

Der Gegenstand, den ich hier behandeln will, hat mich sehr lange schon beschäftigt. Die erste Notiz, die ich mir darüber machte, stammt aus dem Jahre 1889. Doch waren meine Bemühungen zunächst erfolglos. Endlich, es war inzwischen 1901 geworden, gelang es mir, ein Verfahren¹⁾ zu finden, wodurch man Farben einfach mit Zahlen aufschreiben und also auch mit den gewöhnlichen Typen drucken kann. Auch sind die Messungen und Berechnungen, aus denen diese Zahlen sich ergeben, so einfach, daß jeder Handwerker sie auszuführen imstande ist. Die hierbei für Malerfarben gefundenen Resultate werde ich später in einer größeren Arbeit veröffentlichen. Im folgenden sind einige Messungen mitgeteilt, die ich im Laufe des vergangenen Sommers an lebenden Blumen ausführte. Gehören doch gerade manche Blumen zu den am schönsten gefärbten Gegenständen.

Bekanntlich bezeichnen die Maler mit dem Ausdruck »Wert« einer Farbe deren Helligkeit und fordern von einem Bilde, daß es die Werte der Farben richtig wiedergebe. Glücklicherweise ist diese Forderung nur so gemeint, daß das scheinbare Helligkeitsverhältnis der farbigen Flächen richtig wiedergegeben sein soll. Vergleicht man nämlich verschiedene farbige Papiere wiederholt in wechselnder Reihenfolge mit einer unmittelbar daneben gehaltenen Grauskala,

¹⁾ Zum D. R.-Patent angemeldet.

notiert den Skalenteil, mit dem jede am besten übereinstimmt, und stellt am Schlusse die erhaltenen Resultate zusammen, so überzeugt man sich leicht, wie unsicher diese Vergleichen sind. Für den Maler ist es natürlich ganz gleichgültig, wie hell eine Fläche wirklich ist, es kommt für ihn nur darauf an, wie hell sie in ihrer Umgebung aussieht, eigentlich immer nur, ob sie dunkler oder heller als diese scheint und ob dies viel oder wenig ist.

Wer einmal durch eine rote Fensterscheibe sah, weiß, daß da die Welt ganz merkwürdig verändert ist: Alle Farbenunterschiede sind fast völlig verschwunden; man sieht nur noch helles und dunkles Rot. Fast nur noch Wert-Unterschiede sind vorhanden, und jetzt ist es immer möglich, den Skalenteil einer Grauskala zu finden, welcher der untersuchten Farbe gleichwertig ist. Ganz dasselbe Resultat ergibt sich, wenn man bei Ausschluß anderen Lichtes die verglichenen grauen und farbigen Flächen durch das rote Glas beleuchtet. Man kann seine Wirkung mit der eines Filters vergleichen und sagen, es wirke als Rotfilter. Es filtriert gleichsam das Licht, läßt nur die Strahlen geringerer Brechbarkeit Rot, Orange und Gelb hindurch und hält alle übrigen zurück. Rote Gläser von dieser Eigenschaft sind leicht zu erhalten, da sie zu Signallaternen benutzt werden. Dagegen war es nicht so leicht, brauchbare Grün- und Blaufilter zu bekommen. Diese dürfen nur die brechbarsten Strahlen von Blaugrün bis Violett, jene die mittleren von Gelb bis Blaugrün hindurchlassen, so daß also die drei Farbenfilter einander gegenseitig ausschließen und zu Weiß ergänzen. Diesen Bedingungen genügen die käuflichen grünen und blauen Gläser nicht. Cuvetten mit gefärbten Flüssigkeiten von den gewünschten Eigenschaften sind etwas unhandlich im Gebrauch und dazu bei recht hohem Preise leicht beschädigt. Daher benutzte ich zwei zusammengeklebte farblose Glastafeln, von denen eine mit einer gefärbten Gelatineschicht überzogen ist. Nur

muß man dabei beachten, daß die zu ihrer Herstellung gebrauchten Anilinfarben nicht völlig lichtbeständig sind. Da jede Beobachtung nur kurze Zeit dauert, da die Platten auch während dieser Zeit sich im Schatten befinden, sonst immer in einem lichtdichten Behälter aufbewahrt werden und niemals in direktes Sonnenlicht kommen, schadet dieses nicht weiter. Zu Vorführungen vor einem Auditorium mit elektrischem Bogenlicht oder durch einen Spiegel ins verdunkelte Zimmer geworfenem und durch eine Linse zerstreutem Sonnenlicht kann man sich ja ein zweites Paar Farbenfilter halten und diese dann durch neue ersetzen, sobald sie sichtlich ausgebleichen sind.

Die Grauskala umfaßt 20 Stufen, gleichmäßig abnehmend vom hellsten Weiß (Zinkweiß) bis zum tiefsten Schwarz (Elfenbeinschwarz). Da die Wirkung jeder Farbe darauf beruht, daß bestimmte Lichtstrahlen stärker als andere absorbiert werden, es also gilt, die Größe einer Verdunkelung zu messen, geben wir dem ersten Skalenteil den Wert 0, dem folgenden 1 etc. Die unter Anwendung der drei Farbenfilter gefundenen Werte einer Farbe nennen wir Teilwerte und sprechen von ihrem Rotwert, Grünwert und Blauwert, die aus ihnen in dieser Reihenfolge gebildete Zahlengruppe heisst das Maß der Farbe. Die Blumenblätter des Feldrittersporns haben die Farbe 10 14 6, das bedeutet: die Farbe, deren Maß 10 14 6 ist. Sie erscheinen, durch die Rotscheibe gesehen, so dunkel wie Grau vom Werte 10, durch die Grünscheibe wie solches vom Werte 14, und durch die Blauscheibe wie solches vom Werte 6.

Es kommt bei Untersuchung der Blütenfarben garnicht selten vor, daß das Elfenbeinschwarz sich als ungenügend dunkel erweist. Neben dem tiefen Rot am Kronenröhreneingange einer Gloxinienblüte erschien es z. B., durch die Grünscheibe gesehen, wie ein mattes Grau. In diesem Falle vergleiche ich das Objekt mit einer Grauskala, die nicht wie dieses sich

beim Fenster befindet, sondern hinten im Zimmer hängt, dessen Wände grau sind. Darauf bringe ich eine zweite Skala anstelle des Objektes und finde so die Verschiebung aller Werte, indem ich den Skalenteil der hellen Skala suche, der dem Weiß der dunkeln gleich ist, also dessen Wert bestimme, worauf diese Zahl zu den gefundenen addiert wird.

Bei allen diesen Bestimmungen ist es nicht immer leicht, den Skalenteil zu finden, der mit dem untersuchten Gegenstande gleich hell ist. Immer ist es aber leicht, solche Skalenteile zu finden, die deutlich heller und solche, die deutlich dunkler sind, dann auch die beiden Skalenteile, zwischen denen der gesuchte liegt, und von denen der eine nur wenig heller als dieser ist, der andere nur wenig dunkler.

So könnte man auch bei Lampenlicht diese Messungen machen, selbst wenn dies nur etwa 10 Kerzen Helligkeit haben sollte, doch wird man natürlich hellem Tageslichte den Vorzug geben, da das Arbeiten bei ungenügender Beleuchtung zu ermüdend ist, also die Resultate sehr schnell unsicher werden. Daß die Farbe des benutzten Lichtes belanglos ist, brauche ich wohl kaum zu erwähnen, nur insofern macht sie sich bemerkbar, als bei künstlichem Licht die Blauwerte weit ungenauer als die übrigen sind.

Hält man zwei gleiche Farbenfilter, etwa zwei Rotfilter, hinter einander, so bemerkt man, daß da, wo sie sich decken, das Rot erheblich dunkler ist. Das bedeutet: Jede Rotscheibe schwächt auch die Strahlen, für die sie durchlässig ist, gar nicht unerheblich, und auch aus diesem Grunde wirken die Farbenfilter so dunkel. Darum ist es auch nicht gut möglich, der Grauskala mehr als 20 Stufen zu geben, was ein Verhältnis der Helligkeit jedes Skalenteiles zu der des folgenden dunkleren wie 100 zu 82¹⁾ bedeutet. Natürlich könnten ohne die starke

¹⁾ Setzen wir die Helligkeit des Zinkweiss gleich 1, so ist die des Elfenbeinschwarz 0,0225. Die Helligkeiten bilden die Reihe 1, x , x^2 , x^3 , bis x^{19} ; $x^{19} = 0,0225$, $x = 0,818979$.

Schwächung des Lichtes durch die Farbenfilter viel mehr Skalenteile verwandt werden.¹⁾ Doch vergesse man nie: Unser Apparat ist kein Präzisions-Instrument und ein solches wäre überhaupt für unsere Zwecke unbrauchbar. Genügt es doch, nur die gröberen Unterschiede der verschiedenen Nüancen zu bestimmen. Gleich aussehende Farben aus verschiedenen Farbstoffen durch Mischung hergestellt ergeben immer das gleiche Maß. Aber wenn man zwei Mischungen gleichen Maßes aus verschiedenen Stoffen herstellt und sie dann nachträglich vergleicht, kann man nicht völlige Übereinstimmung erwarten. Doch waren die Unterschiede, die ich bei derartigen Versuchen fand, stets ganz unbedeutend. Man vergleiche z. B. folgende Mischungen, beide stumpfblau, von demselben Maße 8 7 5:

- 1) 45 % Permanentweiß, 35 % Dunkles Ultramarinblau, 20 % Böhmisches Grüne Erde;
- 2) 20 % Permanentweiß, 20 % Ultramarinrot, 60 % Dunkles Ultramarin grün.

Die Zahlen sind Gewichte der trocknen Farbpulver. Als Bindemittel diente aus feinsten Gelatine hergestellte Leimlösung, von der nur gerade soviel zugesetzt wurde als nötig war, um die Farbe auf dem Papiere zu befestigen.

Wenn uns nun auch das Maß eine Farbe für die meisten Zwecke genügend genau bestimmt, so müssen wir doch erst eine besondere, freilich sehr einfache, Berechnung anstellen, um daraus Zahlen zu erhalten, die uns deren Aussehen zu beurteilen gestatten. Ohne diese könnte niemand ahnen, daß 11 16 13, 12 17 13, 13 16 13 und 13 17 14 an den Blütenkronblättern des Wohlriechenden Veilchens beobachtet wurden, 1 2 15 an der Fahne des Goldregens.

¹⁾ Eine Helligkeitsabnahme im Verhältnis 100 zu 96 genügt schon für eine Skala von 100 Stufen.

In dreierlei Weise kann das Aussehen einer farbigen Fläche verschieden sein in Tiefe, Kraft (»Sättigungsgrad«) und Ton der Farbe.

Betrachten wir dieselbe Fläche bei verschieden heller Beleuchtung, sind in ihr z. B. Vertiefungen vorhanden, so erkennt man diese an ihrer größeren Dunkelheit. Darum spricht man ja von tiefen Schatten, nennt aber auch allgemein jede Farbe, die viel Licht absorbiert und nur wenig zurückstrahlt, tief. Das Gegenteil sind hohe Farben, die man auch wohl hell nennt. Doch brauchen wir hier einen andern Ausdruck, da die Helligkeit einer Fläche auch von Kraft und Ton abhängt. Diese sind bedingt durch das Intensitäts-Verhältnis der in ihr enthaltenen verschiedenfarbigen Lichtstrahlen, von denen es ja für unsere Zwecke genügt, nur die drei Gruppen der roten, grünen und blauen zu unterscheiden. Verschiedene Tiefe bei gleichem Tone und gleicher Kraft bedeutet also: Das Verhältnis der Bestandteile ist dasselbe, nur deren Quantität ist verändert. Einem gleichbleibenden Verhältnis entspricht aber bei der Einrichtung unserer Grauskala die gleiche Differenz der Teilwerte; sind die Werte der Skala doch Logarithmen der Helligkeiten zur Basis 0,818979¹⁾.

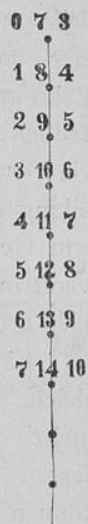
Die Aquarellfarbe Goldocker hat, ungleich dick auf weißes Papier aufgetragen, die Maße 3 8 13 und 5 10 15. Man könnte diese auch so schreiben:

$$\begin{array}{ccc} 3 & 3 + 5 & 3 + 10, \\ 5 & 5 + 5 & 5 + 10. \end{array}$$

In demselben Verhältnis, wie bei der tieferen Farbe die Menge des roten Lichtes vermindert ist, ist es auch die des grünen und blauen. Alle Helligkeiten stehen also in dem durch die beiden Rotwerte gemessenen Verhältnis, sie verhalten sich zu einander wie Grau vom Werte 3 zu dem vom Werte 5.

¹⁾ Dies ergibt sich aus dem Seite 8 in der Anmerkung gesagten.

Es gibt ein sehr einfaches Mittel, verschiedene Tiefen derselben Farbe zu beobachten. Man braucht ja nur eine farbige Fläche in verschiedener Entfernung vom Fenster zu untersuchen, ihre Teilwerte durch Vergleichung mit einer Grauskala zu bestimmen, deren Beleuchtung, also deren Stellung zum Fenster immer dieselbe bleibt. Dann kann man eine sehr ausgedehnte Reihe (oft mehr als 10) Tiefenstufen finden, die in ihren Teilwerten je um eine Einheit von einander verschieden, an Helligkeit also genau entsprechend der Grauskala abgestuft sind, und deren Tiefe durch den kleinsten Teilwert ihres Maßes bestimmt ist. Jede solche Reihe kann durch eine senkrechte Reihe von Punkten graphisch dargestellt werden, wie dies für die Farbe eines rosa Kartons vom Maße 2 9 5 in nebenstehender Fig. 1 geschehen ist. Das oberste Maß 0 7 3 wurde hier nicht beobachtet. Dennoch ist gerade dies von allen Gliedern der Reihe das wichtigste. Es bedeutet eine Farbe, die von allen in der Reihe dargestellten die hellste ist. Wir können aus ihm jedes Glied der Reihe ableiten, indem wir zu seinen Teilwerten so viel Einheiten addieren, als die Tiefe der betreffenden Farbe beträgt. Die Farbe von der Tiefe 6 hat also das Maß 6 13 9.



Figur 1.

Da wir dies Maß der hellsten Farbe einer Reihe tongleicher und gleichstarker Farben bei allen Untersuchungen immer wieder gebrauchen, geben wir ihm einen besonderen Namen, und nennen es das Grundmaß jeder Farbe der Reihe. Man findet das Grundmaß einer Farbe, indem man den Betrag des kleinsten Teilwertes ihres Maßes von dessen sämtlichen Teilwerten subtrahiert.

So aus dem Maße 4 3 15
das Grundmaß 1 0 12.

Verschieden
tiefe Farben
gleichen Tones
und gleicher
Kraft.

In der graphischen Darstellung ist die Tiefe einer Farbe stets wie in Figur 1 der Abstand ihres Maßes vom Grundmaße.

Die Tiefe einer Farbe ist bestimmt durch den kleinsten Teilwert ihres Maßes.

Alles von farbigen Oberflächen zurückgestrahlte Licht enthält sämtliche Bestandteile des Sonnenlichtes. Wirft man ein Sonnenspektrum zuerst auf einen weißen Schirm und vertauscht diesen dann, während das Auditorium dunkel bleibt, mit einem solchen, der leuchtend rot, blau oder grün oder sonst mit irgend einer kräftigen glanzlosen Farbe (Leimfarbe!) überzogen ist, so ist keiner der Zuschauer imstande zu sagen, welche Farbe der Schirm jetzt hat. Nach wie vor sieht man das ganze Spektrum. Die veränderte Verteilung der Helligkeit innerhalb desselben kann man aber aus dem Gedächtnisse nicht erkennen, was sofort der Fall ist, wenn man etwa in den obern Teil des Spektrums ein weißes oder graues Papier hält.

Farbige Flächen, die alle Teile des Spektrums nahezu gleich stark absorbieren, also, nach unserer Methode untersucht, ein Maß geben, dessen Teilwerte nahezu gleich sind, dessen größter Teilwert nur wenig den kleinsten übertrifft, können daher auch nur wenig von Grau respektive Weiß oder Schwarz, verschieden sein, z. B. 1 1 2, das gelbliche Weiß der Hollunderblüten, 1 1 4 das der Marechal-Niel-Rosen. Ja es kommt vor, daß man zwar noch deutlich einen Farbenton sieht, aber dennoch schon lauter gleiche Teilwerte findet, z. B. 5 5 5 für die trübviolette Fahne der Zaun-Wickenblüte.

Da diese Arbeit auch für solche Leser bestimmt ist, bei denen ich Bekanntschaft mit den Grundlagen der Psychologie nicht voraussetzen kann, sei hier darauf hingewiesen, daß innerhalb sehr weiter Grenzen überall da, wo wir Unterschiede in der Stärke der Empfindungen wahrnehmen, wo also Empfindungsdifferenzen vorhanden sind, diese nicht durch

die Differenz, sondern durch das Verhältnis der Empfindungsursachen, der Nervenreize bestimmt sind. Gleichen Helligkeitsunterschieden, wie wir sie auf der Grauskala subjektiv wahrnehmen, entspricht objektiv dasselbe Helligkeitsverhältnis. Der Tiefenunterschied, den wir zwischen einer dunkleren Farbe und der hellsten ihr an Ton und Kraft gleichen sehen, ist durch das Verhältnis der Helligkeiten beider bedingt.

Die Kraft einer Farbe finden wir nicht, indem wir sie mit einer andern vergleichen. Sie ist begründet in der Helligkeits-Verschiedenheit der Teilfarben, aus denen diese besteht. Sie beruht, objektiv, auf deren Verhältnis, wird also als Unterschied ihres hellsten und dunkelsten Bestandteils empfunden, diesem entspricht der größte, jenem der kleinste Teilwert. Durch deren Differenz messen wir die Kraft der Farbe. Das ist aber die größte Zahl ihres Grundmaßes.

Genügte zur graphischen Darstellung gleichstarker, tungleicher und nur ungleich tiefer Farben eine vertikale Linie, so ist eine vertikale Ebene nötig, wenn es gilt, ton-



Fig. 2. Tongleiche Farben verschiedener Kraft u. Tiefe.

gleiche Farben verschiedener Kraft und Tiefe darzustellen. Der Ton der in Figur 2 veranschaulichten Farben ist Zitronengelb. Wie in Figur 1 bedeutet jeder Punkt ein Farbenmaß, nur wurde wegen größerer Deutlichkeit in jeder Vertikal- und Horizontalreihe immer abwechselnd ein Punkt überschlagen und nur die Hälfte der Maße beigeschrieben. Die Vertikalreihen bedeuten dasselbe wie in Figur 1, die Horizontalreihen enthalten Maße von Farben gleicher Tiefe, z. B., indem man die in der Figur ausgelassenen mitschreibt: 4 4 4, 4 4 5,

4 4 6, 4 4 7, 4 4 8 etc. In der obersten stehen die Grundmaße: 0 0 0, 0 0 1, 0 0 2, 0 0 3 etc. Jede wagerechte Reihe beginnt mit dem Maß der gleich tiefen Stufe unserer Grauskala, und die Kraft jeder Farbe ist durch deren Abstand von dieser gegeben, z. B. liegt 3 3 9, die Farbe des grünlich gelben¹⁾ Flecks mitten auf der Fahne der Robinienblüten, entsprechend seiner Kraft und Tiefe um 9 Stufen rechts von 3 3 3 und um 3 Stufen unterhalb 0 0 9.

Sollen nun auch die verschiedenen Töne dargestellt werden, so können die sie enthaltenden Ebenen nur im Raume neben einander liegen, Farben gleicher Tiefe in wagerechten Ebenen über einander, solche gleichen Tones in senkrechten, die radial von der senkrechten Linie ausstrahlen, welche die grauen Töne bedeutet. Auch müssen ja alle gleichstarken und gleich tiefen Farben in wagerechten Kreisen liegen. Dem entspricht ein räumliches Gebilde, wie es entsteht, wenn man die Darstellung in Figur 2 sich um die links stehende senkrechte Linie der grauen Farben als Achse drehen läßt. Dann erhält man einen Raum, in dem alle Maße geordnet nach Ton, Kraft und Tiefe untergebracht sind.

Nach oben ist dieser begrenzt durch die Ebene der Grundmaße, von denen die der gleichstarken Farben konzentrische Kreise um 0 0 0 (Weiß) bilden. Unter ihr liegen in Entfernungen, die wir uns an den Radien abmessen können, die Maße der tieferen Farben. Für unsere Zwecke genügt die Betrachtung dieser Ebene, deren innerster Teil in Figur 3 gezeichnet ist. Während wir Kraft und Tiefe als lineare Abstände zeichnen, stellen wir die Tonunterschiede als Drehungswerte, als Winkel-Abstände dar. Wie aus der Figur er-

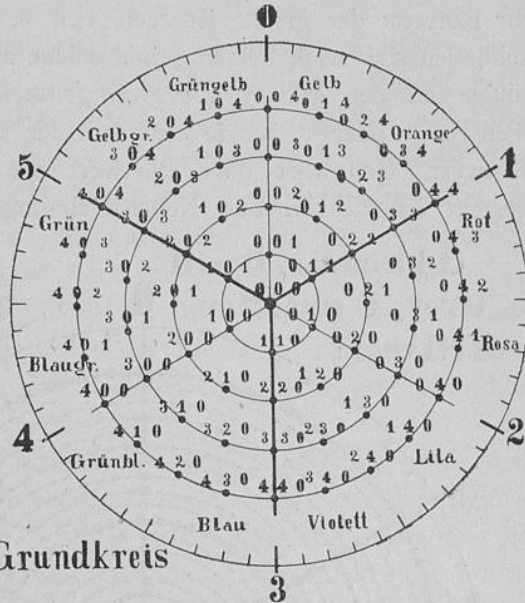
¹⁾ Allgemein findet man die tieferen Nuanzen reingelber Farben ausgesprochen grünlich, die roter deutlich violett. Die blauen Schatten in den modernen Gemälden beruhen auf dieser bekannten scheinbaren Verschiebung des Tones bei verminderter Helligkeit.

sichtlich, werden diese gemessen an einem das System umgebenden Kreise, dem Grundkreis, der in 6 gleiche Teile geteilt ist, und diese wieder in je 10. Als Ausgangspunkt dient die Stelle, wo der Radius, in dem die Grundmaße der zitronengelben

Farben 0 0 1, 0 0 2, 0 0 3 etc. liegen,

diesen Kreis

Grundkreis



Figur 3. Grundmasse der Farben, Kraft 0—4.

schneidet. Diesen Farben geben wir den Ton 0. Indem an Stelle des Grünwertes 0 eine grössere Zahl tritt, geht der Ton durch Gelb und Orange in das Rot über, das dem unseres Rotfilters tongleich ist. Aus 0 0 4 wird 0 1 4, dann 0 2 4, 0 3 4 und endlich 0 4 4. Geradeso geht nach der andern Seite hin durch Wachsen des Rotwertes der Ton in den des Grünfilters über. Zu 0 0 4 kommt 1 0 4, 2 0 4, 3 0 4, endlich 4 0 4. Das Lila vom Tone 2 hat den grössten Teilwert in der Mitte, also 0 4 0. Es geht über in Rot 0 4 4 durch die Zwischenstufen 0 4 1, 0 4 2, 0 4 3; andererseits in Blau 4 4 0 durch 1 4 0, 2 4 0 und 3 4 0. Ebenso wächst das Grünblau 4 0 0, entgegen der Richtung, in der wir die Töne auf dem Grundkreise messen, links herum durch 4 1 0, 4 2 0 und 4 3 0 bis Blau 4 4 0, und rechts herum bis Grün 4 0 4. Farben, deren Maß zwei kleinste Teilwerte hat, in deren Grundmaß also zweimal die Null vorkommt, haben, je nachdem ihr Blauwert, ihr Grünwert oder

ihr Rotwert der größte ist, den Ton 0, 2 oder 4. An sie schließen sich nach beiden Seiten solche an, die den Übergang bilden zu den Maßen mit zwei größten Teilwerten, deren Ton 1, 3 oder 5 ist, je nachdem der kleinste Teilwert ein Rotwert, Grünwert oder Blauwert ist. Schematisch dargestellt ist dies in den Nebenzeichnungen zu Fig. 4, die

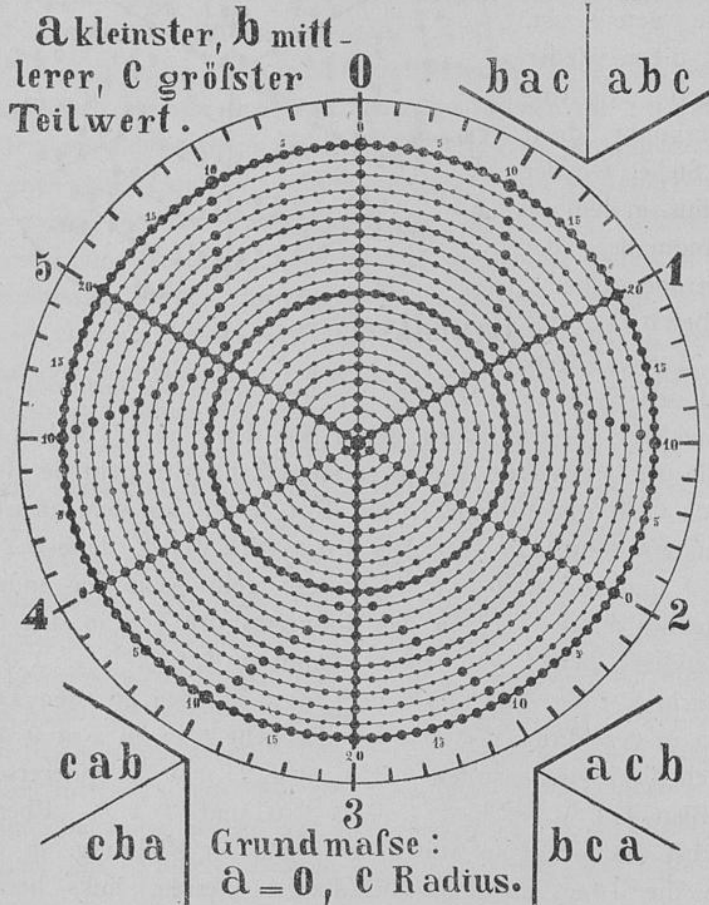


Fig. 4. Grundriß des Farbensystems, Kraft 0—20.

man sich so zu denken hat, als sei der Kreis der Grundmaße an den dick ausgezogenen Radien auseinander geschnitten. Obgleich diese Schemate nach dem eben gesagten entbehrlich

sind, dürften sie doch anfangs gute Dienste leisten, um die verschiedene Aufeinanderfolge des kleinsten, mittleren und größten Teilwertes in den sechs verschiedenen Hauptgruppen des Farbensystems dem Gedächtnisse einzuprägen. Nachher sieht man sofort, wenn etwa ein Maß 12 5 7 vorliegt, die Farbe liegt im Ton zwischen 4 und 5 und schreibt also 4,... . Auch die hier noch offen gelassene eine Dezimalstelle ist leicht zu finden. Dies kann geometrisch durch Aufsuchen des entsprechenden Punktes im Grundriß des Farbensystems d. h. seines Grundmaßes in der Ebene der Grundmaße und durch Ziehen eines Radius an den Grundkreis, oder einfacher durch Rechnung geschehen.

Es scheint auf den ersten Blick unmöglich, unter den 1260 häufiger vorkommenden Grundmaßen, die in der Figur 4 enthalten sind, das richtige zu finden, und doch ist die Sache sehr einfach. Das Grundmaß von 12 5 7 ist 7 0 2, also die Kraft der Farbe ist 7, wir haben sie auf dem Kreise vom Radius 7 zu suchen. Da der Kreis vom Radius 5, ebenso wie der vom Radius 10 etc., in der Figur hervorgehoben ist, haben wir den vom Radius 7 sofort. Auf der ausgezogenen Linie, die auf den mit 4 bezeichneten Punkt des Grundkreises gerichtet ist, liegt hier das Grundmaß 7 0 0. Dann folgt in der Uhrzeigerrichtung fortschreitend 7 0 1, darauf das gesuchte 7 0 2. Lege durch diesen Punkt und den Mittelpunkt der Kreise eine Gerade. Sie schneidet den Grundkreis nahe 4,3. Dies ist der gesuchte Ton.

Einfacher noch durch Rechnung: Das Grundmaß 7 0 2 liegt auf seinem Kreise um $\frac{2}{7}$ Sextant von der nach Ton 4 zeigenden Linie entfernt. Der gesuchte Ton ist $4 + \frac{2}{7} = 4,3$.

Wäre das gegebene Grundmaß 7 2 0 gewesen, dann läge der Ton in gleicher Entfernung auf der andern Seite von 4, d. h. zwischen 4 und 3, wäre also $4 - \frac{2}{7} = 3,7$.

Ist die vor dem Komma stehende Zahl gerade, so berechnet man die Zehntel, indem man den Wert des Bruches

$\frac{b}{c}$ (vergl. Figur 4) addiert, ist sie ungerade, indem man ihn von der nächsthöheren geraden Zahl subtrahiert.

So lange die Kraft der Farbe bedeutend kleiner als 10 ist, sind die vorliegenden Zahlen eigentlich zu unsicher, als daß man den Ton der Farbe in Zehnteln bestimmen könnte. So schwache Farben haben ja, wie jeder weiss, einen recht unbestimmten Ton. Wenn z. B. das Lila der Wiesen-schaumkrautblüten aus dem Maß 2 4 3 zu 1,5 gefunden ist, so hat dies bei der geringen Kraft der Farbe eigentlich ja nur zu bedeuten: Der Ton liegt ungefähr in der Mitte zwischen 1 und 2. Dennoch sind die Dezimalbrüche hier unentbehrlich, weil die gemeinen Brüche nicht übersichtlich sind.

Die im folgenden mitgeteilten Messungen wurden meist an Blumenkronen gemacht und zwar gewöhnlich da, wo diese am lebhaftesten gefärbt waren. Wenn gelegentlich einmal lebhaft gefärbte Kelchblätter oder Hochblätter untersucht wurden, ist dies besonders bemerkt. Bevorzugt wurden natürlich ziemlich gleichmäßig gefärbte und nicht zu kleine Blütenblätter. Diese wurden mit einem Tröpfchen Wasser auf einem Stück weißen Karton befestigt, mit der Scheere nötigenfalls am Rande gerade geschnitten, und dann so vor die Skala gehalten, daß störende Reflexe, die unbequemste von allen Fehlerquellen, möglichst vermieden wurden.

Die Zahlen folgen, wie ich das immer mache, in der Reihenfolge: Maß, Ton, Kraft, Tiefe. Bei der übersichtlichen Anordnung der Resultate wurde jedoch nach Kraft, Ton und Tiefe zusammengestellt.

Cerastium arvense	}					
Chrysanthemum leucanthemum,						
Strahlblüten						
Melandryum album						
Mespilus germanica	}	1	1	1	—	0 1.

Robinia Pseudacacia,	2	2	2	—	0	2
Rand der Fahne						
Vicia sepium, Fahne	5	5	5	—	0	5
Crataegus Oxyacantha	0	0	1	0,0	1	0
Convallaria majalis	}	1	1	2	0,0	1
Fragaria vesca						
Fragaria elatior						
Sambucus nigra						
Viburnum Opulus, Randblüten	2	2	3	0,0	1	2
Cardamine pratensis	2	3	2	2,0	1	2
Philadelphus coronarius	1	2	3	0,5	2	1
Viburnum Opulus, mittl. Bl.	2	3	4	0,5	2	2
Cardamine pratensis	2	4	3	1,5	2	2
Pulsatilla pratensis,						
Blütenhüllblätter innen	14	16	15	1,5	2	14
Myosotis alpina	4	5	3	2,5	2	3
Lamium album, Oberl. aussen	}	1	1	4	0,0	3
Sorbus aucuparia						
Marechal-Niel-Rose						
Cydonia vulgaris, Rand	1	4	4	1,0	3	1
Armeria vulgaris	2	5	4	1,3	3	2
Pulsatilla pratensis,						
Blütenhüllblätter innen	14	17	16	1,3	3	14
Hesperis matronalis	1	4	2	1,7	3	1
Hepatica triloba	}	4	7	4	2,0	3
	5	8	5	2,0	3	5
Viola odorata	13	16	13	2,0	3	13
Campanula rotundifolia	5	7	4	2,3	3	4
Myosotis palustris	6	6	3	3,0	3	3
Pedicularis palustris, Unterlippe Rand	2	6	5	1,2	4	2
Hottonia palustris, Rand	1	5	3	1,5	4	1
Hesperis matronalis	2	6	4	1,5	4	2
Syringa vulgaris	3	7	5	1,5	4	3
Aster Tripolium, Strahlblüten	3	7	4	1,8	4	3

Knautia arvensis	5	9	6	1,8	4	5	
Viola odorata	13	17	14	1,8	4	13	
Glechoma hederaceum, Unterl.	{	7	11	7	2,0	4	7
		8	12	8	2,0	4	8
Centaurea Cyanus, Strahlbl.		6	8	4	2,5	4	4
Borago officinalis		7	8	4	2,8	4	4
Arum maculatum, Spatha		5	5	10	0,0	5	5
Geum rivale, Kronbl. Rand		2	7	7	1,0	5	2
Trifolium pratense, Fahne		4	9	8	1,2	5	4
Geranium phaeum		10	15	13	1,4	5	10
Knautia arvensis		3	8	5	1,6	5	3
Lycium barbarum		5	10	7	1,6	5	5
Melampyrum nemorosum,	{	9	14	11	1,6	5	9
Hochblätter		10	15	12	1,6	5	10
Viola odorata		11	16	13	1,6	5	11
Geranium molle		4	9	5	1,8	5	4
Rheum hybridum		5	4	9	5,8	5	4
Tilia cordata, Hochblatt		6	5	10	5,8	5	5
Platanthera bifolia, Unterl.		5	5	11	0,0	6	5
Astragalus glycyphyllus, Fahne		4	5	10	0,2	6	4
Geum rivale, Kelch aussen		9	14	15	0,8	6	9
Pedicularis palustris, Unterlippe Rand		2	8	5	1,5	6	2
Syringa vulgaris		3	9	6	1,5	6	3
Hesperis matronalis		3	9	5	1,7	6	3
Lycium barbarum		6	12	8	1,7	6	6
Ajuga reptans, Unterlippe	{	9	12	6	2,5	6	6
		10	13	7	2,5	6	7
Tilia cordata, Kronblätter		1	3	8	0,3	7	1
Cynoglossum officinale		8	15	14	1,1	7	8
Lychnis flos cuculi		1	8	5	1,4	7	1
Melandryum rubrum, gewöhnl. Farbe	{	2	9	6	1,4	7	2
Pedicularis palustris, Unterl. Rand							
Geranium Robertianum	{	0	7	3	1,6	7	0
		1	8	4	1,6	7	1

Hesperis matronalis	{	1	8	4	1,6	7	1
		2	9	5	1,6	7	2
Malva silvestris		2	9	5	1,6	7	2
Lycium barbarum		8	15	11	1,6	7	8
Hesperis matronalis	{	3	10	5	1,7	7	3
		5	12	7	1,7	7	5
Lycium barbarum		7	14	9	1,7	7	7
Hesperis matronalis		2	9	3	1,9	7	2
Geranium molle		4	11	5	1,9	7	4
Hesperis matronalis		5	12	6	1,9	7	5
Borago officinalis		9	12	5	2,6	7	5
Petasites officinalis,							
Hüllschuppen außen		6	14	14	1,0	8	6
Geranium Robertianum		1	9	4	1,6	8	1
Orchis latifolia, Unterlippe		2	10	5	1,6	8	2
Hesperis matronalis	{	3	11	5	1,8	8	3
		4	12	6	1,8	8	4
Delphinium Consolida		10	14	6	2,5	8	6
Robinia Pseudacacia, Mitte d. Fahne		3	3	12	0,0	9	3
Cynoglossum officinale	{	6	15	14	1,1	9	6
		7	16	15	1,1	9	7
Orchis latifolia, Unterlippe	{	5	14	8	1,7	9	5
		6	15	9	1,7	9	6
Hesperis matronalis		5	14	7	1,8	9	5
Anchusa officinalis		9	18	9	2,0	9	9
Hemerocallis fulva		5	13	15	0,8	10	5
Melandryum rubrum,							
besonders starke Farbe		2	12	8	1,4	10	2
Geranium palustre		3	13	6	1,7	10	3
Hesperis matronalis		4	14	7	1,7	10	4
Berberis vulgaris		5	5	16	0,0	11	5
Cytisus Laburnum, Fahne		2	3	13	0,1	11	2
Anchusa officinalis	{	10	21	10	2,0	11	10
		11	22	11	2,0	11	11

Cytisus Laburnum, Fahne	1	2	13	0,1	12	1
Lonicera tatarica, Kronblatt-Mitte	3	15	14	1,1	12	3
Anchusa officinalis, rotblüthend	7	19	16	1,3	12	7
Geranium sanguineum	{ 3	15	7	1,7	12	3
	{ 4	16	7	1,7	12	4
Digitalis purpurea	{	5	18	1,2	13	5
Crataegus Oxyacantha, rotblüthend						
Rosa cinamomea	2	15	8	1,5	13	2
Cytisus Laburnum, Fahne	1	2	15	0,1	14	1
Scarothamnus scoparius, Schiffchen	1	3	15	0,1	14	1
Ranunculus repens	1	4	15	0,2	14	1
Cheiranthus Cheiri, dunkel	8	20	22	0,9	14	8
Brassica Napus	0	1	15	0,1	15	0
Scarothamnus scoparius, Schiffchen	1	3	16	0,1	15	1
Chelidonium majus	1	5	16	0,3	15	1
Senecio Fuchsii, Strahlblüten	1	3	17	0,1	16	1
Leontodon Taraxacum	3	4	19	0,1	16	3
Scarothamnus scoparius, Fahne	1	4	17	0,2	16	1
Melampyrum nemorosum	2	5	18	0,2	16	2
Papaver Rhoeas	2	18	18	1,0	16	2
Sinapis arvensis	1	2	18	0,1	17	1
Caltha palustris, gewöhnliche Farbe	{	1	4	18	0,2	17
Cheiranthus Cheiri, hell						
Sinapis arvensis	1	2	19	0,1	18	1
Iris Pseudacorus	{	0	3	18	0,2	18
Lathyrus pratensis, Fahne						
Scarothamnus scoparius, Fahne	0	4	18	0,2	18	0
Papaver bracteatum	0	14	18	0,8	18	0
Caltha palustris, bes. starke Farbe	1	5	20	0,2	19	1
Ranunculus acer	3	5	23	0,1	20	3
Chrysanthemum leucanthemum, geschlossene Scheibenblüten	1	5	21	0,2	20	1

Pelargonium zonale,							
Scharlach-Pelargonium	2	22	20	1,1	20	2	
Lilium bulbiferum	2	16	23	0,7	21	2	
Chrysanthemum leucanthemum,							
geschlossene Scheibenblüten	2	6	24	0,2	22	2	
Gloxinia hybrida,							
Kronröhreneingang	8	32	26	1,3	24	8	
Scarothamnus scoparius,	{	1	6	25	0,2	24	1
Flügel		1	5	29	0,1	28	1

Es ist merkwürdig, daß ich keine einzige Blüte fand, deren Ton zwischen 3 und 4 liegt, während die meisten käuflichen blauen Farben gerade solche Töne haben.

Für Blumenzüchter und Gärtner könnten derartige Messungen sehr nützlich sein. Wäre man dann doch schon beim Einkauf der Samen imstande, die Blütenfarben genau zu wählen, und könnte harmonische Wirkungen und Effekte in Binderei und Teppichgärtnerei vorher berechnen, die jetzt kaum möglich sind.



Pelargonium zonale,
Scharlach-Pel
Lilium bulbiferum
Chrysanthemum leu
geschlossene S
Gloxinia hybrida,
Kronröhreneir
Scarothamnus scop
Flügel

Es ist merkwürdi
deren Ton zwischen 3 u
lichen blauen Farben ge

Für Blumenzücht
Messungen sehr nützlich
beim Einkauf der Same
zu wählen, und könnte
in Binderei und Teppich
kaum möglich sind.



nd,
uf-
ige
on
a u
kte
etzt

