis. [A. 15.]

Die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der anorganischen Großindustrie im Jahre 1915.

Von HERM. VON KÉLER, Leverkusen.

*Salpetersäure.*3. *Aus Ammoniak.*

(Fortsetzung von S. 120.)

Die Höchster Farbwerke⁵⁶⁾ mischen dem Ammoniak nur so viel Luft zu, daß nach der Oxydation und Abscheidung der gebildeten Stickstoff-Sauerstoffverbindungen nur reiner Stickstoff übrig bleibt. Dieser kann zur Ammoniaksynthese verwendet werden. So arbeitet Höchst z. B. mit Ammoniakgasen von 10—14½ Vol.-% NH₃.

Bei der Erzeugung von Stickoxyden aus Ammoniak, speziell zur Verwertung beim Kammerröhrzeß, ist eine Regulierung des Gewinnungsprozesses wichtig. Eine solche erfolgt am besten nach einem Patente der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-

⁷⁾ Als Vorlesungsversuch kann man diese Punkte h_1 und h_2 für verschiedenfarbiges Licht (statt der Orange) am besten so zeigen, daß man einen Farbenkreis im verdunkelten Raum mit monochromem Licht (Natriumflamme) beleuchtet.

⁸⁾ Die Reinheit solcher Mischungen ist naturgemäß immer etwas geringer als die der unvermischten Töne. Der Farbton läßt sich aber nach dem Gesagten unabhängig von der Reinheit feststellen.

⁵⁶⁾ D. R. P. 286 751; Angew. Chem. 28, II, 508 [1915].