

ganismus, es hemmt also unmittelbar die Wärmeerzeugung, die Heizung. Der gesunde Körper reguliert gegen diese verminderte Heizung mit Einschränkung der Wärmeabgabe durch anhaltende Kontraktion der Hautgefäße — mitunter sogar zu stark, so daß die Körpertemperatur dann noch steigt; beim Fiebernden aber hält das leicht erschöpfbare Wärmzentrum die Leistung nicht lange aus, es versagt, die Gefäße erschlaffen, das gegenwärtige Kühlzentrum tritt ungehemmt auf den Plan, und die Fiebertemperatur fällt.

Wir haben es also mit zwei grundverschiedenen Arten von Fiebermitteln zu tun: *erstlich* Entfieberung durch anfängliche Narkose des Wärmzentrums und dadurch von selbst gesteigerter Leistung des Kühlzentrums — mithin vom Gehirn aus veranlaßte *Vermehrung der Wärmeabgabe* ohne entsprechende Vermehrung der Wärmebildung: *Antipyrin, Antifebrin, Salicylsäureverbindungen* und andere mehr; *zweitens* Entfieberung durch ursprünglich peripher in den Organen bedingte *Hemmung der Wärmebildung* bei fieberhaft geschwächter Gegenregulation, d. h. nicht entsprechender Einschränkung der Wärmeverluste: *Chinin* und seine Verwandten.

Wahrscheinlich aber gibt es noch eine *dritte* Art der Entfieberung, nämlich durch anfängliche *Erregung* des thermolytischen Apparates, des *Kühlzentrums*. Wir kennen eine Reihe pharmakologischer Mittel, die zwar sicher durch zentrale Einwirkung auf die Wärmeregulation die Körpertemperatur herabsetzen, jedoch nicht durch Narkose des Wärmzentrums. Solche Stoffe sind überhaupt nicht Betäubungsmittel, sondern gekennzeichnet durch Erregungen, die sie auch an anderen im Gehirn und verlängerten Mark gelegenen Zentren, insbesondere der parasymphatischen Nerven (*Vagus, Oculomotorius, Chorda tympani*) erzeugen: es sind das, außer gewissen Krampfgiften, die früher tatsächlich auch zur Entfieberung verwendeten Arzneimittel *Veratrin* aus den Sabadill Samen, der *Eisenhut* (*Aconitum*) und der *Fingerhut* (*Digitalis*). Auch hier ist beim Fiebernden der Erfolg viel leichter zu erzielen wie am Gesunden, weil bei letzterem das intakte Wärmzentrum zunächst die Oberhand behält, beim Fiebernden aber nachgibt und versagt. Indes kommen diese Mittel wegen ihrer sonstigen sehr energischen Wirkungen als *eigentliche Fiebermittel praktisch* heute nicht mehr in Betracht.

Theoretisch aber bieten diese Substanzen mit ihrer das Kühlzentrum erregenden Wirkung ein besonderes Interesse: nach ihren sonstigen Wirkungen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, sind sie als Erregungstoffe für *parasymphatische* Nervenapparate zu betrachten; vorher haben wir die Bemerkung gemacht, daß gewisse andere Stoffe geeignet sind, das *Wärmzentrum* zu erregen — so das Kokain, das Tetrahydronaphthylamin, das Adrenalin — sämtlich Stoffe mit der ausgesprochenen Eigenart, die *sympathischen* Nervenapparate zu erregen! Es ergibt sich daraus

die Wahrscheinlichkeit, daß auch die miteinander im Wechselspiel verbundenen Wärmeregulationszentren, das Wärm- und das Kühlzentrum, als Teilvorrichtungen der beiden großen antagonistischen Nervensysteme, des sympathischen und des parasymphatischen, anzusprechen sind.

Den Gegensatz zum Fieber bildet der Zustand, den man als *Collaps* oder in seinem Entstehen auch als *Chok* bezeichnet: tiefes Sinken der Körpertemperatur unter Abnahme der Herzkraft und der Gefäßspannung bei kühler, blasser, feuchter Haut, langsamer und oberflächlicher Atmung, großer Schwäche und Mattigkeit bis zur Ohnmacht. Das ist in der Regel die Folge von einer vollständigen *Lähmung* des Wärmzentrums, wie sie durch zu große Gaben der Antipyretica, durch starke Vergiftung mit manchen Bakteriengiften — oder von plötzlicher *Hemmung*, wie sie durch schwere Verletzungen oder Erschütterungen des Nervensystems reflektorisch hervorgerufen werden kann. Denn wie alle anderen Reflex-tätigkeiten des Zentralnervensystems kann auch die Wärmeregulation durch heftige sensible Reize gehemmt werden: schon der schmerzhaft Reiz eines großen Senfpflasters vermag es vorübergehend zu hemmen und die Temperatur etwas zum Sinken zu bringen. Gegen die toxische *Lähmung* des Wärmzentrums mögen Erregungsmittel wie Adrenalin, Koffein oder Kokain u. a. gelegentlich von Nutzen sein; die lebensbedrohende *Hemmung* aber durch einen übermächtigen körperlichen oder auch seelischen Schmerz schwindet bald mit seiner Dämpfung, und da tut seinen Wunderdienst das alte unentbehrliche Zaubermittel, das *Opium*, das betäubt und betäubend belebt.

Die systematischen Grundlagen der neuen Lehre von den Farbenharmonien.

Von Johannes Podestà, Münster.

Das uralte Problem, die von unserem Auge wahrgenommenen Farben einem bestimmten System einzuordnen, mit Hilfe eines solchen das gesamte Reich der Farben unter die Herrschaft von Maß und Zahl zu bringen und daraus die Gesetze der Farbenharmonien zu entwickeln, hatte trotz der Bestrebungen gerade von seiten einer Reihe der hervorragendsten Geister aller Kulturvölker, die sich diesen Aufgaben widmeten, einer allseitig befriedigenden wissenschaftlichen Lösung bis auf den heutigen Tag nicht entgegengebracht werden können. In dem der Farbenwelt so nahe verwandten, allerdings weit weniger mannigfaltigen Reich der Töne ist die wissenschaftliche Bewältigung schon längst vollkommen gelungen. Bereits vor fast drei Jahrtausenden ist die Lehre von der Harmonie der Töne begründet und seit mehr als drei Jahrhunderten ist auf ihren Gesetzen die hochentwickelte Tonkunst aufgebaut worden. Ihre Grundlage ist die Unterscheidung zwischen wohl- und übelklingenden Tonverbindungen und die

Feststellung von Tönen und Tonleitern, die aus der unbegrenzten Zahl der stetig ineinander übergehenden Töne so ausgewählt sind, daß sie untereinander wohlklingende Verbindungen geben, was bei willkürlichen, d. h. gesetz- und systemlos zusammengestellten Tönen bekanntlich nicht der Fall ist. Auf dieser Grundlage konnte schon vor fast tausend Jahren die Einführung der Tonzeichen oder Noten vor sich gehen, durch welche die zum Wohlklang geeigneten Töne eindeutig ihrer Höhe und Dauer nach bestimmt werden, als notwendige Voraussetzung der weiteren Entwicklung zur Größe und Mannigfaltigkeit der heutigen Musik.

Es ist verständlich, daß man von jeher nach den entsprechenden systematischen Grundlagen der der Tonkunst ähnlichen *Farbkunst* gesucht hat. Aber trotz deren an und für sich gewiß hohen Entwicklung ist von ihren Gesetzmäßigkeiten bisher noch so gut wie nichts bekannt und selbst die grundlegenden Fragen sind, wenn überhaupt, nur teilweise und unvollkommen gelöst. Das ist um so befremdlicher, wenn man sich vergegenwärtigt, welch außerordentliche und vielseitige Rolle im täglichen Leben die Farbe spielt, auch ohne daß sich der einzelne mit ihr, sei es in künstlerischer, sei es in gewerblicher Betätigung, besonders befaßt. Seit *Newtons* grundlegender Entdeckung von der Zusammensetzung und Zerlegung des weißen Lichtes in einfache (homogene) Lichtarten von verschiedener Farbe und nach der Feststellung, daß diese Verschiedenheit auf Unterschieden der Schwingungszahlen des Lichtes beruht, schien die Übereinstimmung der Farben mit den Tönen vollkommen zu sein, da auch die Tonhöhe, welche der musikalischen Harmonie zugrunde liegt, durch die Schwingungszahl bestimmt ist. Unter diesen Gesichtspunkten teilte bereits *Newton* das farbige Spektrum des Lichtes nach dem Vorbilde der Tonleiter ein, und die Herstellung eines „Farbenklaviers“ zur Hervorbringung von Farbenharmonien war eine im 18. Jahrhundert mit Eifer verfolgte Aufgabe. Trotzdem sind von einer wissenschaftlich systematisierten Farbkunst, die der Musik vergleichbar wäre, nur die allerersten tastenden Versuche vorhanden und auch diese Anfänge sind, wie die Unsicherheit der Anwendung der Farbe bei den Künstlern und der Auffassung beim Publikum beweist, noch weit davon entfernt, als gesicherter Besitz empfunden und gewertet zu werden.

Wenn man sich über dieses eigentümliche Mißverhältnis in der Entwicklung dieser beiden doch so nahe verwandten Reiche und über die merkwürdige Rückständigkeit, die in der Farbenwelt im Gegensatz zur Tonwelt herrscht, Rechenschaft zu geben versucht, so muß man feststellen, daß, abgesehen von den viel einfacheren im Reich der Töne herrschenden Verhältnissen, die Hauptquelle der vielfachen Irrtümer und Widersprüche auf dem Gebiet der Farbenwelt erst durch die Erkenntnis aufgedeckt ist, daß die Farbtöne, d. h. die mit den Namen Gelb, Rot, Blau, Grün usw.

bezeichnete Eigenschaft der Farben nicht das einzige Bestimmungsstück der Farbenharmonie ist. Die bis heute vertretene Analogie mit den musikalischen Tönen, bei denen die Tonhöhe tatsächlich das einzige Bestimmungsstück ist, mußte so lange zu einem Fehlschluß führen, als man bei der an und für sich naheliegenden Annahme blieb, daß es sich bei den Farben entsprechend verhalten müsse. Während aber die Töne durch ihre Höhe oder ihre Schwingungszahl eindeutig gekennzeichnet werden, besitzen die Farben eine *dreifache* Mannigfaltigkeit; es genügt also zur Erzielung einer Farbharmonie nicht, *eine* der drei unabhängigen Veränderlichen, nämlich den dazu am nächstliegend erscheinenden *Farbton* gesetzmäßig zu ordnen, sondern es muß auch eine gesetzmäßige Ordnung der beiden anderen Veränderlichen erfolgen, wenn das Ergebnis der Verbindung harmonisch wirken soll. Von *Helmholtz* begründet und seither bis heute vorherrschend geblieben ist die Auffassung, daß die dreifaltige Beschaffenheit der Farbe von den unabhängigen Veränderlichen *Farbton*, *Reinheit* und *Helligkeit* der Farbe bestimmt wird. Ihre erst in diesen Tagen von *Ostwald* nachgewiesene Unrichtigkeit hat bisher jeden Versuch vereitelt, auf dieser Grundlage eine allen Ansprüchen gerecht werdende gesetzmäßige Farbensystematik durchzuführen. Seit *Herings* grundlegenden Forschungen wissen wir zwar, daß an Stelle der genannten drei bisher angenommenen Veränderlichen diejenigen des *Farbtöns*, des *Weißgehalts* und des *Schwarzgehalts* zu treten haben, aber erst seit uns *Ostwald* gelehrt hat, mittels besonderer von ihm geschaffener begrifflicher und technischer Mittel diese drei Elemente zahlenmäßig meßbar zu erfassen, können wir den so lange vergebens erstrebten Übergang von der bisherigen *qualitativen* Entwicklungsstufe der Farbenlehre zur *quantitativen* als erreicht ansehen, die auf der sicheren Grundlage von Maß und Zahl den Ausbau einer rationell begründeten Farbenharmonik erst ermöglicht.

Wenn wir unter „Harmonie“ im weitesten Sinne die „gesetzmäßige Ähnlichkeit“ gleichartiger Empfindungsinhalte verstehen und dabei von den einfachsten Harmonien ausgehen, die, wie z. B. in den primitivsten Kunstformen, in der rhythmischen Wiederholung irgendeines Gebildes, d. h. in der Gleichheit der zeitlichen oder räumlichen Abstände bestehen, so erkennen wir für die Harmonie der Farbe ohne weiteres, daß durch die erwähnte dreifache Mannigfaltigkeit der Farbe sich die Verhältnisse insofern ganz besonders verwickelt gestalten, daß sie die gleichzeitige Bestimmung und gesetzmäßige Zuordnung aller drei Veränderlichen erforderlich machen. Es müssen nämlich zwischen den entsprechenden Werten jeder der drei Veränderlichen bei den an einer Harmonie beteiligten Farben die geforderten gesetzlichen Zusammenhänge bestehen. Fehlt eine solche auch nur bei einer von ihnen, so ist die Harmonie ge-

stört und kann nicht durch das Vorhandensein gesetzlicher Zusammenhänge bei den anderen Veränderlichen gerettet werden. Der vielfache Mißerfolg bei den bisherigen Versuchen, Farbenharmonien zu bilden, hatte seinen Grund darin, daß man in der Hauptsache nur auf den Farbtön Rück-sicht genommen hatte, die Beziehungen auf den Weiß- und Schwarzgehalt aber unberücksichtigt ließ oder nur rein gefühlsmäßig beachtete. Die widersprechenden Urteile über den harmonischen Gesamteindruck der Farbenzusammenstellungen sind fast durchgehends auf die mangelnde oder ungenügende Beachtung dieser Beziehungen zurückzuführen. Die Lösung des Problems lag demnach in der Aufgabe, die drei Veränderlichen der Farbe gleichzeitig in gesetzmäßige Beziehung zu bringen. Alle früheren Versuche, mittels der ursprünglich angenommenen Veränderlichen Farbtön, Reinheit und Helligkeit eine gesetzmäßige Beziehung zwischen den Farbenzusammenstellungen her-

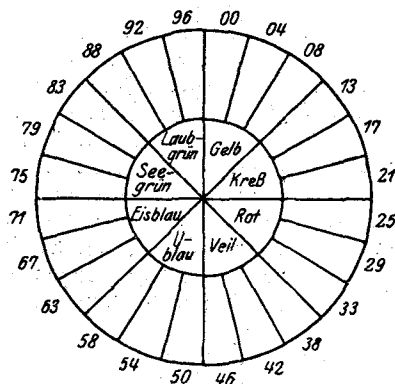


Fig. 1. Ostwald'scher Farbenkreis: die einander ähnlichsten Farben, folgen einander in empfindungsgleichen Abständen.

zustellen, mußten an der Unmöglichkeit scheitern, diese drei Elemente nach dem einheitlichen Prinzip einer zahlenmäßigen Messung zu bestimmen und zu ordnen. Eine solche erwies sich erst auf Grund der neuen Elemente Farbtön, Weißgehalt und Schwarzgehalt als möglich und durchführbar. Mußte doch noch im Jahre 1910 der amerikanische Gelehrte *Ogden N. Rood* den damaligen Stand des Problems der Farbenordnung dahin kennzeichnen, daß z. Z. weder „unsere Kenntnisse der Farbe noch die experimentellen Hilfsmittel“ genügend fortgeschritten seien, um uns einen Plan zu einer wissenschaftlichen Klassifikation der Farben auch nur vorzuschlagen. Und zwischen dem Vorschlag und der Ausführung würden noch viele mühselige Schritte liegen.“

Die Ordnung der Farbtöne nach ihrer größten Ähnlichkeit und rein gefühlsmäßig zu erkennenden Verwandtschaft in Gestalt des in sich selbst zurücklaufenden Farbenkreises war von jeher gebräuchlich und allgemein anerkannt. Sie ist von *Ostwald* in mehreren wichtigen Punkten vervollständigt und gesetzmäßig festgelegt. Beginnt man mit dem Gelb als dem hellsten der reinen Farb-

töne und läßt dem Uhrzeigerlauf folgend nach der roten Seite zu stets die ähnlichsten Farbtöne in empfindungsgleichen Abständen sich aufeinanderfolgen, so gelangt man in der Farbtönenordnung von Gelb über Kreß (für Orange, von der Farbe der Kapuzinerkressenblüte), Rot, Veil (für Violett, von der Farbe des Veilchens), Blau und Grün wieder zum Gelb zurück und man erkennt, daß, je weiter man sich von einem gegebenen Farbtön entfernt, die Töne zunehmend einander unähnlicher werden, bis man zu einem Punkt gelangt, wo das Gefühl uns sagt, die Unähnlichkeit sei am größten. Dies gilt für jeden einzelnen Farbtön und wir nennen die der gegebenen Farbe jeweilig unähnlichste ihre Gegen- oder Ergänzungsfarbe. Die Zusammenstellung zweier Gegenfarben vermittelt uns stets einen besonders starken Farbeindruck, indem sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung steigern. Sie bilden die einfachste und eindringlichste Harmonie, die allerdings vielfach bereits zu gewöhnlich oder zu aufdringlich wirkt. Je blasser aber die einzelnen Gegenfarben genommen werden, um so sanfter wird ihre Wirkung. Daraus geht hervor, daß die Harmonie der Farben keineswegs allein durch den Farbtön bedingt ist, sondern ebenso von dem Gehalt an Weiß (und Schwarz). Die Gleichheit des Weiß- (und Schwarz-) Gehaltes bedingt außer dem Farbtön das harmonische Zusammenpassen der Farben. Im Farbenkreis steht jeder gegebenen Farbe ihre Gegenfarbe diametral gegenüber, so daß stets ein Paar von Gegenfarben sich an den Enden irgendeines Kreisdurchmessers befindet. Gelingt es nun, eine zweckmäßige Einteilung nur einer Hälfte des Farbenkreises zu finden, so sehen wir, daß durch das genannte Prinzip der Gegenfarben seine andere Hälfte automatisch mitgeordnet ist. Das Prinzip einer solchen rationalen Einteilung und Ordnung einer Hälfte des Farbenkreises gestaltet sich folgendermaßen: Bezeichnet man sämtliche Farbtöne des Farbenkreises (s. Fig. 1) mit fortlaufenden Zahlen, die beispielsweise von 0 bis 99 gehen, wenn der Farbenkreis in 100 Teile geteilt ist, so verlangt, wie gesagt, das Prinzip der Gegenfarben, daß die Nummern der Farben jedes Paares um die Hälfte des so eingeteilten Kreises, also um 50 voneinander verschieden sind. Bezeichnet man z. B. irgendeine Farbe mit 20 — in dem 100teiligen Farbenkreise ist es ein Mennigrot —, so hat die Ergänzungsfarbe, ein grünliches Blau, notwendig die Zahl 70 zu bekommen, weil sie im Farbenkreis der Zahl 20 gegenüberstehen muß. Das neue Prinzip sagt nun, daß, wenn zwei Farben irgendwelche Nummern haben, dann diejenige Farbe, die durch optische (s. w. u.) Vermischung gleicher Anteile von beiden entsteht, eine Nummer bekommen muß, welche genau in der Mitte von beiden liegt. Mischt man das erwähnte Mennigrot 20 etwa mit einem Karminrot 30, so bekommt das Mischprodukt, ein Zinnoberrot, die Nummer 25, wenn es aus gleichen Teilen der beiden gegebenen Farben hergestellt wird. Nimmt man verschiedene

Teile, so läßt sich jeder beliebige Farbton zwischen 20 und 30 erzeugen.

Selbst für wissenschaftliche Ansprüche genügen die nach dem genannten Prinzip aus dem stetigen Farbenkreis ausgewählten 100 gleichabständigen Punkte, deren Abstufungen so fein sind, daß sie schon etwas schwierig zu unterscheiden sind. Sie nähern sich also bereits der Unterschiedsschwelle. Man beginnt — natürlich willkürlich, da es in einem Kreise an einem eindeutig bestimmbar anfangs- oder Endpunkt fehlt — bei 00 mit dem an der Grenze des Grünlichen stehenden Schwefelgelb, der hellsten Farbe, die es gibt. Bei 13 beginnt Kreß, bei 25 Rot, bei 38 Veil, bei 50 Ublau, bei 63 Eisblau, bei 75 Seegrün, bei 88 Laubgrün.

Für praktische Zwecke braucht man indes nicht bis zur Unterschiedsschwelle zu gehen. Hier genügen drei Stufen von jeder der genannten acht Hauptfarben, so daß man insgesamt 24 Stufen erhält. Die mittlere der drei Stufen stellt dann jedesmal den Vertreter der acht Hauptfarben dar.

Die bereits erwähnte Bezeichnung der Gegenfarben als *Ergänzungsfarben* geht auf eine besonders wichtige Beziehung dieser einzelnen Farben zurück, die darin besteht, daß diese Gegenfarben miteinander in gleichen Verhältnissen gemischt, ein neutrales unbuntes Grau ergeben. Freilich bezieht sich diese schon längst bekannte Gesetzmäßigkeit nicht auf die Vermischung entsprechend gefärbter *Pigmente*, also im Sinne der gebräuchlichen *Farbstoffe*, denn dann entstehen komplizierte Verhältnisse, auf die hier mit der notwendigen Kürze nicht eingegangen werden kann. Vielmehr muß die Farbenmischung *optisch* erfolgen dergestalt, daß man die Lichtstrahlen von beiden farbigen, in diesem Falle also gegenfarbigen Flächen oder Farbaufstrichen her in das Auge leitet. Eine derartige optische Vermischung, und zwar in jedem beliebigen Verhältnis, geschieht in einfachster Weise mittels eines von *Ostwald* konstruierten *Polarisationsfarbenmischapparates*, unter dem die Mischfarben betrachtet und mit einem dazugelegten neutralgrauen Aufstrich verglichen werden können. Entfernt man sich bei der Mischung zweier farbiger Aufstriche auch nur ein wenig von dem Gegenfarbenpaar, d. h. liegen die Mischfarben im Farbenkreis etwas näher beieinander, so ergibt die Mischung nicht mehr das reine neutrale Grau, sondern entsprechend dem jeweiligen Anteil der beiden Mischfarben den in der Mitte des kürzeren Kreisbogens liegenden Farbton, dessen Reinheit um so größer wird, je mehr sich die beiden Mischfarben im Farbenkreise einander nähern. Das gemischte Produkt ist stets jeder der beiden Mischfarben ähnlicher, als diese beiden es untereinander sind.

Rein nennt man bekanntlich eine Farbe, welche nur einen bestimmten Farbton zum Ausdruck bringt und keinen trüben, d. h. unbunten, farblosen Anteil enthält oder unserem Empfinden nach vermuten läßt. Absolut reine Farben kennen

wir indes nur in den reinen Lichtern des Spektrums; in künstlichen Aufstrichen und Ausfärbungen kann man sie aber ebensowenig erreichen wie reines Weiß oder Schwarz. Enthält eine Farbe neben dem bunten Anteil noch einen unbunten (Weiß, Grau oder Schwarz) oder läßt einen solchen empfinden, so nennen wir sie *gebrochen* oder *trübe*. Fast alle Farben, denen wir im täglichen Leben begegnen, sind mit mehr oder weniger großen Graubeimengungen getrübt, auch wenn sie uns den Eindruck größter Rein- und Echtheit vermitteln.

Genau genommen gehört an jeden Ort im Farbenkreise nicht nur ein einziger Farbton, nämlich der reinste, sondern ein ganzes Geschlecht von Farben, die zwar in bezug auf ihren *Farbton* als maßgebenden Faktor zur Einordnung in die geschlossene Reihe des Farbenkreises übereinstimmen, in bezug auf ihre *Reinheit* und *Grauzumischung* aber die allergrößten Verschiedenheiten aufweisen können. Indes haben auch diese trüben Farben mit ihren großen Unterschieden der Reinheit und Helligkeit als Abkömmlinge ein- und desselben reinen Farbtons die Eigenschaft, mit ihrer Gegenfarbe gemischt neutrales Grau zu ergeben, wobei sie nur um so mehr oder weniger von der Gegenfarbe beanspruchen, je trüber oder reiner sie selbst sind. Die Feststellung, daß das Ergebnis der Mischung zweier Farben durch den Farbton allein nicht eindeutig bestimmt wird, sondern von dem Reinheitsgrade der beiden benutzten Farben abhängt, ist aus dem Grunde so wichtig, weil sie uns ein Mittel an die Hand gibt, den Reinheitsgrad jeder Farbe zu bestimmen, wodurch erst die rationelle Einteilung des Farbenkreises nach dem Prinzip der „inneren Symmetrie“ ermöglicht wird. Da jede beliebige Farbe aus einem Bruchteil der reinen oder gesättigten Farbe („Vollfarbe“), einem Bruchteil Weiß und einem Bruchteil Schwarz besteht, welche drei Bruchteile sich einander zur Einheit ergänzen, so läßt sich, falls sich diese beiden letzten Größen als meßbar erwiesen, die Reinheit durch Abzug dieser beiden Bruchteile von der Einheit feststellen. Dazu ist es notwendig, vorerst die Ordnung der grauen oder unbunten Farben festzulegen.

Während die Herstellung eines *absoluten Schwarzes* durch eine kleine Öffnung in einem innen geschwärzten Kasten längst bekannt war, mußte die Frage nach dem *absoluten Weiß* trotz ihrer theoretischen Lösung durch *Lambert* erst ins Reine gebracht werden. Absolut weiß ist bekanntlich eine Fläche, welche das auffallende Licht unter allseitiger Zerstreuung vollständig zurückwirft. Technisch stellt eine mit reinstem Barytweiß gedeckte matte Fläche die beste Annäherung an das Ideal dar, indem sie nur etwa 1 % des auffallenden Lichtes verschluckt. Kreide dagegen hat nur die Helligkeit 80, d. h. ein Aufstrich von Kreide wirft $\frac{80}{100}$ der auffallenden Lichtmenge zurück. Demgemäß wird jedes Grau durch den in

Hundertsteil ausgedrückten Bruchteil des Lichtes gekennzeichnet, welchen es zurückwirft. Aus den beiden Bestandteilen des dem Ideal angenäherten Weiß und Schwarz lassen sich nun durch bemessene Mischung alle grauen Farben stufenweise herstellen und gemäß ihrem Weiß- und Schwarzgehalt kennzeichnen.

Es bestehen aber zwischen Schwarz und Weiß noch folgende wichtige Beziehungen, welche mit dem psychophysischen Grundgesetz von *Fechner* über das Verhältnis zwischen Reiz und Empfindung zusammenhängen. Es werden nämlich die Abstufungen zwischen Weiß und Schwarz, welche gleichen *Unterschieden* des Weißgehaltes (oder der Helligkeit) entsprechen, also in einer *arithmetischen* Reihe zu- oder abnehmen, keineswegs als gleich abständig empfunden. Vielmehr müssen die Helligkeiten vom absoluten Weiß nach einer *geometrischen* Reihe, also in gleichem *Verhältnis* abnehmen, wenn die Stufen als gleichabständig empfunden werden sollen. Bezeichnet man in Anwendung des Zehnerprinzips, das wir durchgängig unseren Messungen und Zählungen zugrunde legen, das absolute Weiß, welches alles Licht zurückwirft, mit 100, das absolute Schwarz, welches alles verschluckt, mit 00, so gelangt man zu folgender Einteilung der Graureihe:

100	79	63	50	40	32	25	20	16	13	10
10,0	7,9	6,3	5,0	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0 usw.

Das ergibt von 100 bis 10 zehn Stufen und ebenso viele zwischen 10 und 1; zwischen 1 und 0,1 wären weitere 10 Stufen einzuschalten und so ins Unendliche, gemäß den Eigenschaften der geometrischen Reihen. Da aber alle schwarzen Flächen noch meßbare Mengen Weiß enthalten, kommt man praktisch kaum über die zweite Reihe hinaus. Aus dieser Teilung der Graureihe lassen sich nun bestimmte *Normen* ableiten, die, ähnlich wie die *Töne* der musikalischen Tonleiter, für die Zwecke der Farbenharmonie aus allen möglichen ausgewählt und unter Ausschluß aller anderen benutzt werden. Sie ergeben sich als Mittelwerte der durch die geometrische Reihe abgeteilten Gebiete; so ist zwischen 100 und 79 der Mittelwert 89, zwischen 79 und 63 ist er 71 usw. Wenn wir diesen Normen die kleinen Buchstaben a, b, c, ..., zuordnen, so lautet die Tabelle der „unbunten Normen“ folgendermaßen:

Weiß	89	71	56	45	36
Schwarz	11	29	44	55	64
Zeichen	a	b	c	d	e
Weiß'	7	5,6	4,5	3,6	2,8
Schwarz	93	94,4	95,5	96,4	97,2
Zeichen	m	n	o	p	q

Die in der Reihe „Schwarz“ befindlichen Zahlen geben den Gehalt an Schwarz in dem entsprechenden Grau an, der den an Weiß jedesmal zu 100 ergänzt. Da diese nach dem Zehnerprinzip gefundenen Stufen in vielen Fällen schon so eng sind, daß jede zweite übersprungen werden

kann, so dienen als Gebrauchsnormen der unbunten Reihe die Stufen a, c, e, g, i, l, n, p, r, t.

Stellt man diese Normen in Gestalt einer Rahmenleiter zusammen, in der die sich aufeinanderfolgenden Graustufen wie die Sprossen einer Leiter in gleichen Zwischenräumen angebracht sind, so läßt sich mittels einer solchen *Grauleiter* mit einem Blick feststellen, welche Helligkeitsstufe eine zwischen die entsprechenden Sprossen gelegte und zu messende Fläche hat. Auch für nichtgraue, d. h. bunte Farbtöne, läßt sich eine solche *Helligkeitsmessung* bei einiger Aufmerksamkeit überraschend leicht ausführen.

Wie sich aus der Anordnung der Farbtonreihe auf einer Kreislinie, und aus der Anordnung der grauen Farbstufen in einer gradlinigen Leiter mit den Endpunkten Weiß und Schwarz ergibt, handelt es sich bei diesen Gruppen um *einfaltige* Reihen. Weitere Gruppen einfaltiger Reihen ergeben sich aus der Vermischung der reinen Farbtöne des Farbkreises (*Vollfarben*) mit Weiß und mit Schwarz; die mit Weiß gemischten Töne sind die *hellklaren*, die mit Schwarz gemischten die *dunkelklaren* Farben. Diese einfaltigen Reihen beginnen also mit der Vollfarbe und endigen im Weiß bzw. Schwarz. Auch bei ihrer Einteilung in empfindungsgleiche Stufen macht

sich das *Fechnersche* Grundgesetz geltend, demzufolge man zu reinem Weiß ziemlich bedeutende Mengen reiner Farbe (oder Schwarz) setzen kann, bevor das Weiß dem Auge deutlich verändert erscheint. Umgekehrt ist das reine Schwarz äußerst empfindlich gegen sehr geringe Mengen reiner Farbe (oder Weiß). Es muß also auch bei den hell- und dunkelklaren Reihen der Weiß- bzw. Schwarzgehalt nach einer geometrischen Reihe abnehmen, um für die Empfindung gleichabständige Stufen zu ergeben. Aus der Ähnlichkeit dieser beiden Reihen gleichen Farbtons mit der Graureihe ergibt sich eine ganz entsprechende Normung für sie, wie sie weiter oben für die Graureihe festgesetzt ist. Dieselben Mengen, gemäß den Buchstaben a, e, g, i, l, n, p, r, t, welche die Weißgehalte der grauen Stufen kennzeichnen, sind auch für die Normen der hellklaren Reihen maßgebend und man kann daher diese

28	22	18	14	11	9
72	78	82	86	89	91
f	g	h	i	k	l
2,2	1,8	1,4			
97,8	98,2	98,6			
r	s	t			

Farben eindeutig bezeichnen, wenn man den Farbton durch die entsprechende Nummer im Farbkreis und den Weißgehalt durch seinen Buchstaben angibt. Ganz dasselbe gilt für die dunkelklaren mit Schwarz gemischten Reihen, während aber bei den hellklaren Farben die Vollfarbe die

Rolle des Schwarz übernommen hatte (weil Weiß der andere Bestandteil war), übernimmt sie in der dunkelklaren Reihe die Rolle des Weiß (weil hier Schwarz der andere Bestandteil ist).

Die Gesamtheit der stetigen hell- und dunkelklaren Farbtonreihen kann man sich durch eine figürliche Darstellung in Gestalt einer Kreisfläche versinnbildlichen, deren begrenzende Peripherie durch die einfaltige Reihe der Vollfarben gebildet wird, während auf den Radien durch stetige gleichmäßige Zumischung von Weiß bzw. Schwarz die hell- bzw. dunkelklaren Reihen zu liegen kommen, bis im Mittelpunkt das reine Weiß bzw. Schwarz erreicht wird. Nach ihrer Wirkung auf unser Gefühl bezeichnen wir die hell- und dunkelklaren Farben im Gegensatz zu den reinen, gesättigten Vollfarben als *ungesättigte reine* Farben und bringen dadurch zum Ausdruck, daß ihnen die Mischungen von Weiß und Schwarz zu Grau fehlen. Wenn sie auch unserem Gefühl als reine Farben imponieren, so stellen sie doch nicht das Ideal dar, da es praktisch völlig weiß- bzw. schwarzreine Farben nicht gibt. Da aber kleine Mengen Schwarz neben viel Weiß oder Vollfarbe kaum empfunden werden (s. o.), so ist die praktische Annäherung an die hellklaren Farben viel vollständiger als an die dunkelklaren, wo die geringsten Mengen Weiß neben Vollfarbe und Schwarz sich der Empfindung aufdrängen. Dem Ideal der dunkelklaren Farben entsprechen am meisten diejenigen Farbtöne, die wir z. B. an alten Kirchenfenstern bewundern, deren tiefer oder „glühender“ Farbencharakter von der fast völligen Abwesenheit weißer Anteile in den Farben herührt. Die neueren Kirchenfenster, in denen sehr viele weiße Stellen vorkommen, zeigen entfernt nicht denselben Farbencharakter wie die alten, bei denen gerade solche Bestandteile auf das sorgfältigste vermieden sind.

Zu den Abkömmlingen der reinen Farbe infolge Zumischung zunehmender Mengen von Weiß oder Schwarz gesellt sich das große Heer derjenigen, welche gleichzeitig Weiß und Schwarz enthalten. Wir nennen sie die „trüben“ oder „gebrochenen“ Farben. Genau genommen sind alle Körper- und Flächenfarben trübe, weil alle mehr oder weniger Weiß und Schwarz neben der Vollfarbe enthalten. Die Normen im Gebiet der trüben Farben bestimmen sich durch dieselben Stufen, wie sie oben für die klaren Farben festgestellt wurden. Demgemäß wird jede trübe Farbe durch die zwei Ziffern ihres Farbtons aus dem Farbenkreise und die Buchstaben für den Weiß- und Schwarzgehalt bezeichnet. Die figürliche Ordnung aller Abkömmlinge eines Farbtons ergibt sich auf Grund der genannten Bestimmungsstücke, indem man ein gleichseitiges Dreieck (s. Fig. 2) zeichnet, in dessen Ecken Vollfarbe (V) links, Weiß (W) oben und Schwarz (S) unten zu stehen kommen, und in diesem *farbtongleichen Dreieck* die Farben folgendermaßen ordnet: Zwischen V und W liegen alle hellklaren, zwischen V und S alle dunkelklaren Farben,

während zwischen W und S die unbunten grauen Farben untergebracht sind. Innerhalb des Dreiecks liegen alle trüben Farben, und zwar jede so, daß die Entfernung des zugehörigen Punktes von den drei Seiten das Maß für den Gehalt der Farbe an Vollfarbe, Weiß und Schwarz bildet. Je mehr Vollfarbe die trüben Farben enthalten oder je reiner sie sind, um so mehr ordnen sie sich um V . Je mehr Weiß sie enthalten oder je heller sie sind, um so näher ordnen sie sich um W . Je mehr Schwarz sie enthalten oder je dunkler sie sind, um so mehr ordnen sie sich um S . Enthalten sie endlich annähernd gleiche Teile von den dreien, so liegen sie in der Mitte des Dreiecks. Die Entfernungen des der trüben Farbe zugehörigen Punktes von den drei Dreiecksseiten bestimmen daher das Maß für den Gehalt der Farbe an Vollfarbe, Weiß und Schwarz. Auf diese Weise findet jede mögliche Mischung aus den drei Bestandteilen ihren ganz bestimmten Ort, und jedem Punkt des Dreiecks entspricht eine besondere Farbe. Parallel der Seite VS verlaufen die *Weißgleichen*, d. h. die Linien, in denen alle Farben gleichen Weißgehalts liegen; ebenso verlaufen pa-

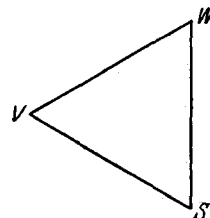


Fig. 2. *Farbtongleiches Dreieck* zur Einordnung aller Abkömmlinge, die aus einem Farbton (V) durch gleichzeitige Zumischung von Weiß (W) und Schwarz (S) entstehen.

rallel zu VW die *Schwarzgleichen*. Die hellklaren Farben sind daher die äußersten Schwarzgleichen, in denen $S = 0$ ist; die dunkelklaren die äußersten Weißgleichen, in denen $W = 0$ ist. Parallel zu WS endlich liegen die *Reingleichen*, die Farbgleichen gleichen Gehalts an Vollfarbe. Die äußerste Reingleiche ist die Weiß-Schwarz-Reihe, in der V gleich 0 ist. Naturgemäß muß man auch hier zur Ordnung der Farben innerhalb des Dreiecks gemäß den Stufen der Empfindung nach dem *Fechnerschen Gesetz* die Einteilung so verschieben, daß die Punkte dieser geometrischen Reihe gleiche Abstände erhalten. Zu diesem Zweck muß das Dreieck gemäß den Logarithmen der Zahlen eingeteilt werden, welche die Zusammensetzung darstellen, wodurch die Empfindungsstufen zu derselben unmittelbaren Darstellung gelangen, wie sie schon oben festgestellt und mit den Buchstaben a, b, c, \dots bezeichnet wurden. Das Dreieck zerfällt dann je nach der Zahl der gewählten Stufen in entsprechend viele Rauten, von denen jede durch die zugehörigen Buchstaben für den Weiß- und Schwarzgehalt bezeichnet wird.

Theoretisch enthält das farbtongleiche Dreieck unbegrenzt viele Farben, denn da die drei Be-

standteile der Farbe sich stetig ändern können, ist auch das Dreieck mit stetig ineinander übergehenden Farben erfüllt. Dadurch aber, daß ebenso wie für die reinen Farben des Farbkreises und für die grauen Farbtöne der Weiß-Grau-Schwarzreihe natürlich auch für die trüben Farben eine endliche Unterschiedsschwelle besteht, wird bewirkt, daß die Zahl nicht unendlich groß ist, und es ist daher zweckmäßig, eine begrenzte Anzahl Stufen zu unterscheiden. Durch die oben beschriebene Entstehungsweise aus der 8stufigen Graureihe ist die Einteilung des ganzen farbtongleichen Dreiecks in 36 Felder bereits gegeben, von denen 8 unbunt, die anderen 28 bunt sind, und die für praktische Zwecke völlig ausreichen. Für die 28 bunten Felder multipliziert sich die Zahl sämtlicher als Farbnormen zu benutzenden Farbtöne um die Zahl der aus dem Farbkreis gewählten Farbnormen, für die, wie wir sahen, 24 Farbtöne genügen. Wir gelangen so zu einer Gesamtzahl von $28 \times 24 = 672$, wozu noch die 8 unbunten Farben kommen, = 680 Farbnormen.

Auf die beschriebene Weise können wir die gesamte Welt der Farben ordnen und in ihr die Normen bestimmen, welche man einhalten muß,

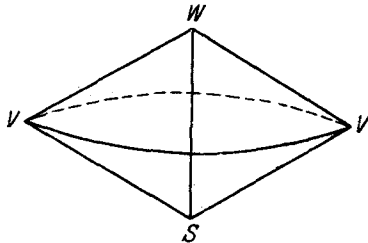


Fig. 3. *Farbenkörper* (Doppelkegel) zur räumlichen Darstellung der gesamten Farbenwelt.

um sie allgemein in Harmonie setzen zu können. Zunächst läßt sich jede Farbe von gegebenen Werten für Farbton, Weiß- und Schwarzgehalt als einen Punkt eines *Farbkreises* auffassen, in welchem nur der Farbton wechselt, während der Weiß- und Schwarzgehalt derselbe bleibt. Jeder derartige Kreis enthält deshalb „gleichwertige“ Farben, denn was der Maler nach seinem Gefühl „Valeur“ einer Farbe nennt, ist durch den Schwarz- und Weißgehalt zahlenmäßig bestimmt. Solche gleichwertige Farben wirken bei der Zusammenstellung unmittelbar harmonisch; bringt man unter sie eine Farbe anderen Wertes, so „fällt sie heraus“, wie die Maler sagen.

Indem man alle derartigen Farbkreise methodisch um eine gemeinsame Achse ordnet, als welche sich nach den obigen Darlegungen ohne weiteres die Weiß-Grau-Schwarzlinie ergibt, und die durch das farbtongleiche Dreieck gegebene Ordnung die Abkömmlinge eines jeden reinen Farbtons anwendet, braucht man nur durch jeden einzelnen Farbton den entsprechenden Farbkreis zu legen, um die Gesamtheit aller Farben zu erfassen. Wir gelangen so zu einer räumlichen Darstellung der gesamten Farbenwelt, dem

Farbenkörper, in Gestalt eines Doppelkegels (s. Fig. 3). Hier finden sich die Farbtönekreise wieder, die in den Flächenbildern der farbtongleichen Dreiecke nicht in die Erscheinung treten konnten. Auf der Kreislinie des größten Umfangs des Doppelkegels liegen die reinen gesättigten Töne der Vollfarben, der obere Kegelmantel ist von den hellklaren, der untere von den dunkelklaren Farben bedeckt, die in ihrer Sättigung abnehmend oben in der Spitze Weiß, unten in der Spitze Schwarz erreichen. Im Innern des Kegels liegen alle trüben Farben geordnet. Durch Zerschneiden des Kegels in einer Ebene, die durch seine Achse geht, erhält man zwei Farbdreiecke nebeneinander, die zwei Gegenfarben angehören und an der grauen Mittellinie aneinanderstoßen. Zerschneidet man ihn durch einen Zylinder, der dieselbe Achse hat, so erhält man alle Farben gleicher Reinheit. Parallelschnitte zu den beiden Kegeln ergeben die Farben gleichen Weiß- bzw. Schwarzgehaltes. Eine nach den oben beschriebenen Grundsätzen vom Verlag Unesma, Leipzig, hergestellte Farbensammlung, ein Werk, das 12 gleichabständige Achsenschnitte durch den Farbkörper in Gestalt handgefärbter Kupferdrucktafeln wiedergibt, läßt uns eine anschauliche Vorstellung von der großen und ruhevollen Schönheit gewinnen, welche solchen naturgesetzlich geordneten Farbgruppen eigen ist. Obwohl auf diesen Hauptschnitten die reinsten und lebhaftesten Farben verwendet sind, die sich auf Papier herstellen lassen, und obwohl dazu noch die Gegenfarben nebeneinandergestellt sind, welche den stärksten aller möglichen Kontraste miteinander bilden, wirkt doch eine solche Tafel mit vollendeter Harmonie. Das kann auch gar nicht anders sein; denn Harmonie und Naturgesetzlichkeit sind im Reiche der Farben ebenso wie im Reiche der Töne nichts anderes als Wechselbegriffe, von denen einer den anderen bedingt. Die Tafeln sind daher ein hervorragendes Hilfsmittel, sich die Gesetze der Farbharmonien anschaulich zu machen, denen alle und jede Verwendung der Farbe zu künstlerischen und kunstgewerblichen Zwecken unterworfen ist.

Die Farbnormen, deren Entstehung auf der neuen systematischen Grundlage wir oben gekennzeichnet haben, bilden die Grundlage, auf der sich alle farbigen Harmonien aufbauen lassen. Bisher waren es nur die *farbtonverschiedenen* Harmonien, die man in Anwendung zu ziehen bestrebt war, wenn auch vielfach in unvollkommener Weise, weil die Gesetze dafür noch unbekannt waren, und überdies meist ein falsch geteilter Farbkreis benutzt wurde. Ihr Hauptgesetz besteht einmal in der Verbindung nur *gleichwertiger* Farben, d. h. solcher mit gleichem Weiß- und Schwarzgehalt, und weiter in der Verwendung von *gleichabständigen* Farbtönen aus dem rationell in 100 Teile geteilten Farbkreis, die sich aus den Nummern mit gleichen Unterschieden ergeben. Natürlich muß auch in dem etwa zugefügten

Grau die Gleichwertigkeit und Gleichabständigkeit gewahrt bleiben. Denn auch für die *grauen* Farbtöne besteht die harmonische Gesetzlichkeit der Gleichabständigkeit und es folgt hieraus als weitere Selbstverständlichkeit, daß *farbtongleiche* Harmonieverbindungen ebenfalls auf Gleichabständigkeit der in Betracht kommenden Stufen beruhen. Als weitere Möglichkeit gesellt sich hierzu die gesetzmäßige Verwendung gleich heller Farbtöne. Man erkennt, eine wie außerordentlich vielseitige Anwendung diese Grundgesetze der Farbharmonik gestatten, so daß von der Möglichkeit einer Erschöpfung ihres Inhaltes nicht entfernt die Rede sein kann.

Die solcherart festgelegten Punkte im Farbkörper sollen die Norm oder das praktische Ideal darstellen, dem jede willkürlich angewendete Farbe anzunähern ist. Es soll durch sie in der Farbwelt von vornherein eine „Normierung“ festgelegt werden, ähnlich derjenigen, durch welche seinerzeit die Musik erst ermöglicht wurde, und welche z. Z. als leitender Gedanke die ganze Technik beherrscht. Für alle Berufe, welche mit der Färbung von Gegenständen zu tun haben, bedeutet die Beschränkung auf so wenig Fälle oder Muster, als die tatsächlichen Bedürfnisse gestatten, einen großen Gewinn. Gewöhnt sich der Verbraucher daran, nur geregelte Farben zu benutzen, so braucht der Fabrikant nur solche herzustellen, deren Zusammensetzung ein für alle Mal ermittelt ist, und ist nicht mehr wie bisher auf Probieren nach eingesandten Mustern mit all den damit verbundenen Nachteilen, Unsicherheiten und Unbequemlichkeiten angewiesen. An der Hand dieser festen Punkte wird er mit Leichtigkeit und größerer Sicherheit auch anderen weitgehenderen Anforderungen entsprechen können. Ein weiterer unmittelbarer Vorteil der neuen Regelung, der in erster Linie dem Kunstgewerbe zugute kommen wird, liegt in der nunmehr erreichten Möglichkeit, aus den mit geregelten Farben ausgestatteten Gebrauchs- und Schmuckgegenständen zusammenpassende auszuwählen. Man braucht sie nicht einmal nebeneinander zu sehen, denn da z. B. Farben gleichen Weiß- und Schwarzgehalts stets als zusammengehörig und harmonisch empfunden werden, genügt für die Erkennung und Bewertung ihres harmonischen Zusammenstimmens die einfache Beachtung ihrer entsprechenden Farbzeichen. Es muß daher das durch die neue Farbenlehre gelöste Problem, sämtliche denkbaren und möglichen Farben in eindeutiger Weise mündlich und schriftlich zu bestimmen, von einem Jeden, der mit Farben, sei es zu praktischem Gebrauch, sei es auch nur zur Beschreibung bestimmter Färbungen zu tun hat, als ein Fortschritt von hervorragender Wichtigkeit und Tragweite begrüßt werden. Von jeher ist die Dürftigkeit der Sprache in der Beschreibung von Farben als ein großes Hindernis empfunden worden, denn mit den wenigen und unbestimmten Bezeichnungen gelb, rot, orange, blau, grün, violett,

purpur, weiß, schwarz, grau und ihren Verbindungen miteinander sowie mit hell und dunkel für die Helligkeitsabstufungen, wozu noch für die minder reinen Farben Worte wie rosa, lila, braun, oliv usw. hinzukommen, ließ sich die Mannigfaltigkeit der Farben selbstverständlich nicht annähernd erschöpfen.

Man könnte auf den Gedanken kommen, daß durch die Festlegung der Farbnormen ähnlich den Tönen der musikalischen Tonleiter der freien Entfaltung der Kunst Gewalt angetan, und daß durch kunsttechnische Fortschritte solcher Art die wahre Kunst in ihrer Erhabenheit bedroht werden könnte. Wer die Verbesserung der technischen Hilfsmittel als „unkünstlerisch“ verwerfen zu müssen glaubt, sei an das nach ganz ähnlichen Prinzipien der „Normierung“ technisch aufgebaute Klavier erinnert, dessen Musikkultur einen größeren Gesamtkunstwert darstellt, als diejenige für alle anderen Einzelinstrumente zusammen, die sich zudem fast nur noch in Begleitung des Klaviers in die Welt hinaus getrauen. Die ganze Sorge um eine Beeinträchtigung der freien Kunst durch verstandesmäßige Regeln ist schon deshalb gegenstandslos, weil es weder beabsichtigt noch überhaupt möglich ist, einen solchen törichten Zwang auszuüben. Wenn aber, was allerdings beabsichtigt ist, durch diese Bestrebungen der Sinn für schöne Farbenklänge in die breitesten Massen getragen wird, dann werden den größten Gewinn von einem solchen Fortschritt grade die Künstler haben, weil sie dann auf eine um so größere Teilnahme und Wertschätzung für ihre eigenen Werke rechnen können; ganz abgesehen davon, daß sie selbst auf der richtigen Grundlage viel wirksamer zu schaffen vermögen, als ohne sie. Ob überhaupt und inwieweit sich die freie Kunst der neuen Arbeitsmittel bedienen wird, welche die Farbenlehre bietet, ist eine Angelegenheit, die allein von den Künstlern selbst als den Nächstbeteiligten zu entscheiden ist.

Zum Schluß noch einige Worte über die *unterrichtenden* Möglichkeiten der neuen Farbenlehre. Während die Unvollkommenheiten der bisherigen Farbenlehre sich grade darin äußerten, daß ihr Unterricht nur sehr unbefriedigende Resultate ergab, wie es bei einem so ungeordneten und unklaren Gebiete auch nicht anders zu erwarten war, hat sich im Gegensatz dazu die neue Farbenlehre von vornherein als so gut lehrbar erwiesen, daß bereits die im Beginn der neuen Entwicklung veröffentlichte „Farbenfibel“ (Verlag Unesma, Leipzig) ihr eine große Anzahl dankbarer Schüler zugeführt hat. Ihr Zweck, die neue Farbenlehre in den elementaren Unterricht der Gewerbe- und Fortbildungsschulen, ja vielleicht sogar der Volksschulen einzuführen, wird sich um so leichter erreichen lassen, als im Gegensatz zu den Tönen, wo das gedächtnismäßige Wiedererkennen bestimmter Tonhöhen eine seltene Gabe ist, ganz allgemein auch beim Ungeschulten eine Fähigkeit besteht, Farben zu erkennen, die durch Übung

sehr gesteigert werden kann. Die im Farbkörper verwirklichte Ordnung aller Farben ermöglicht einem Jeden das Verständnis und die schnelle Orientierung in der Farbenwelt und erleichtert ihm das Arbeitsgebiet durch klare und bestimmte Anschauungen über die Natur der Farben an Stelle der bisher nur gefühlsmäßig empfundenen Zusammenhänge. Der schon von *Goethe* mit Eifer verfolgte Gedanke, auch den Unbegabten durch die Festlegung gesetzmäßiger Regeln der Farbharmoneik in der Farbenwelt heimisch zu machen, kann durch die neue Harmonielehre endlich als erreicht betrachtet werden.

Besprechungen.

Ungerer, Emil, Die Regulationen der Pflanzen. Ein System der teleologischen Begriffe in der Botanik. Berlin, J. Springer, 1919. XI, 260 S. Preis M. 26,— und 10 % Teuerungszuschlag.

Ungerers Buch will zwei Wissenschaften angehören: der Botanik, sofern es pflanzenphysiologische Tatsachen ordnet; der Logik, sofern es die dabei verwandte Ordnungs- und Betrachtungsweise, nämlich die teleologische, untersucht. Der Verfasser stellt sich die Doppelaufgabe, die grundsätzliche Berechtigung dieser Betrachtungsweise darzutun und sie auf das gesamte Tatsachengebiet der Botanik anzuwenden.

Er beginnt also mit einer Grundlegung der Teleologie. Ausgehend von *Kants* „Kritik der Urteilskraft“ streift er die Lehren über das Verhältnis von Teleologie und Kausalität bei einigen neueren Philosophen, um dann seinen eigenen, an *Driesch* orientierten Standpunkt darzulegen. Der eigentliche Stammbegriff, welcher der teleologischen Betrachtung zugrunde liegt, ist nicht der des Zweckes, sondern der der *Ganzheit*. Bei der teleologischen Betrachtungsweise eines Vorganges am Organismus handelt es sich nicht darum, ob er irgendeinem Zweck sich unterordnet, sondern darum, ob er zur Erhaltung der Ganzheit des Organismus beiträgt. Diese Betrachtungsweise schließt an sich keine Stellungnahme im Mechanismus-Vitalismus-Streit ein.

U. stellt nun seine teleologische Betrachtung durchaus auf *Vorgänge*, nicht aber auf *Einrichtungen* ein: „... nur *Vorgänge*, nicht aber *Einrichtungen* können Ganzheit-erhaltend im Werden genannt werden“ (S. 24). Ich kann hier dem Verfasser nicht ganz zustimmen. Gewiß ist die Forderung berechtigt, die Betrachtung ganzheiterhaltender Vorgänge und die zweckmäßiger Einrichtungen prinzipiell auseinanderzuhalten; doch scheint mir *Ungerers* Definition: „... Die teleologische Methode anwenden, heißt: die Vorgänge (!) an den Organismen daraufhin untersuchen, wie weit ihnen der Charakter der Ganzheiterhaltung zukommt“ (S. 22), eine sehr bedenkliche Einengung der biologischen Teleologie zu fordern.

Die teleologische Feststellung, daß ein Vorgang den Charakter der Ganzheiterhaltung trägt, steht natürlich mit der kausalen Betrachtung und Erklärung dieses Vorganges durchaus nicht in Konflikt. Man darf einem Vorgang teleologische, d. h. Ganzheiterhaltung betreffende Bedeutsamkeit nicht absprechen, weil er durch irgendeinen Mechanismus kausal erklärbar ist.

Der Begriff der „Ganzheit“ als Grundbegriff der teleologischen Betrachtungsweise hat gewisse Schwierigkeiten.

Die Pflanze ist als „Ganzes“ nie fertig, wie das Tier es ist; fertig sind bei ihr nur Teile. Ref. möchte hier darauf hinweisen, daß es überhaupt seine Härten hat, wenn man gewisse teleologisch bedeutsame Vorgänge als ganzheit-erhaltend bezeichnen will. Die Autotomie (Selbstverstümmelung), die wir im Tierreich so häufig finden, die aber auch im Pflanzenreich ihr Analogon hat (auf das *Ungerer* an anderer Stelle zu sprechen kommt), kann man zwar allenfalls als ganzheiterhaltend bezeichnen; da dabei (also etwa bei Abwerfen eines vom Feinde gepackten Beines) aber genau genommen der Ganzheit des Organismus Abbruch geschieht, um das Leben zu erhalten, möchte man den Ausdruck „lebenerhaltend“ vorziehen. Zweckmäßig wären demnach Vorgänge und Einrichtungen, die „mäßig“, d. h. *angemessen* sind zur Erhaltung und Förderung des Lebens, zweckstrebend und damit schon teleologisch bedeutsam auch solche Vorgänge und Einrichtungen, die eine Tendenz, wenn auch eine nicht oder nicht recht angemessene, zur Lebenserhaltung oder -förderung zeigen, wie z. B. die Bewurzelung abgetrennter Blätter, welche keine Sprosse erzeugen können.

Damit wollen wir nun dem Begriff der Ganzheit seine Bedeutung für die Biologie keineswegs abstreiten. *Ungerer* unterscheidet außer der Ganzheit des Organismus schlechthin die der Form, die des geordneten Zusammenhanges der Stoffwechselfunktionen und die des geordneten Ablaufes eines Bewegungsgefüges.

Ganzheiterhaltende Vorgänge am Organismus, die unter „normalen“ äußeren und inneren Bedingungen verlaufen, sollen *harmonisch* (*Harmonien*; *Driesch*) heißen. Äußere oder innere Vorgänge, welche die „normale“ Ganzheit völlig oder teilweise aufheben, werden als Störungen bezeichnet. Ganzheiterhaltende bzw. -wiederherstellende Vorgänge, die auf Grund von Störungen eintreten, sollen regulatorisch (*Regulationen*) genannt werden. Den oben angeführten drei besonderen Arten von Ganzheiten: Formganzheit, (Stoffwechsel-)Funktionsganzheit, Bewegungsganzheit entsprechend werden nun je drei Arten von Harmonien und von Regulationen unterschieden: Formharmonien, Funktionsharmonien und Bewegungsharmonien; Formregulationen oder Restitutionen; Funktionsregulationen oder Anpassungen und Bewegungsregulationen.

Ungerers Schrift bietet mehr als der Obertitel verspricht, insofern sie vor den Regulationen auch die Harmonien behandelt. Es wird ein sorgfältig und fein gegliedertes System der Gattungen und Arten von Harmonien und Regulationen entwickelt, das den größten Teil des Buches füllt. Dabei werden die weiteren und engeren Begriffe durch Sammlung einschlägigen, stellenweise sehr reichen Tatsachenmaterials verdeutlicht und in ihrer Bedeutung beleuchtet. Es ist schwer, über diesen Teil der Schrift, der selbst in gedrängter Kürze über eine Fülle von Begriffen und Tatsachen berichtet, ein kurzes Referat zu erstatten. Wir können nur die Grundzüge des entwickelten Begriffssystems wiedergeben; das Tatsachenmaterial muß außer Betracht bleiben.

Wie schon erwähnt, werden die Harmonien zunächst in Form-, Funktions- und Bewegungsharmonien eingeteilt. Die harmonische Erhaltung der Formganzheit kann durch Formbildungs- oder durch Bewegungsvorgänge erreicht werden. Dementsprechend werden morphologische Formharmonien (Kompositionsharmonien) und kinetische Formharmonien unterschieden; diese, also die harmonischen Herstellungen vom