



Internet-Akademie

Serie

„Streifzüge durch die Naturwissenschaften“

Autor: Hans Stobinsky

Folge 03

Farbensehen Teil 1

Sehen: Unsere bunte Welt

1. „Farbe“: Ein Begriff mit vielen Gesichtern

Umgangssprachlich wird das Wort „Farbe“ in mehrfacher Bedeutung verwendet, was oft zu Missverständnissen führt. Wir bezeichnen damit:

- die Eigenschaft eines Gegenstandes („ein roter Rock“): Genau genommen ordnen wir dem Gegenstand eine Sinneswahrnehmung zu, die er in uns hervorruft („der Rock sieht rot aus“);
- die (subjektive) Sinneswahrnehmung, die ein Gegenstand in unserem Gehirn entstehen lässt („Rot ist eine schöne Farbe“), sie ist meist mit einer gefühlsmäßigen Empfindung („Rot ist eine warme Farbe“) verknüpft;
- die Eigenschaft eines Lichtes („mach rotes Licht...“), wobei auch eigentlich dem Licht unsere Wahrnehmung als Eigenschaft zugeordnet wird, dabei treten wir aber auch an die Grenze zwischen dem physikalisch fassbaren Naturereignis und der von ihm erzeugten physiologischen Wirkung;
- Materialien, die wir zum „Färben“ oder „Anmalen“ verwenden („eine Dose rote Farbe“); hier werden in der Technik verschiedene Arten unterschieden, was dann zu Fachbegriffen wie „Färbemittel“ oder „Farbpigment“ usw. führt, eine Wissenschaft für sich!

Wir wollen betrachten, wie wir Farben wahrnehmen und dabei auch der Frage nachgehen, weshalb wir gerade bei der Farbwahrnehmung einerseits sehr empfindlich (manchmal überempfindlich) Farbnuancen differenzieren können, andererseits aber oft getäuscht werden.

2. Aus Drei mach Hundert: die Mischung macht's

2.1. Die „Dreikomponententheorie“

Die Physiologen fanden heraus, dass der Mensch etwa 100 verschiedene Farbwahrnehmungen unterscheiden kann (Frauen etwas mehr als Männer), dabei sind unterschiedliche Helligkeitsabstufungen gleicher Farbeindrücke nicht berücksichtigt. Würden diese 100 verschiedenen Farbnuancen von ebenso viel erschiedenen Sinneszellen wahrgenommen, dann müssten an jeder Stelle der Netzhaut 100 Sinneszellen eingebaut sein. Für so viele verschiedene Sinneszellen pro Bildpunkt wäre auf unserer Netzhaut kein Platz. Auch müssten an jedem Bildpunkt Ihres Bildschirms, den Sie jetzt vor sich haben, 100 verschiedene leuchtende Farbpunkte sitzen, um diese Farbvielfalt wiedergeben zu können. Unabhängig voneinander entwickelten der deutsche Naturwissenschaftler Hermann HELMHOLTZ und der englische Arzt Thomas YOUNG im 19. Jh. die Theorie, dass die menschliche Farbwahrnehmung nur auf drei Grundfarben (Rot, Grün und Blau) beruht, die von drei verschiedenen Sehzellen wahrgenommen werden, und alle anderen Farbeindrücke sich als Mischungen dieser Grundfarben erklären lassen. Lassen Sie sich bitte jetzt nicht irritieren, dass „Grün“ (und nicht „Gelb“) als Grundfarbe genannt wird, wie Sie es aus dem Malkasten gewohnt sind. Im Malkasten mischen wir farbige Stoffe (sog. Pigmente), beim Sehen betrachten wir farbige Lichter, ein grundsätzlicher Unterschied.

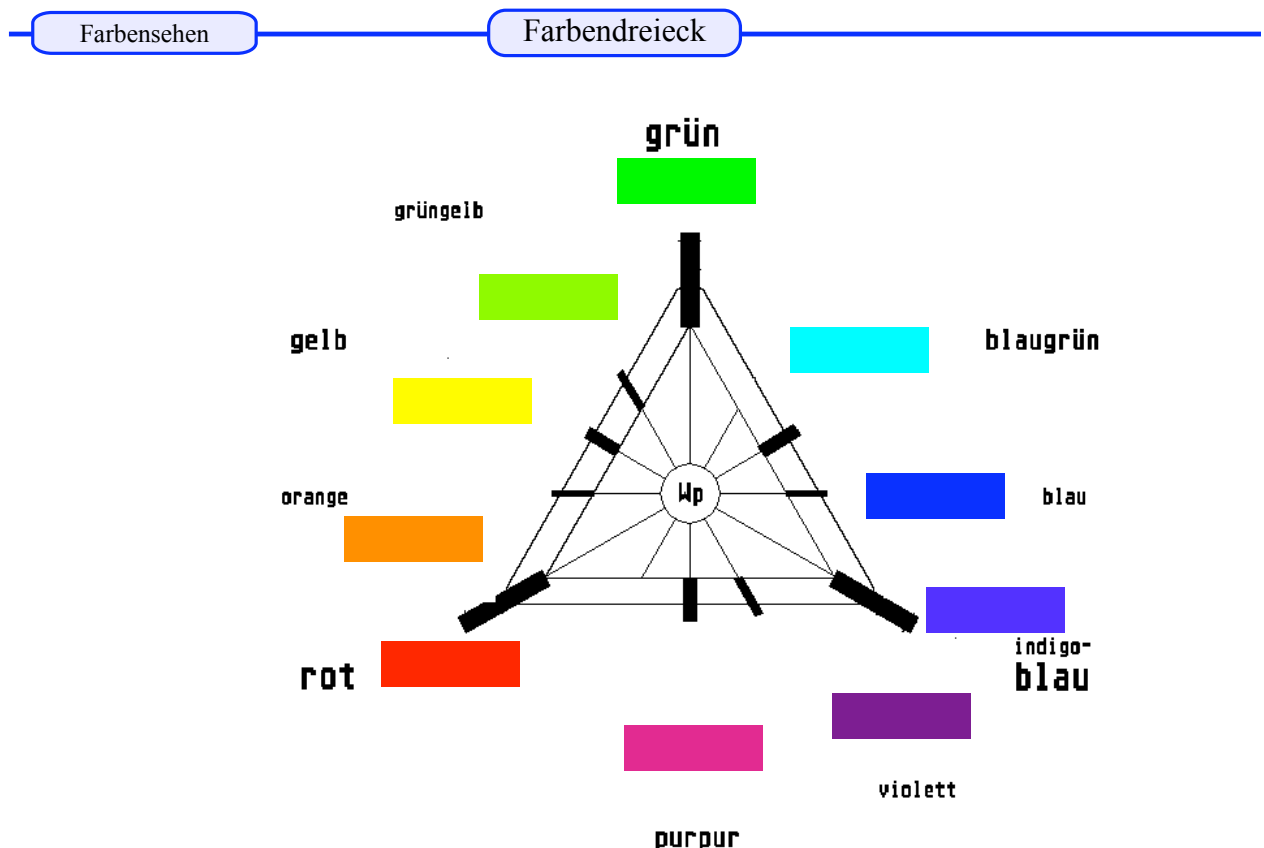
Vielleicht ist Ihnen bei der Arbeit am Computer, etwa bei der Bildbearbeitung, schon einmal die Abkürzung „RGB“ aufgefallen. Es handelt sich dabei um das entsprechende Verfahren zur Darstellung von Farben auf dem Bildschirm; „RGB“ bedeutet einfach Rot-Grün-Blau.

2.2. Das Farbdreieck

Zur anschaulichen Darstellung der Grundfarben und ihrer Beziehungen zu den Mischfarben wurde das Farbdreieck entwickelt: Die drei Grundfarben stehen an den Ecken, die Mischfarben an den Kantenlinien eines Dreiecks.

Betrachten wir die Grafik etwas genauer, so können wir einige interessante Einzelaspekte erkennen:

- Wie schon oben erwähnt, ist nicht „Gelb“, sondern „Grün“ eine Grundfarbe.
- Nicht überraschend ist, dass „Blaugrün“ (wie das Wort schon andeutet), als Mischung aus „Grün“ und „Blau“ gedeutet wird.
- Wie gewohnt, ist „Orange“ eine Mischfarbe, aber nicht aus Gelb und Rot, sondern aus Grün und Rot, also eigentlich ein „rotstichiges Grün“.
- Aber weshalb sagen wir „Gelb“ und nicht „Grünrot“? (Diese Frage führte u. a. zur Entwicklung einer weiteren Farbseh-Theorie, der Gegenfarben-Theorie.)
- An der Basis des Dreiecks taucht eine neue Farbbezeichnung auf, die leider häufig falsch verwendet wird: „Purpur“. Beachten Sie bitte, dass damit eine Farblicht-Mischung aus gleichen Anteilen rotem und blauem Licht bezeichnet wird und „Purpur“ nicht mit „Violett“ (rotstichiges Blau) gleichzusetzen ist. (Für physikalisch Interessierte sei schon hier darauf hingewiesen, dass diese Farbqualität im Spektrum des Regenbogens fehlt.)
- In der Mitte des Dreiecks steht der „Weißpunkt“ (Wp).



2.3. Farben, aber doch farblos: Weiß

Eine Besonderheit der Farbwahrnehmung ist „Weiß“. Können Sie sich vorstellen, dass zwei gleichzeitig gespielte Töne als Stille oder drei Gewürze „geschmacklos“ empfunden werden? Beim Farbensehen gibt es ein solches Phänomen, dass zwei Einzeleindrücke sich „gegenseitig aufheben“ können! Sie sehen: Unser Farbensinn ist schon ein ganz besonderer Fall!

Der Eindruck „Weiß“ (besser wäre eigentlich „Farblos“) kann auf zwei Wegen hervorgerufen werden:

- a. Durch die Mischung aller drei Grundfarben oder
- b. durch die Mischung von zwei „Komplementärfarben“.

Zu a:

Wie Sie leicht mit einer Lupe an Ihrem Bildschirm sehen können, wird ein „weißer“ Punkt dadurch erzeugt, dass alle drei Teilpunkte (RGB!, s. oben) gleichzeitig leuchten. Die Mischfarben müssen nicht vorhanden sein, was man sich in der Beleuchtungstechnik in vielfacher Weise zu Nutze macht, z. B. bei künstlichen Lichtquellen).

Zu b:

„komplementär“, d. h. sich zu Weiß ergänzend, sind alle Farbenpaare, die sich im Farbdreieck über den Weißpunkt gegenüber liegen. Die klassischen Komplementärfarbenpaare setzen sich aus einer Grund- und der komplementären Mischfarbe zusammen:

Komplementärfarben	
rot	blaugrün
grün	purpur
blau	orange
indigoblau	gelb

Ein Anwendungsbeispiel aus dem Alltag sind die sogenannten „optischen Aufheller“ in Waschmitteln. Ihre Wirkung beruht auf der Komplementärmischung Gelb – (Ultramarin)Blau:

Wäsche, insbesondere manche Synthetikfasern, neigen zum „Vergilben“, ein Alterungsprozess, der zu einer leichten Gelbtönung führt. Durch Bleichmittel ist dieser „Gilb“, wie ihn die Werbetexter nannten, nicht zu vertreiben (oder nur, wenn auch alle anderen Farben weggebleicht würden). Dem Waschmittel werden Stoffe beigegefügt, die auf der Faser haften und UV-Licht in Blau-Licht umwandeln. Dieses Blau ergänzt sich komplementär mit dem „Gilb“ zu Weiß. Dabei wirkt das entstehende Weiß oft schon etwas unnatürlich („Superweiß“), da der Blauanteil höher wird als beim natürlichen Licht. Früher verwendete man das „Wäscheblau“, ein blauer Farbstoff, dem man dem letzten Spülwasser zufügte. Der „Gilb“ wird also in Wirklichkeit nicht „verjagt“, sondern nur optisch getarnt.

3. Offene Fragen

Die Dreikomponententheorie vermag viele Erscheinungen unserer Farbwahrnehmung zu erklären, lässt aber auch Fragen offen:

- Weshalb wird „Gelb“ als eigene Farbqualität und nicht als Mischfarbe („Rotgrün“) empfunden?
- Weshalb können wir uns auch keine Mischfarben aus Rot und Grün bzw. Gelb und Blau vorstellen? Wir empfinden nämlich Grün nicht als „gelbstichiges Blau“, sondern wiederum in einer eigenen Farbqualität, eben „Grün“. Man spricht von „unvereinbaren“ Farben.

Weiterhin sind wir auf die physikalischen Grundlagen noch nicht eingegangen. Diese Fragen sollen Inhalte der nächsten Folge dieser Reihe sein.

Fachbegriff-Erklärungen

Dreikomponententheorie (YOUNG & HELMHOLTZ)

Begründet durch die Beobachtung, dass jeder Farbeindruck durch eine geeignete Mischung aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau hervorgerufen werden kann, postuliert die D. die Existenz dreier Rezeptoren-Typen, die eine unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit besitzen.

HELMHOLTZ, Hermann, 1821-1894, dt. Physiker und Physiologe;

YOUNG, Thomas, 1773-1829, engl. Mediziner und Naturwissenschaftler

Komplementärfarben

Farben, die sich gegenseitig zu einem Weißendruck ergänzen:

a. zwei spektralreine Farben (Gegenfarben)

b. eine spektralreine Farbe und die Mischung des Restspektrums (K. i.e.S.)

lat. *complementum* Ergänzung, von *compleo* voll(zählig) machen

Physiologie

Teilwissenschaft der Biologie bzw. Medizin: untersucht die physikalischen und chemischen Grundlagen von Lebensvorgängen.

gr. *physis* Natur, *logos* Lehre