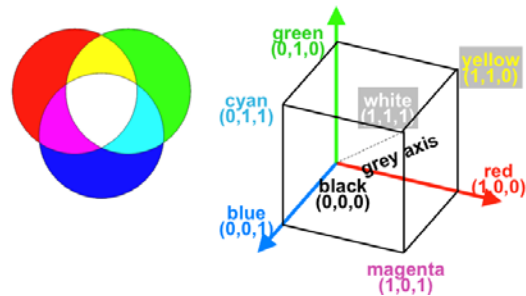


# Farbbeschreibungssysteme

## 1. Farbmodelle

### RGB Farbmodell

Das RGB Farbmodell verwendet die *additive Farbmischung* zur Beschreibung von Farbe. Die primären Farben sind *Rot*, *Grün* und *Blau*. Man kann die Farben in einem Würfel (3D Raum) darstellen und für die Achsen rot, grün und blau das Maximum mit 1 und das Minimum mit 0 definieren, das nennt man dann den RGB-Würfel. Jeder Punkt im Würfel entspricht einer Farbe. So entsprechen die anderen Ecken des Würfels den Farbmischungen B+G (Cyan), B+R (Magenta) und R+G (Gelb). Auf der Hauptdiagonalen zwischen Schwarz (0,0,0) und Weiß (1,1,1) liegen alle Grautöne.

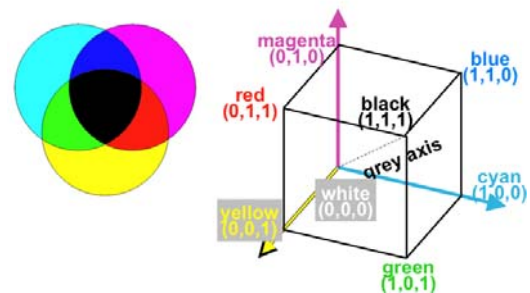


Bei der additiven Farbmischung wird Licht summiert. Das Lichtspektrum ergibt sich durch Addition der einzelnen Spektralkurven.

Das RGB Farbmodell ist weit verbreitet und wird zur Beschreibung von Monitoren und Projektoren verwendet.

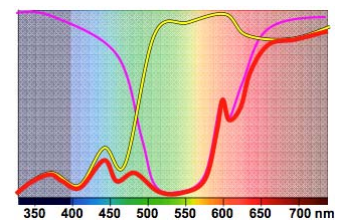
### CMY Farbmodell

Das CMY Farbmodell verwendet die *subtraktive Farbmischung*, d.h. Farben werden gefiltert. Die Primärfarben des CMY-Modells sind *Cyan*, *Magenta* und *Gelb* (Yellow). Auch das CMY-Modell lässt sich als Würfel darstellen, komplementär zum RGB-Modell. Das Minimum 0 bedeutet nun auf jeder der 3 Achsen, das nichts herausgefiltert wird, also befindet sich in (0,0,0) Weiß. Entsprechend liegt Schwarz in (1,1,1), da dort alles weggefiltert wird. Die anderen Ecken des Würfels entsprechen hier Rot (M+Y), Grün (Y+C) und Blau (C+M). Die Grautöne liegen wieder auf der Hauptdiagonalen.



Bei der subtraktiven Farbmischung werden die spektralen Kurven miteinander multipliziert, da die Farben im CMY Modell absorbiert werden.

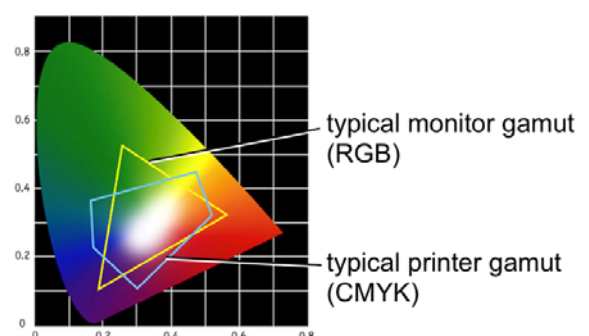
Die Absorption von Farben wird beim Drucken ersichtlich; werden alle drei CMY-Primärfarben übereinander gedruckt, wird alles absorbiert und nichts mehr reflektiert. So wird das CMY Modell zur Beschreibung von Druckgeräten verwendet.



Im Idealfall sollte  $1 - \text{CMY} = \text{RGB}$  und  $1 - \text{RGB} = \text{CMY}$  ergeben, doch in der Praxis stimmt dies nicht genau überein. So sollte das Überlagern von Cyan, Magenta und Gelb auch Schwarz ergeben, doch da Drucktinten nicht ideal sind und in der Druckerei seriell aufgetragen werden, ist die letztere Farbe immer dominanter als die vorherigen. Um diesen Fehler zu beheben entwickelte man das **CMYK** Modell, indem als vierte Grundfarbe Schwarz (K steht für Key) hinzugefügt wurde. Damit können alle Grau und Schwarz-Anteile viel reiner erzeugt werden und es spart auch Tinte, wo sonst alle 3 Grundfarben C, M und Y übereinander gedruckt werden müssten.

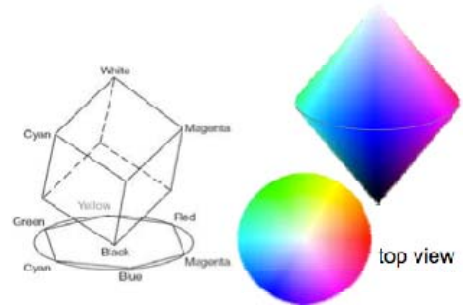
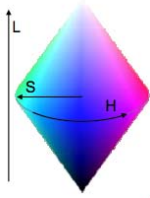
### Gamut

Der *Gamut* eines Gerätes ist die Farbpalette, die ein Gerät darstellen kann. Der Gamut für ein RGB-Gerät (also Monitor) bedeckt ein Dreieck im CIE Raum, wobei die Eckpunkte die reinen Rot-, Grün- und Blau-Farben des Gerätes sind. Der Gamut eines Druckers ist wesentlich komplizierter. Im Allgemeinen kann weder ein Drucker alle Monitorfarben herstellen, noch ein Monitor alle Druckerfarben wiedergeben.



### HLS Farbmodell

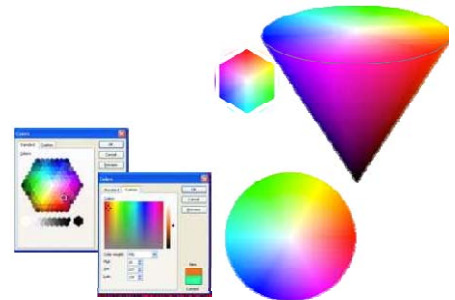
Dieses ist abgeleitet vom RGB-Würfel und ermöglicht die Definition einer Farbe durch die Freiheitsgrade *Hue*, *Lightness* und *Saturation*. HLS wird manchmal auch HSL genannt. Wenn man einen auf der schwarzen Spitze stehenden RGB-Würfel von oben betrachtet und das abgebildete Sechseck auf einen Kreis ausdehnt, dann erhält man den HLS-Farbkreis. Der Farbton (Hue) wird durch den Winkel angegeben  $[0^\circ, 360^\circ]$ ; der Helligkeitswert (Lightness) von unten nach oben  $[0,1]$  geht von Schwarz nach Weiß (Grauachse!) und die Sättigung (Saturation) gibt den relativen Abstand von der Grauwertachse  $[0,1]$  an.



### HSV Farbmodell (Hue, Saturation, Value)

Das HSV Modell ist ähnlich zum HLS, war aber ursprünglich eine hexagonale Pyramide und wird auch HSB genannt. Lightness wird durch Value ersetzt, das den Schwarzabstand misst (zwischen 0 und 1).

Für den Mensch ist es natürlicher, eine Farbe durch Farbwert, Hellwert und Sättigung (Grauabstand) zu beschreiben, aus diesem Grund werden diese Farbmodelle HLS, HSL, HSV und HSB für User Interfaces verwendet.



### YCbCr Farbmodell

YCbCr wird hauptsächlich für die Videokodierung und digitale Fotografie verwendet, wobei das Bild in ein Schwarz-Weiß-Bild und 2 Farbdifferenz-Bilder zerlegt werden.

color image



Y

Cb



Cr

Die zwei Farbwerte der Blaudifferenz Cb und Rotdifferenz Cr geben an, wo sich ein Farbpunkt auf der Blau-Gelb-Achse bzw. auf der Rot-Grün-Achse befindet. Der Helligkeitsanteil Y (Schwarz-Weiß-Bild des Inputbildes) ist viel höher aufgelöst, als die Farbanteile, da die Details in den Kanten liegen (Kontrast). Solcherart kodierte Farbbilder können auf Schwarz-Weiß-Geräten (z.B. S/W-Fernsehern) einfach durch Weglassen der Farbdifferenzinformation wiedergegeben werden.

YCbCr ist gut komprimierbar. Eng verwandte Farbmodelle sind Y'CbCr, YPbPr, YUV, YIQ. Beim YIQ-Farbmodell, das früher für das amerikanische TV verwendet wurde, steht I für In-Phase und Q für Quadrature. Diese beiden Farbdifferenzachsen sind um  $33^\circ$  gegenüber Cb und Cr verdreht. Heute verwendet das US-TV YUV.

color image



Y

I



Q

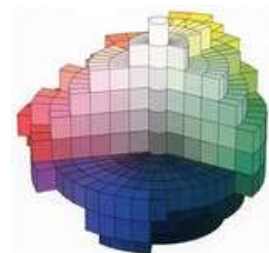
## 2. Farbordnungssysteme

Farbordnungssysteme bieten eine vereinfachte Schnittstelle zur Auswahl von Farben aus einer diskreten Teilmenge aller Farben. Die Grundidee ist, für einen bestimmten Zweck die Möglichkeit zu haben, schnell eine Farbe auswählen zu können. Dies sind meist gedruckte Farbpaletten z.B. im Baumarkt oder Fachhandel. Typische Beispiele dafür wären das (ursprüngliche) Munsell System, NCS, RAL, DIN und Coloroid. Die Anwendungsbereiche reichen von harmonisierenden Farben für Websites und den Innenarchitekturbereich bis hin zum Produktdesign.

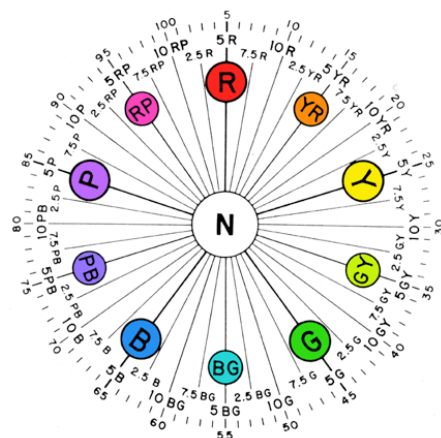
## Munsell Farbsystem



Alfred Munsell entwickelte 1905 ein Farbordnungssystem auf der Basis von *Farbton (Hue)*, *Helligkeitswert (Value)* und *Farbintensität (Chroma)*, die für solide Farben unter genormten Licht definiert sind. Der Munsell-Hue-Farbkreis ist in 100 Stufen unterteilt. Es gibt fünf definierte Primärfarben *Rot (R)*, *Gelb (Y)*, *Grün (G)*, *Blau (B)* und *Purpur (P)*. Aus der Mischung der Primärfarben entstehen die 5 Sekundärfarben *YR*, *GY*, *BG*, *PB* und *RP*. Für die Tertiärfarben werden wiederum die Farben untereinander gemischt, somit gibt es reine Farben, Mischfarben, Mischmischfarben und jedes Hunderstel ist eine ähnliche Farbe zum Nachbarn im Farbkreis.

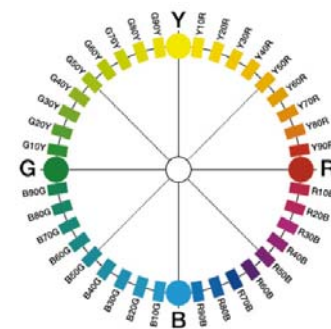


Die Notation von Munsell-Farben ist zum Beispiel 5GY 7/10. 5GY steht dabei für den Farbton (zwischen Grün und Gelb), 7 für den Helligkeitswert (sehr hell) und 10 für die Farbintensität (sehr saturiert und leuchtend); so ist die Farbe folglich ein helles saturiertes Gelb-Grün. Der Farbatlas *Munsell Book of Color* ist heute noch immer von sehr großer Bedeutung (Farbbibel) und sehr teuer! Die Farben sind für die Betrachtung unter Tageslicht (Illuminante C) kalibriert.



## Natural Color System (NCS)

Das Natural Color System wurde in Schweden entwickelt und dort hauptsächlich als Farbatlas für die Architektur verwendet. Das NCS baut auf den Attributen der Schwarzheit (Blackness), Farbintensität (Chromaticness) und Farbton (Hue). Dieses System verwendet vier Grundfarben *Gelb (Y)*, *Rot (R)*, *Blau (B)* und *Grün (G)*, sowie *Weiß (W)* und *Schwarz (B)* und ist zusätzlich in jeweils 10 Teile unterteilt. Der NCS-Farbatlas enthält 1750 Farben die für Illuminante C kalibriert sind. Im Gegensatz zum Munsell-System wurde bei NCS kein besonderes Augenmerk auf Uniformität gelegt, also sind die Farben perzeptuell ungleichmäßig verteilt.



## RAL Farbsystem



Die RAL-Farben des Reichs-Ausschusses für Lieferbedingungen wurden 1925 in Deutschland entwickelt. Diese kennen wir vor allem aus Baumärkten bei Lacken. Es wird zwischen dem *RAL Classic* mit 210 Farben ohne genauere Ordnung und dem *RAL Design System*, einem auf dem CIELAB beruhenden Farbatlas mit 1688 Farben, unterschieden. RAL Design ist heute ein weit verbreiteter Industriestandard. 2007 wurde zusätzlich das *RAL Effect System* eingeführt, das RAL Classic um 70 Metallicfarben erweitert.



*Effect System* eingeführt, das RAL Classic um 70 Metallicfarben erweitert.

## DIN 6164 Farbsystem

Im 6164 Farbsystem der Deutschen Industrie Norm werden Farben durch Buntton T (Hue), Sättigungsstufe S (Saturation) und Dunkelstufe D (Darkness) definiert. In vielen Experimenten wurde versucht, die Bunttöne mehr oder weniger gleichverteilt zu platzieren. Der DIN-Farbatlas enthält etwa 1000 Farben, hat sich aber in der Industrie nicht durchgesetzt und wurde durch das RAL-System verdrängt.

## Coloroid Farbsystem

Das Coloroid Farbsystem das der Ungar Antal Nemcsics zwischen 1962 und 1980 entwickelt hat, ist kein lineares Farbsystem, sondern eines unter Berücksichtigung der Ästhetik. Die beeinflussenden Parameter sind Farbton (Hue), Sättigung (Saturation) und Helligkeit (Brightness). Da verschiedene Farben verschieden hell wirken, hat jede Grundfarbe eine andere maximale Helligkeit (Gelb ist z.B. am hellsten). Weiters ist das System hochgradig nichtlinear, um ästhetische Farbkombinationen besser auswählen zu können.

