

benbewegung das Rohr durchströmt. Würde man sie aus mehreren Öffnungen oder gleichmäßig im ganzen Umfange zuströmen lassen, so würde der Lichtbogen ganz geradlinig brennen. Ich bitte Sie, zu beachten, daß der Lichtbogen den Draht während des Brennens nicht berührt, sondern nur bei der Zündung.

Bei dem anderen Apparat ist kein Draht im Innern des Rohres angebracht. Hier muß ich den Lichtbogen dadurch anzünden, daß ich den Abstand zwischen den beiden Elektroden durch vorübergehende Verbindung mittels eines Drahtes überbrücke. Die Lichtbögen in den kleinen Apparaten verbrauchen ungefähr 4 Amp. bei 3000 Volt, also rund 16 PS elektrische Energie. Das Produkt, das hierbei entsteht, sehen Sie in den eingeschalteten Schauflaschen als gelbbraunen Dampf.

Bekanntlich bildet sich im Lichtbogen primär farbloses Stickoxyd, daß sich dann beim Abkühlen infolge des überschüssig vorhandenen Sauerstoffs weiter zu NO_2 oxydiert. Im Großbetrieb werden diese nitrosen Gase, nachdem sie zuvor zur Heizung von Dampfkesseln gedient und sich hierbei abgekühlt haben, durch Rieseltürme mit Wasser geschickt, wo sie sich in Salpetersäure umwandeln, die zur Auflösung von Kalkstein dient. Es resultiert so eine Lösung von salpetersaurem Kalk, die mittels Dampf im Vakuum eingedampft wird. Dieser Kalksalpeter ist als Düngemittel dem Chilesalpeter in jeder Beziehung ebenbürtig, auf kalkarmen Böden sogar überlegen.

Nachdem in den Jahren 1905/07 die Einzelheiten unserer Öfen in Ludwigshafen mit immer größeren Energiemengen ausprobiert waren, setzten wir im Herbst v. J. in Christianssand in Südnorwegen eine Versuchsfabrik mit 2000 PS. in Gang, um im Dauerbetrieb unsere Öfen zu erproben. Dort in Christianssand sind jetzt drei Öfen in ständigem Betrieb. Die Länge der Flamme beträgt ca. 5 m, ihr Energieinhalt etwa 600 PS., vorübergehend haben wir auch schon einen Ofen von 700 Kw., also annähernd 1000 PS. in Betrieb gehabt. Diese riesigen Lichtbögen sind genau so leicht und sicher im Brennen zu erhalten, wie die viel kleineren, die ich Ihnen hier vorführte. Es ist das um so überraschender, wenn man bedenkt, daß in ihnen Wechselstrom von 50 Perioden zum Ausgleich kommt, daß also der Strom hundertmal in der Sekunde aussetzt, jedesmal wenn er den Nullwert passiert, um dann sofort die lange Bahn in entgegengesetzter Richtung wieder zu durchfließen, ohne daß eine Neuzündung nötig wurde. Diese technischen Öfen sehen allerdings etwas anders aus, als die hier vorgeführten Demonstrationsöfen. Bei ihnen wird die Luft in systematischer Weise durch die abgehenden heißen Gase vor ihrem Eintritt in das eigentliche Elektrodenrohr auf ca. 500° vorgewärmt. Das Prinzip ist aber schließlich das gleiche. Wesentlich für den guten Effekt ist außerdem eine richtige Dimensionierung der Rohre und eine gleichmäßige Luftführung, sowie eine gute Kühlung im oberen Teil, wo die Gase abgeschreckt werden müssen. Das läßt sich alles bei unseren Öfen, wie Sie sehen, ganz besonders leicht ausführen. Die Haltbarkeit der Öfen ist eine sehr große. Der einzige Teil, der einem schnelleren Verschleiß unterworfen ist, ist die untere Elektrode, die wir bei den technischen Öfen übrigens

noch besonders mit Wasser kühlen. Sie kann in ihrer einfachsten Form wie bei den hier stehenden Demonstrationsöfen, aus einem nachstellbaren Eisenstab bestehen; es können aber auch andere Materialien, auch Leiter zweiter Klasse, z. B. Zirkinoxyd, als Elektroden Verwendung finden.

Unser Verfahren zeichnet sich vor allen anderen bekannten Verfahren dadurch aus, daß es bei einer vorzüglicher Ausnutzung der elektrischen Energie gleichzeitig relativ hohe Gaskonzentrationen ergibt, wodurch die Absorption wesentlich erleichtert wird. Die Apparatur ist außerordentlich einfach und billig. Bewegliche Teile, kostspielige Magnete u. dgl. sind nicht vorhanden, und infolge des ruhig brennenden Lichtbogens ist auch der elektrische Leistungsfaktor hoch.

Nicht lange mehr wird es dauern, bis überall, wo die Verhältnisse es gestatten, Salpeterfabriken entstehen. Es dürfte allgemein bekannt sein, daß wir uns mit den Besitzern des Birkeland-Eydeshen Verfahrens zu gemeinsamer Arbeit vereinigt haben. In Norwegen befinden sich bereits 120 000 PS. für diesen Zweck im Ausbau. Die neue Industrie ist allerdings an das Vorhandensein besonders billiger Kraftquellen gebunden, aber gerade dadurch leistet sie Pionierdienste und erschließt der Industrie Gegenden, die ohne das plötzlich auftauchende Bedürfnis nach großen Mengen billiger Energie noch viele Jahrzehnte im Dornröschenschlaf geschlummert hätten.

Die physikalische Farbenanalyse.

Von F. V. KALLAB.

(Eingeg. 10./6. 1908.)

Man darf wohl behaupten, daß die Farbenlehre eine universelle Bedeutung besitzt. Trotzdem fristet sie ein Aschenbrödeldasein, weil ihre Erlernung auf theoretischem Wege ohne gleichzeitige Vornahme praktischer Versuche beschwerlich ist. Abhilfe bietet hier ein kleiner, einfacher durch D. R. P. Nr. 193 814 und 198 449 geschützter Apparat, dessen Vorführung der Zweck des Vortrages ist.

Einleitend sei bemerkt: Man hat stets streng zu unterscheiden zwischen farbigen Lichtstrahlen, wie sie durch Zerlegung des weißen Sonnenlichtes z. B. mittels eines Glasperismas entstehen (Spektrumfarben) und Farbstoffen bzw. farbigen Körpern. Während durch Wiedervereinigung der Spektrumfarben Weiß entsteht: additive Farbenmischung, erhält man durch Mischen äquivalenter Mengen von Farbstoffen Schwarz: subtraktive Farbenmischung. Nur letztere kommt bei der vorliegenden „physikalischen Farbenanalyse“ in Betracht.

Weiter ist daran zu erinnern, daß wir drei Hauptgruppen von Farben zu unterscheiden haben:

1. Die Grundfarben oder die primären Farben (Farben erster Ordnung) Rot, Gelb und Blau.

2. Die sekundären Farben oder Farben zweiter Ordnung: Orange, Grün und Violett, entstehend durch Mischung von je zwei Primärfarben.

3. Die tertiären Farben oder Farben dritter Ordnung, wie Schwarz, Bordeaux, Braun, Oliv usw.,

hergestellt aus den drei Primärfarben oder aus je einer primären und einer sekundären Farbe.

Außerdem sind die Komplementärfarben zu erwähnen. Es sind dies Farbenpaare, die nebeneinander gestellt, ähnlich wie die drei Primärfarben, harmonische Kontraste ergeben, dagegen in entsprechenden Mengenverhältnissen miteinander gemischt, sich zu Schwarz bzw. Grau ergänzen. Hauptsächlich sind hier zu nennen: Rot und Grün, Gelb und Violett, sowie Blau und Orange, demnach stets je eine primäre und eine sekundäre Farbe, so daß immer die drei Grundfarben Rot, Gelb und Blau vertreten sind.

Um die Zusammensetzung von Mischfarben in physikalischen Sinne, und zwar bezogen auf die drei Grundfarben Rot, Gelb und Blau oder je einer primären und der ihr entsprechenden sekundären Farbe bei gleichzeitiger Vorführung dieser Bestandteile in einfacher und handlicher Weise festzustellen, gab es bisher kein geeignetes Verfahren. Mittels des Kallab'schen Apparates läßt sich dies in einfachster Weise erreichen.

Der Apparat besteht aus drei gegeneinander verstellbaren durchsichtigen, kreisrunden Platten, auf deren Flächen konzentrische rote bzw. gelbe resp. blaue durchsichtige Ringe aufgetragen sind. Die einzelnen Ringe sind nicht gleichmäßig gefärbt, sondern sie zeigen stufenweise Abtönungen, so daß jeder Farbring dadurch gleichmäßig in eine beliebige Zahl von Ringstreifen geteilt ist. Die Ringe sind in verschiedenen Abmessungen und Entfernungen angeordnet, wobei nächst dem Zentrum Platz für eine darüber zu legende Grauskala gelassen ist. Die Platten ruhen übereinander auf einer senkrechten Welle.

Beim Übereinanderlegen der drei Platten überdecken sich die in ihrer peripherischen Ausdehnung skalenförmig verlaufenden farbigen Streifen teilweise und zeigen daher sowohl die Grundfarben, wie auch die sekundären Farben in der Reihenfolge der Regenbogenfarben, während in der am Rande befindlichen Mischungszone die tertiären Mischfarben erscheinen. Zu betonen ist, daß die sechs Regenbogenfarben einen ihrer Lichtwertigkeit entsprechenden Raum einnehmen. Dadurch resultiert ein das Auge stets befriedigendes, harmonisches Farbengesamtbild, das selbst bei längrem Betrachten das Auge weder ermüdet, noch irritiert und daher die richtige Beurteilung der Farbtöne erleichtert. Die Disposition der sieben farbigen Streifen entspricht folgendem Schema:

		Rot-scheibe	Gelb-scheibe	Blau-scheibe	Ergebnis beim Übereinanderlegen
1. Streifen		rot	gelb	blau	schwarz bzw. tertiäre Mischfarben
2. „		rot	—	blau	violett
3. „		—	—	blau	blau
4. „		—	gelb	blau	grün
5. „		—	gelb	—	gelb
6. „		rot	gelb	—	orange
7. „		rot	—	—	rot.

Wird nun ein jeder der farbigen Streifen beispielsweise in 12 skalenförmig abgestufte Abschnitte geteilt, wobei man, wie bei einem Uhrenziffernblatt

mit 1 beginnt und dabei vom dunkelsten bis zum hellsten Farbenton fortfährt, so ergibt sich daraus, daß beim Übereinanderlegen der drei Farbenscheiben in der Weise, daß die einzelnen Töne in den korrespondierenden Stärkeabstufungen einander radial gegenüberliegen, was als „ruhender Zustand“ bezeichnet werden möge, folgendes Bild:

1. Die drei Skalen der primären Farben Rot, Gelb und Blau,

2. die drei Skalen der sekundären Farben Orange, Grün und Violett,

3. die Skala des tertiären Schwarz, das in seinen helleren Abstufungen in Grau verläuft.

Außerdem sind die drei komplementären Farbenpaare leicht ersichtlich. Demnach befindet sich für jeden in den einzelnen Sektoren enthaltenen sekundären und tertiären Farbenton die Angabe seines Mischungsverhältnisses, d. h., man sieht neben dem Mischton zu gleicher Zeit auch seine Bestandteile, und zwar in ihrem genauen Mischverhältnis.

Dieses wird auf vierfache Weise angegeben, und zwar:

Entweder durch die drei Grundfarben Rot, Gelb und Blau oder durch je eines der drei komplementären Farbenpaare, nämlich Rot und Grün; Gelb und Violett oder Blau und Orange. Jeder Sektor repräsentiert daher das Bild einer Analyse bzw. Synthese einer gegebenen oder zu erzeugenden Farbe. Durch Anwendung einer geeigneten Schablone kann man die fraglichen vier Arten von Mischungsverhältnissen zur Anschauung bringen.

Bei größeren Formaten benutzt man ein Stativ, das aus einer weißbelegten Platte besteht, die in der Mitte einen zur Aufnahme des Farbensystems bestimmten, etwa 20—35 cm langen Tragarm besitzt. Die Farbenscheiben nehmen auf diesem eine horizontale Lage ein, wodurch die Beurteilung bei von oben auffallendem Lichte ermöglicht wird. Da der Tragarm unterhalb seines Endes in einem rechten Winkel umklappbar ist, so können die Scheiben auch in senkrechte Stellung gebracht und demnach auch bei seitwärts durchfallendem Lichte ohne weißem Untergrund betrachtet werden. Bei Benutzung kleiner Formate kann die Handhabung mit freier Hand nach denselben Prinzipien erfolgen.

Hat man nun eine gegebene oder herzustellende Farbe zu beurteilen, so prüft man zuerst, ob sie als primäre oder neutral sekundäre anzusprechen bzw. mit dem im „ruhenden Zustand“ befindlichen Farbensystem bestimmbar ist. Wenn nicht, so verschiebt man die einzelnen Skalen so lange, bis an den sekundären Skalen oder an der äußeren Mischungszone der am nächsten liegende Farbenton erscheint. Da die zu unterst liegende Blauscheibe festgekittet ist, so verschiebt man zu diesem Zwecke entweder die Rotscheibe oder die Gelscheibe allein oder beide zu gleicher Zeit oder beide in umgekehrter Richtung. Gleichzeitig hält man die zu vergleichende Farbenprobe in die Nähe der Mischungszone.

Eine zweite Art der Herstellung von tertiären Mischfarben, wie sie besonders im graphischen Kunstgewerbe in Anwendung steht, ist das „Brechen“ der reinen Farben durch Zusatz von Schwarz bzw. Grau. Auch dieser Technik wird das vorliegende Farbensystem gerecht. Die Veranschaulichung des „Brechens“ reiner primärer oder se-

kundärer Farben erfolgt durch Mitanwendung einer Grauskala. Diese ist zum Unterschied von den drei farbigen Skalen nicht zentral, sondern radial angeordnet. Wesentlich dabei ist, daß die einzelnen Sektoren der Grauscheibe nur halb so breit wie die des Farbensystems sind, so daß die andere Hälfte farblos ist. Wird die Grauskala auf das Farbensystem obenauf gelegt, so erscheinen stets neben den reinen Farben auch die mit Grau „gebrochenen“. Die Tiefe des Graus ersieht man aus der im Zentrum des Farbensystems sichtbaren Grauskala. Die Nutzanwendung ergibt sich von selbst. Da man jede ohne Mithilfe der Grauskala vorführbare Farbennuance mit sämtlichen Abstufungen der Grauskala „brechen“ kann, so ergibt sich daraus die ganz bedeutende Steigerung der Leistungsfähigkeit des Apparates.

Die Grauskala ermöglicht auch die Beurteilung der Wechselbeziehungen, die zwischen den beiden Herstellungsarten der tertiären Mischfarben bestehen. Eine ausführliche Erörterung ist für den Fachmann überflüssig, es genüge daher der Hinweis, daß die Grauskala nicht mittels eines einzigen Farbstoffes hergestellt ist, sondern aus einer Mischung von Rot, Gelb und Blau, und daher nach demselben Prinzip hervorgebracht wird wie das Grau, das in der Mischung des Farbensystems in Erscheinung tritt.

Zu betonen ist ferner, daß man im „ruhenden Zustande“ des Apparates neben den reinen Komplementärfarben auch die „gebrochenen“ Komplementären zu sehen bekommt, was in manchen Fällen ein sehr wertvolles Hilfsmittel repräsentiert.

Die einheitliche Grauscheibe kann auch durch eine aus drei einzelnen dünnen Scheiben, nämlich je einer roten, gelben und blauen, die beim Übereinanderlegen ein Grau geben, und daher einer einheitlichen Grauscheibe entsprechen, ersetzt werden. Diese Vorrichtung veranschaulicht die Herstellung „gebrochener“ Farben noch vollständiger und kann überdies noch als selbständiger Apparat zur Vorführung heller Mischfarben bzw. ihrer Zusammensetzung mit Vorteil benutzt werden.

Für Unterrichtszwecke eignen sich vornehmlich dreiteilige Skalen, da alsdann die einzelnen Farbenskalen auf je einen dunklen, mittleren und hellen Farbenton beschränkt bleiben und dadurch sehr instruktiv wirken. Für technische Zwecke eignen sich Skalen von 5—12 Abstufungen. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß man sich beim Vortrage des modernen Hilfsmittels der Projektion bedienen und daher die Farbenerscheinungen einem größeren Auditorium deutlich vorführen kann.

Außerdem ist es möglich, die Größe des Apparates dem jeweiligen Zwecke anzupassen, wobei man in den Grenzen des praktisch Liegenden mit Scheibendurchmessern von etwa 35 bis zu dem nur 6 cm betragenden Miniaturapparat heruntergehen kann. Die Zahl der vorführbaren Farbenton, deren Zusammensetzung stets ersichtlich ist, beträgt je nach der Zahl der Skalenabstufungen: bei 3 Abstufungen etwa 90, bei 5 etwa 800, bei 12 über 10 000. Würde man hundertteilige Skalen anwenden so betrüge diese Zahl etwa 6 400 000.

Auf die Behandlung der praktisch so wichtigen Frage von harmonierenden Farbenzusammenstellungen näher einzugehen, würde hier zu weit führen.

Es genüge der Hinweis, daß z. B. eine primäre oder sekundäre Farbe mit ihrer durch Grau gebrochenen Komplementären stets harmonieren wird. Dies wird auch in komplizierten Fällen mit Hilfe des Apparates veranschaulicht werden können.

Die weitere Ausgestaltung des Farbensystems für besondere Zwecke (Beurteilung von Farben mit Indigogrund, von Beizenfarbstoffen usw.) ist in die Wege geleitet.

Der *Kallab* sche Apparat besitzt wissenschaftliches und technisches Interesse und ist bestimmt für alle, die sich mit Farben zu beschäftigen haben, sei es beim Unterricht, in den Industrien, welche Farben erzeugen, oder solche oder damit versehene Gegenstände anzuwenden haben, im Kunstgewerbe und im Haus. In letzterer Beziehung dürften die kleinen Formate, besonders das en miniature, berufen sein, in Sachen der Kleidung, diesem Zweige der angewandten Kunst, die im täglichen Leben am stärksten mitspricht, gute Dienste zu leisten.

Untersuchungen über das Raffinieren von Rohspiritus.

Von A. BOGOJAWLENSKIJ und Dr. V. HUMNICKI.

(Eingeg. den 21./4. 1908.)

Vorliegende Untersuchungen sind zur Aufklärung folgender Fragen ausgeführt worden: 1. Was für eine Wirkung übt die Holzkohle auf Rohspiritus aus? 2. Bis zu welchem Grade ist bei Anwendung von Kohle eine Mehrerzeugung von Spiritus I. Qualität¹⁾ möglich, wenn man dabei die Bedingungen beobachtet, die für die Reindarstellung eines mehr als 65%igen Spiritus (der von der russischen Regierung festgesetzten Norm) gegeben sind?

Die Untersuchungen sind von uns zum Teil an Ort und Stelle in acht verschiedenen Fabriken, zum Teil im chemischen Laboratorium ausgeführt worden. Die Fabriken wollen wir im folgenden mit Buchstaben bezeichnen, und zwar mit B die erste, G die zweite, Z die dritte, S die vierte, W die fünfte, L die sechste, R die siebente und M die achte.

Um jene Fragen allseitig zu prüfen, haben wir Fabriken gewählt, welche Rektifizierapparate verschiedener Typen von der niedrigsten bis zu einer sehr hohen Stufe der Vollkommenheit besitzen.

Das russische Finanzministerium erachtete bis unlängst die Holzkohlefiltration als unumgängliche Bedingung der Rektifikation, indem sie sich auf die unter Praktikern viel verbreitete Anschauung stützte, das Filtrieren von Rohspiritus sei von vorteilhaftem Einfluß auf die Beschaffenheit des Rektifikats.

Diese Anschauung ist bis jetzt wissenschaftlich nicht zur Genüge begründet worden; manche Forscher bestreiten sogar mit voller Entschiedenheit jegliche vorteilhafte chemische Wirkung des Filterens. Maerker z. B. spricht²⁾ die Ansicht aus, während des Filtrierens von Rohspiritus mittels

¹⁾ Primasprit nennt man in Rußland amtlich einen Spiritus, welcher bei der *Savalle* schen Probe farblos bleibt.

²⁾ Handbuch der Spiritusfabrikation, 7. Aufl.