

# FARBE UND WAHRNEHMUNG

## 7 FARBRÄUME UND FARBMETRIK

- 7.1 Die drei Dimensionen einer räumlichen Farbordnung
- 7.2 Farbkugel nach Runge
- 7.3 Das Spektrum des sichtbaren Lichtes als Grundlage für geräteunabhängige Farbräume
- 7.4 Die CIE-Normfarbtafel für farbige Lichter (1931)
- 7.5 Der CIE- $L^*u^*v$ -Farbraum (1976)
- 7.6 Der CIE- $L^*a^*b$ -Farbraum (1976)
- 7.7 Das RAL Design System
- 7.8 Das HSB-Farbmodell
- 7.9 Farbräume und Farbmetriken
- 7.10 Farbmanagement

Literatur

## 7 FARBRÄUME

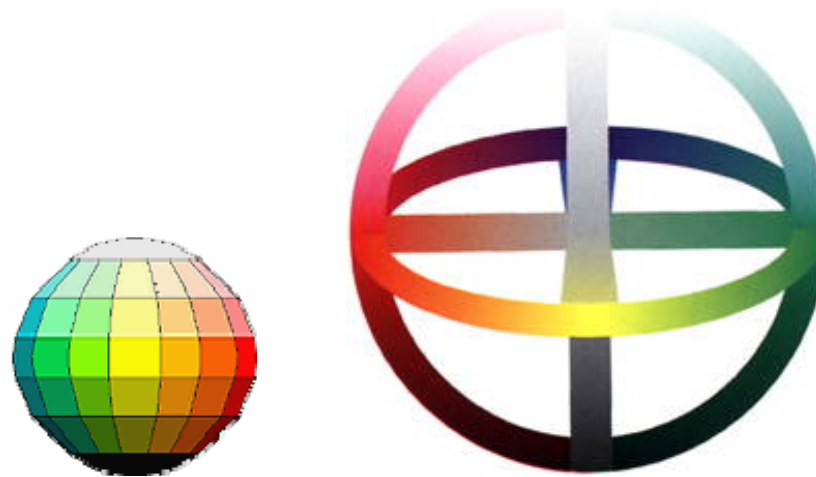
### 7.1 Die drei Dimensionen einer räumlichen Farbordnung



- **Buntton** (*Farbrichtung*) Hue H
- **Sättigung** (*Buntheit*) Saturation S
- **Helligkeit** Brightness B

## 7.2 Farbkugel nach Runge

*Philipp Otto Runge*  
(1777 - 1810)



*Auf Runges Farbkugel liegen auf dem Äquator 12 reinbunte Farben - nach ihrem Buntton angeordnet. Gegenfarbenpaare, die in Mischung neutralgrau ergeben, sollten einander jeweils diametral gegenüberstehen.*

Die **Sättigung** (Buntheit, Reinheit) der Farben ist am Äquator am höchsten und nimmt in Richtung Achse ab.

Durch subtraktive Mischung mit Schwarz und Weiß, die an den Polen liegen, erhält man alle Farbarten. Die Achse der **Helligkeit** verbindet die Pole Schwarz und Weiß.

Die Graustufen ergeben sich durch Mischung der Farben untereinander. Diese Mischungen muss man sich im Inneren der Kugel vorstellen.

*Neutralgrau ist entlang der Achse zwischen Schwarz und Weiß angesiedelt.*

### 7.3 Das Spektrum des sichtbaren Lichtes als Grundlage für geräteunabhängige Farbräume

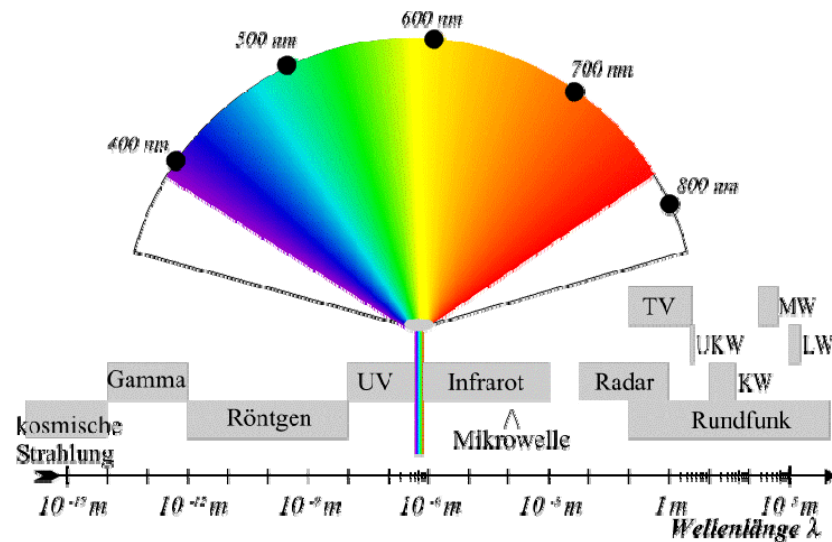


Abb.: W. Ruhstorfer, Skriptum Bildverarbeitung, Universität Regensburg 1997

Als Grundlage für Farbräume, die geräteunabhängig sind und alle darstellbaren Farben beinhalten, empfiehlt sich das Spektrum des sichtbaren Lichtes, in dem Farben durch ihre Wellenlänge objektiv erfasst werden können.

Im Spektrum können die Mischfarben zwischen Blau und Grün und Grün und Rot über die Wellenlänge beschrieben werden, nicht jedoch die Mischfarben zwischen Blau und Rot. Auch kann über die Wellenlänge allein nicht die Sättigung einer Farbe angegeben werden.

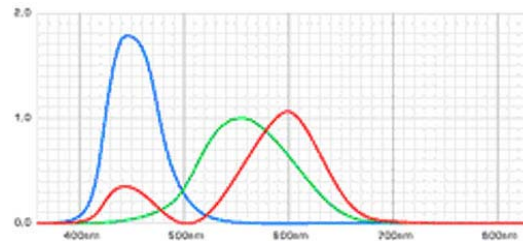
Doch das Spektrum des sichtbaren Lichtes erfüllt die geforderte Eigenschaft der **Geräteunabhängigkeit**.

## Primärvalenzen

**Die genannten Wellenlängen "Primärvalenzen" (sogenannte Grundfarbenreize) wurden 1931 durch die C.I.E., die Internationale Beleuchtungskommission, für die additive Mischung von Farblichtern aus Rot, Grün und Blau festgelegt.**

Als Grundfarben (**Primärvalenzen**) des auf den Spektralfarben und dem durchschnittlichen Rezeptorverhalten eines menschlichen Auges beruhenden Farbsystems bestimmte die CIE arbiträr folgende reelle monochromatische Farben:

Rot	(700,0 nm)	x
Grün	(546,1 nm)	y
Blau	(435,8 nm)	z

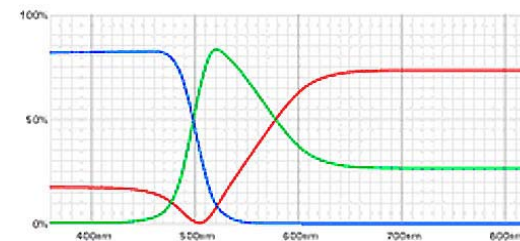


Nach CIE (1931) genormte Empfindlichkeitskurven der drei Farbrezeptoren x (rot), y (grün) und z (blau)

Rot:	x
Grün:	y
Blauviolett:	z

### Tristimulus-Prinzip:

**Für jede wahrnehmbare Farbe lassen sich drei Anteile der Einzelvalenzen x, y und z ermitteln.**



Transformierte Empfindlichkeitskurven zur Erfassung der Anteile von x, y und z am Gesamtreiz

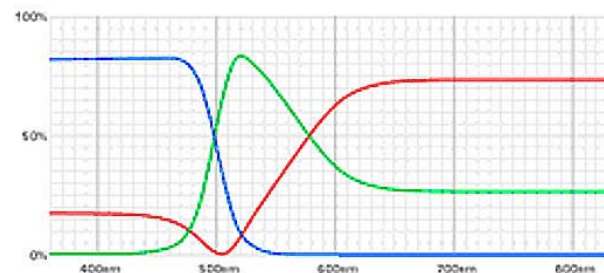
$$x + y + z = 1$$

### Anteile der Primärvalenzen des Spektralfarbenzugs

$\lambda(\text{nm})$	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
400	0,1733	0,0048	0,8219	540	0,2296	0,7543	0,0161
425	0,1703	0,0058	0,8239	550	0,3016	0,6923	0,0061
450	0,1566	0,0177	0,8257	575	0,4788	0,5202	0,0010
500	0,0082	0,5384	0,4534	600	0,6270	0,3725	0,0005
510	0,0139	0,7502	0,2359	650	0,7260	0,2740	0,0000
520	0,0743	0,8338	0,0919	700	0,7347	0,2653	0,0000
	Rot	Grün	Blau		Rot	Grün	Blau

Nach Gleichung  $x + y + z = 1$  finden sich in der Tabelle die Anteile der einzelnen Rezeptorvalenzen für Farbreize bestimmter Wellenlängen zwischen 400 nm und 700 nm dargestellt.

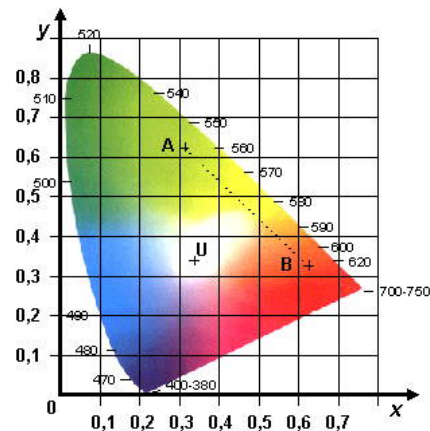
In grafischer Darstellung:



Empfindlichkeitskurven der Anteile von x, y und z am Gesamtreiz, dargestellt nach Wellenlänge.

### Tristimulus-Prinzip:

Jede wahrnehmbare Farbe lässt sich aus drei Anteilen der Einzelvalenzen x, y und z darstellen.



### Die CIE-Normfarbtafel (1931)

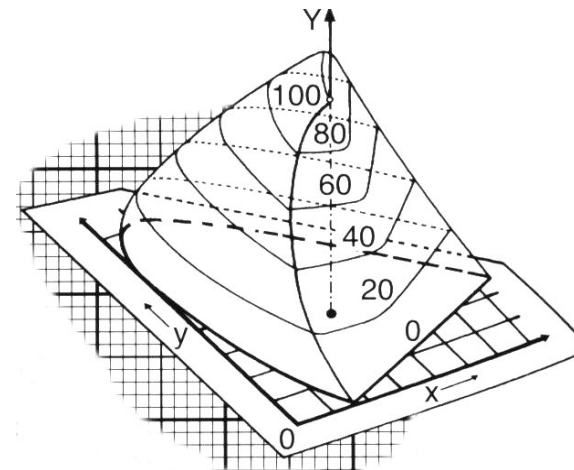
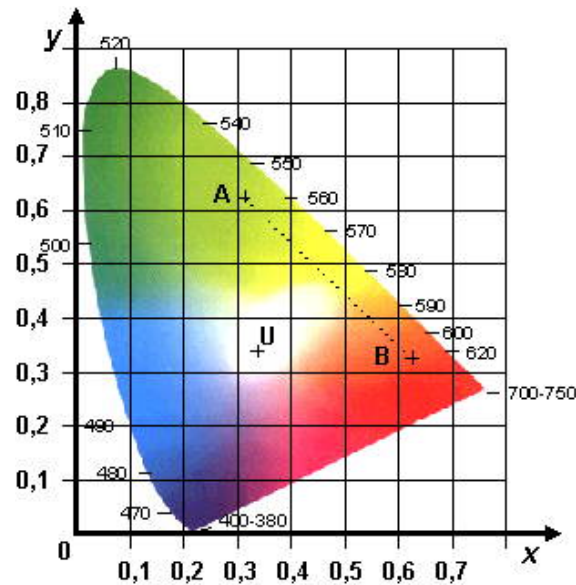
Wenn sich die Anteile von x, y und z für jede Wellenlänge einer Spektralfarbe auf Summe 1 ergänzen, ist es möglich, allein aus zwei Dimensionen x (Primärvalenz Rot) und y (Primärvalenz Grün) den kompletten Spektralfarbenzug in einem zweidimensionalen Diagramm abzubilden (CIE-Normfarbtafel 1931).

Der Wert für z (Primärvalenz Blau) ergibt sich in diesem Diagramm aus der Gleichung  $x + y + z = 1$

$\lambda(\text{nm})$	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
400	0,1733	0,0048	0,8219	540	0,2296	0,7543	0,0161
425	0,1703	0,0058	0,8239	550	0,3016	0,6923	0,0061
450	0,1566	0,0177	0,8257	575	0,4788	0,5202	0,0010
500	0,0082	0,5384	0,4534	600	0,6270	0,3725	0,0005
510	0,0139	0,7502	0,2359	650	0,7260	0,2740	0,0000
520	0,0743	0,8338	0,0919	700	0,7347	0,2653	0,0000

## 7.4 Die CIE-Normfarbtafel für die additive Mischung von farbigen Lichtern

(Commission International de l' Eclairage,  
Internationale Beleuchtungskommission,  
1931)



Die **Farben des Spektrums** sind zwischen ihren Endpunkten Blau (380-400nm) und Rot (700-750nm) hufeisenförmig um den absoluten Weißpunkt, den sogenannten **Unbuntpunkt** angeordnet.

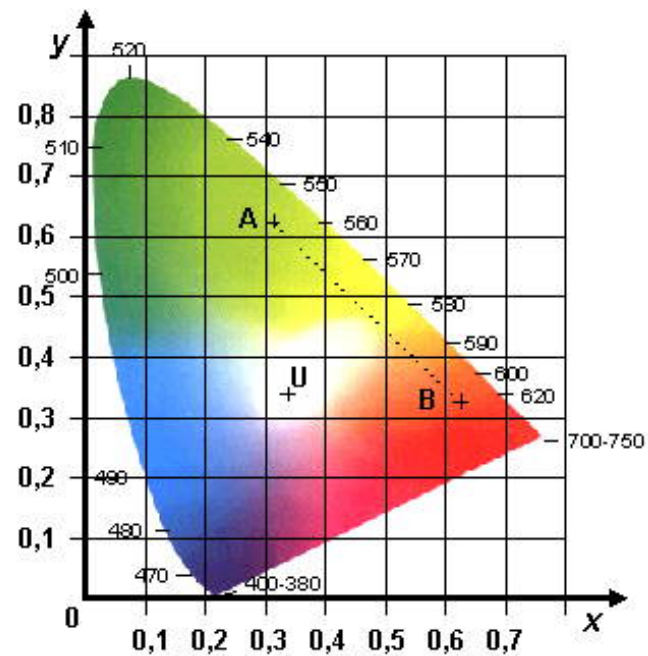
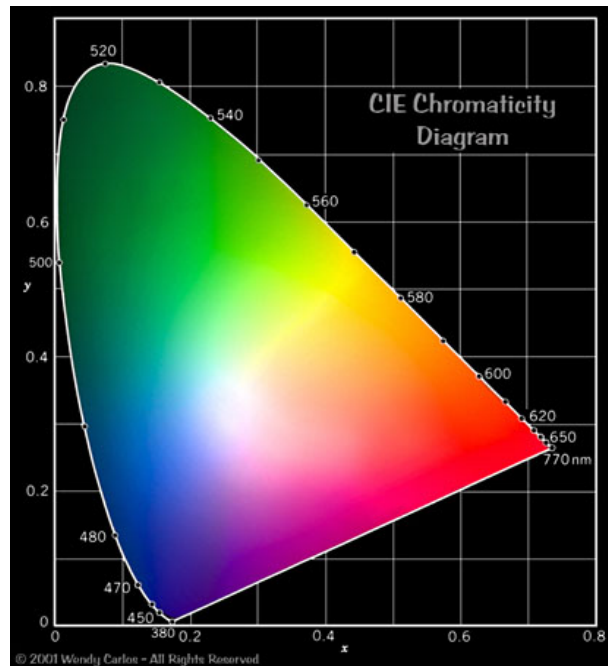
Die Endpunkte von Blau (380-400nm) und Rot (700-750nm) werden durch die **Purpurgerade** zu einer geschlossenen Kurve verbunden. Auf ihr liegen die nicht im Spektrum enthaltenen **Magenta-** oder **Purpurtöne**.

Nach außen zu erreicht die **Sättigung** bzw. **Buntheit** einer Farbe am **Spektralfarbenzug** ihr Maximum.

Die Achse der **Helligkeit** steht im rechten Winkel zur Fläche des Spektralfarbenzugs, der "Schuhsohle".



## Die CIE-Normfarbtafel für farbige Lichter

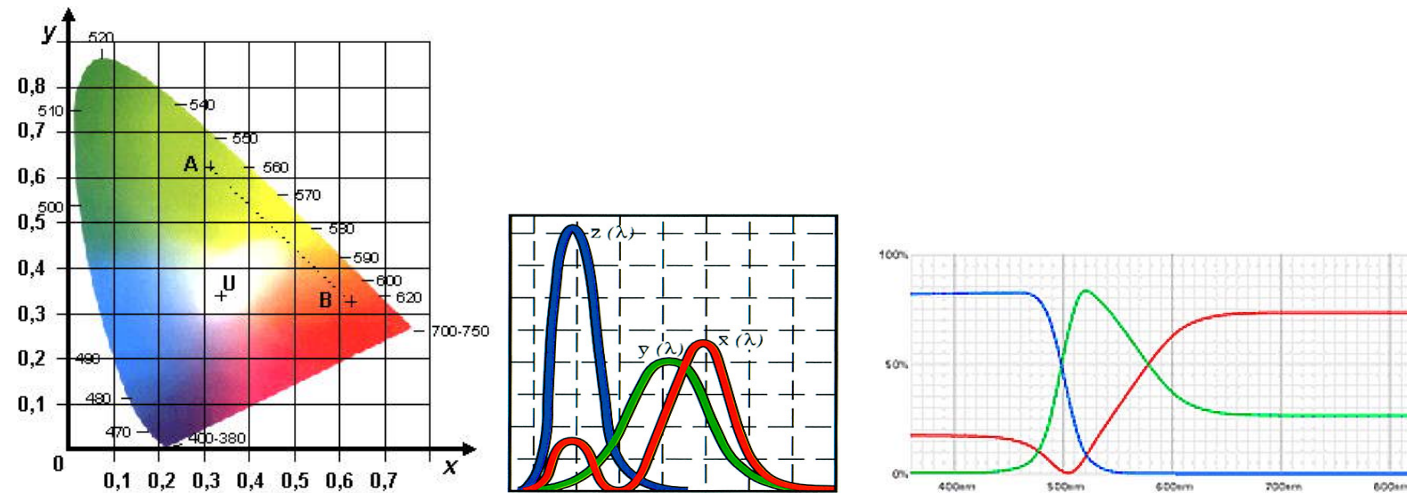


Die reinen Spektralfarben sind die Farben mit dem höchsten Sättigungsgrad, der empfunden werden kann. Sie liegen an der Randkurve der „Schuhsohle“ der Normfarbtafel, dem **Spektralfarbenzug**.

Die so genannte Mittelpunktvalenz (auch **Unbuntpunkt U** genannt) hat die **Koordinaten  $x=0,333$ ,  $y=0,333$** .

Auf geraden Verbindungen zwischen Spektralfarbenzug und Mittelpunktvalenz ändert sich die Farbrichtung nicht. Was sich ändert ist die Sättigung, diese nimmt von außen nach innen ab.

## Die Normvalenzen



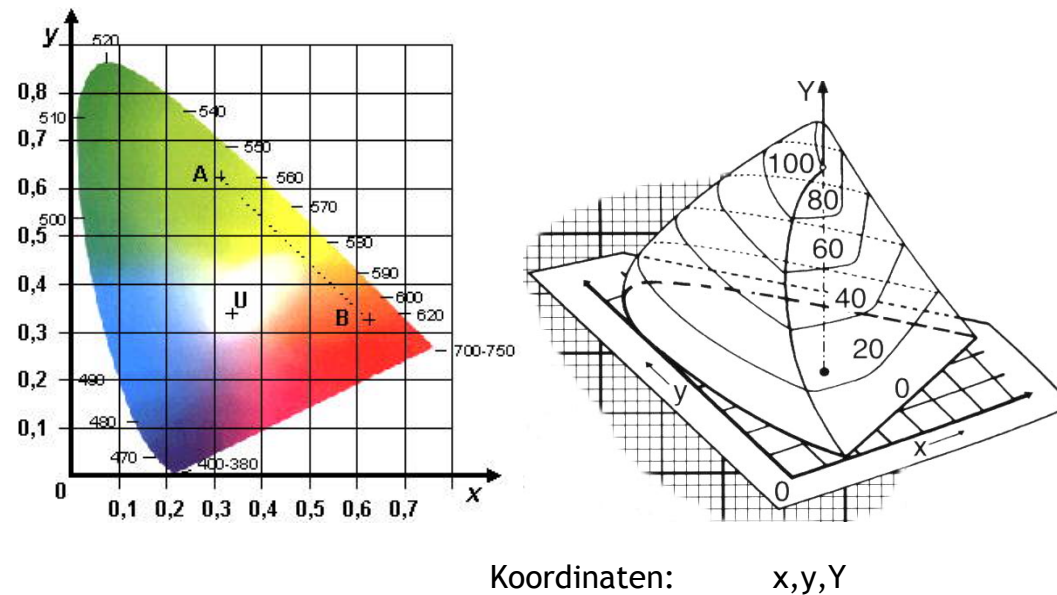
Die CIE-Farbtabelle entstand aus der Festlegung der Normvalenzwerte für die drei unterschiedlichen Farb-  
rezeptoren einer idealtypischen menschlichen Netzhaut, indem diese Werte in ein rechtwinkeliges  
Koordinatensystem aus

**$x$  (Valenz für "Rot"-Rezeptor) und  
 $y$  (Valenz für "Grün"-Rezeptor)**

eingetragen wurden (siehe S. 7).

Die Normvalenzen der drei Rezeptoren sind nach ihren Anteilen so festgelegt, dass sie einander für jede  
Spektralfarbe auf Summe = 1 ergänzen, deshalb kann im Diagramm die Koordinate für den Blauanteil  $z$   
entfallen - und es ergibt sich für die gesättigten reinen Spektralfarben die abgebildete Kurve in Gestalt  
einer „Schuhsohle“.

## Die CIE-Normfarbtafel (1931)



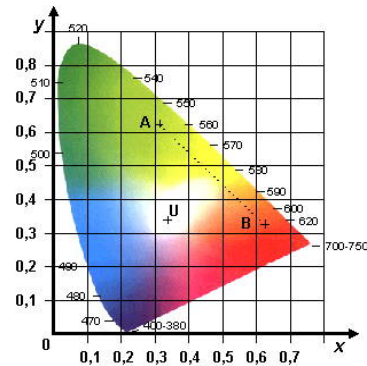
**Alle Farben, die aus den Spektralfarben additiv gemischt werden können, liegen innerhalb des dargestellten Farbraums.**

$x$	<b>Rotwert</b>	(von links nach rechts),
$y$	<b>Grünwert</b>	(von unten nach oben),
$Y$	<b>Hellbezugswert</b>	(Höhe, dritte Dimension)

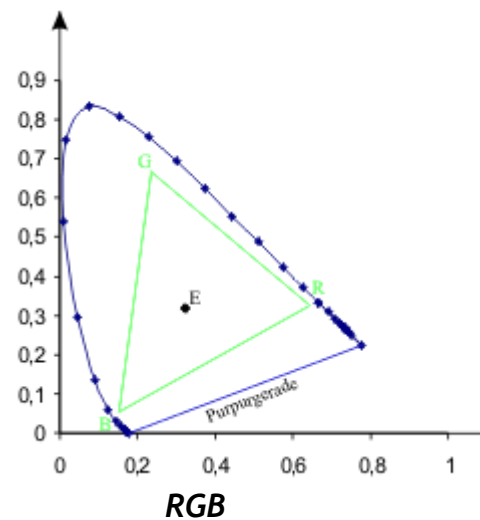
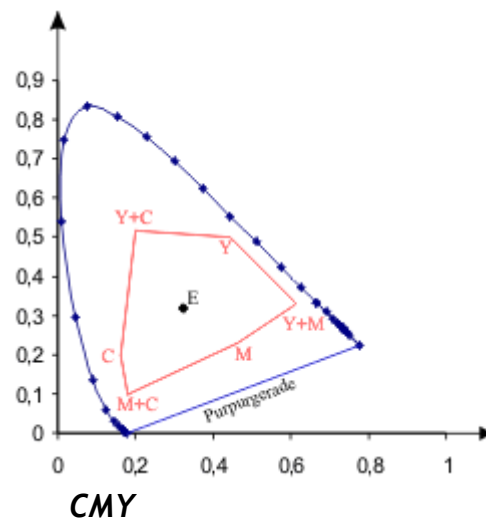
Verbindet man die Farbwerte A und B durch eine Gerade, so liegen auf dieser Gerade alle Farbwerte, die sich durch additive Farbmischung aus den Komponenten A und B erzielen lassen. Die durch additive Mischung von zwei Farblichtern A und B erzielbaren Mischfarben liegen auf der Verbindungsgeraden zwischen A und B.

**Gegenfarbenpaare** finden sich an den Endpunkten einer durch den Unbuntpunkt gezogenen Geraden.

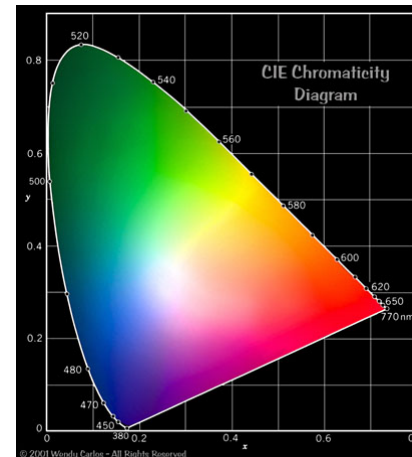
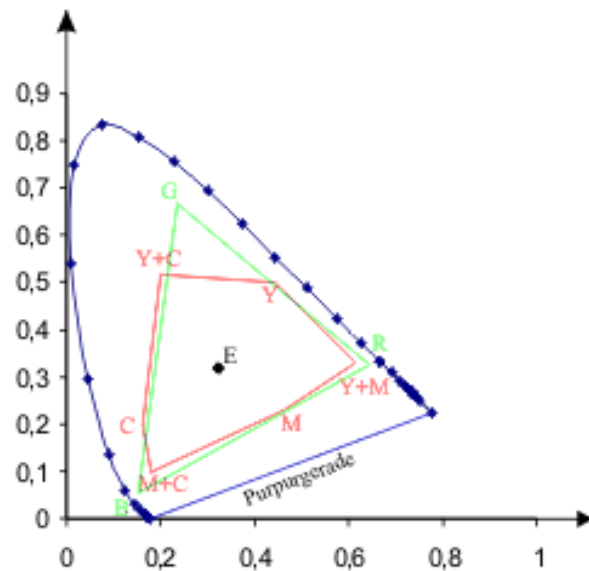
## Die CIE-Normfarbtafel (1931)



In die CIE-Normfarbtafel, die alle prinzipiell erzielbaren reellen Farben darstellt, lässt sich einzeichnen, welche Farben von einem bestimmten Reproduktionsverfahren dargestellt werden können. In die folgenden Grafiken ist die Fläche (der Farbraum) eingezeichnet, der vom dreifarbigigen **Offsetdruck (CMY)** und von einem **Monitor (RGB)** dargestellt werden kann.



## Die CIE-Normfarbtafel (1931)



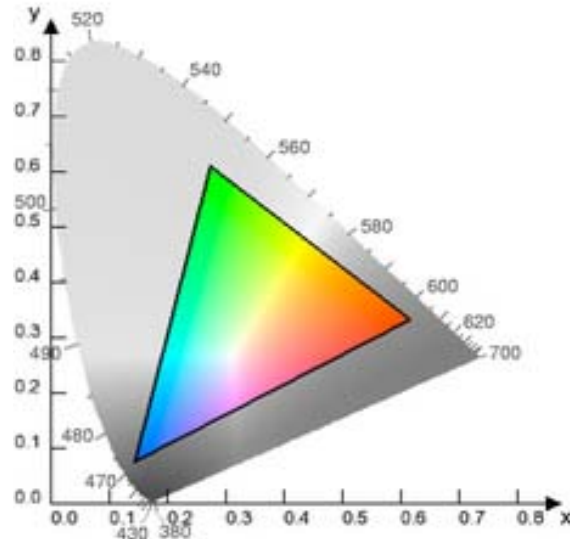
Wir sehen, dass bestimmte Reproduktionsverfahren nur einen jeweils unterschiedlichen Teil aller Farben darstellen.

Ein Gerät mit seinen technisch gegebenen Grundfarben kann nur die Farben darstellen, die innerhalb seines eigenen Farbraumes liegen. Dieser Farbraum kann je nach Reinheit der verwendeten Grundfarben unterschiedlich groß sein.

Alle Farben, die außerhalb des Farbraums eines Geräts liegen, können nicht dargestellt werden. Sie müssen durch eine innerhalb des Farbraums liegende Farbe angenähert werden. Farben, die am Monitor dargestellt, jedoch unter CMY nicht ausgedruckt werden können, werden „*out-of-gamut*“ genannt.

Der CMY-Farbraum kann bei weitem nicht alle Farben darstellen, die im RGB-Farbraum darstellbar sind (CMY hat Defizite besonders im Grünbereich). Ein kleiner Bereich des CMY-Farbraums (im Cyan-Bereich) findet dagegen im RGB-Raum keine Entsprechung. Will man reine, gesättigte Farben drucken, die außerhalb des CMY-Farbraumes liegen, muss man so genannte „*Schmuckfarben*“ heranziehen. Siehe „*Pantone-Fächer*“ auf Seite 18.

### Die CIE-Normfarbtafel (1931)

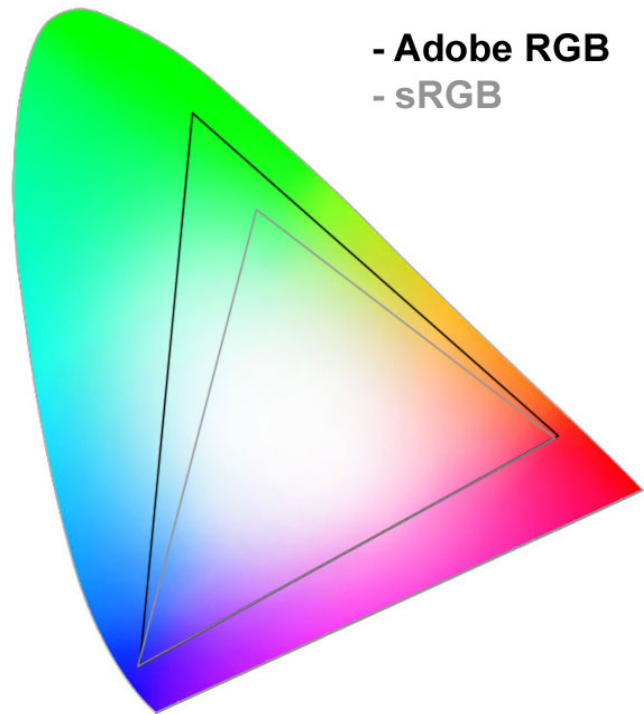


### RGB Gamut

Der **Gamut** (englisch: Tonleiter, Farbpalette) bezeichnet die Menge aller Farben, die ein Gerät (z. B. ein Monitor, Drucker, Film, Scanner, Digitalkamera) darstellen, wiedergeben bzw. aufzeichnen kann. Formal ist der Gamut der Bereich im Farbraum, der mit dem Gerät durch Farbmischung nachgestellt werden kann.

Der durch technische Mittel wie Bildschirm oder Video-Beamer darstellbare Farbraum aus drei Farbkomponenten R, G, B ist stets nur ein Ausschnitt des Farbraums der tatsächlich wahrnehmbaren Farben. Die darstellbaren Farben befinden sich innerhalb des von den Eckpunkten R, G und B aufgespannten Dreiecks. Die außerhalb des Dreiecks liegenden Farben hoher Sättigung des Spektralfarbenzugs lassen sich mit dem zur Verfügung stehenden Gerät nicht darstellen.

### Die CIE-Normfarbtafel (1931)



### RGB Gamuts

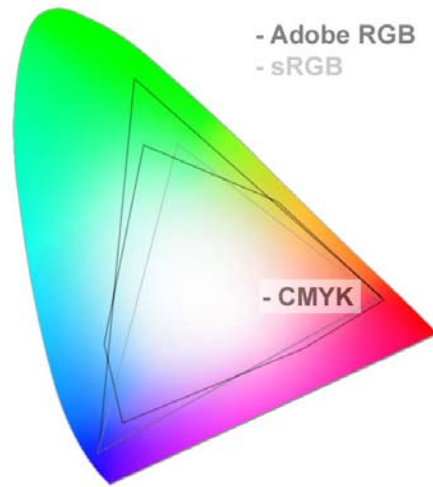
#### **sRGB**

ca. 35% der sichtbaren Farben werden dargestellt.

#### **Adobe RGB:**

ca. 50% der sichtbaren Farben werden dargestellt.

### Die CIE-Normfarbtafel (1931)



### RGB Lichtfarben-Gamuts und CMYK-Druckfarbengamut

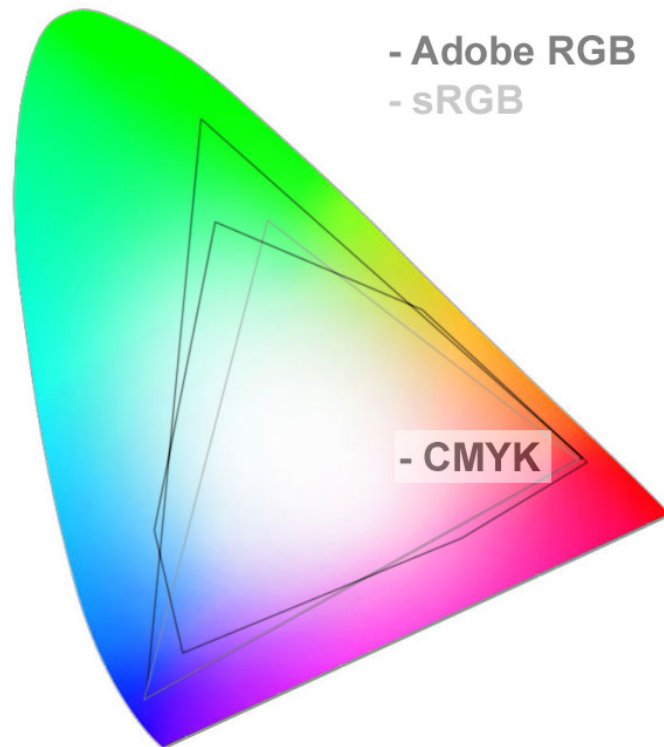
Der 1996 eingeführte sRGB-Standard wurde durch eine Kooperation von Hewlett-Packard und Microsoft Corporation geschaffen und durch Intel, Pantone, Corel und viele andere Industriepartner bestätigt. sRGB wurde für die CRT-Monitore auf dem technischen Stand des Jahres 1996 entwickelt. Sein Gamut wurde bewusst eng gehalten, um eine einheitliche Darstellung auf möglichst allen verfügbaren RGB-Medien zu gewährleisten. Hardware, die nicht von sich aus sRGB-Werte ausgibt, ist mit Kompensationsschaltkreisen oder Software ausgestattet, um dem Standard zu folgen.

sRGB wird oft wegen seines kleinen Gamut kritisiert. Einige vom Auge sichtbare Farben, die etwa in CMYK noch darstellbar sind, sind hier nicht darstellbar. Von Bildverarbeitungsexperten wird daher meist das später eingeführte **Adobe RGB (1998)** oder das streng genormte **ECI-RGB** bevorzugt. ECI-RGB wird von ECI (European Color Initiative) als Arbeitsfarbraum für die professionelle Bildbearbeitung empfohlen und deckt praktisch alle Druckverfahren sowie alle verbreiteten Displaytechniken ab.

ECI-RGB erfüllt die Ansprüche für eine farbrichtige Produktion im grafischen Gewerbe.



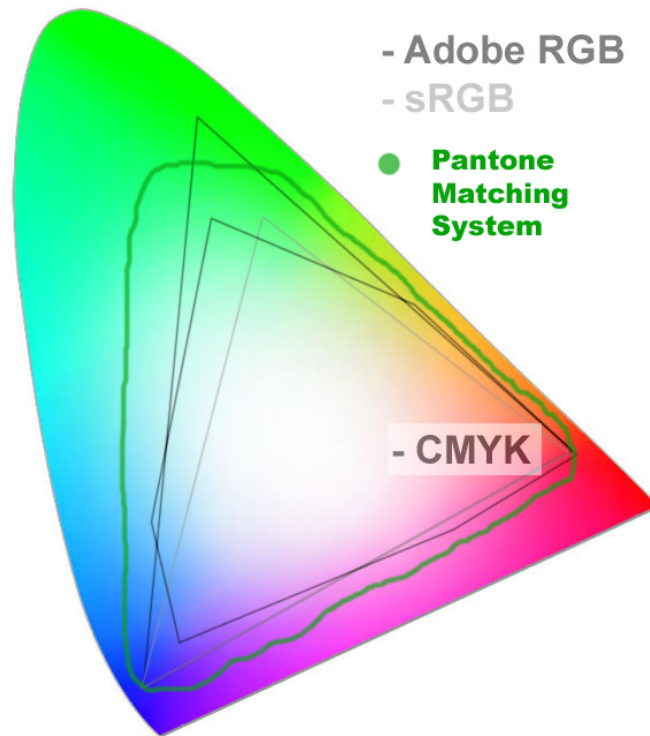
### Die CIE-Normfarbtafel (1931)



Farben, die am Monitor dargestellt, jedoch unter CMYK nicht ausgedruckt werden können, werden „*out-of-gamut*“ genannt.

Wie erwähnt, gibt es zugleich auch Farben, die unter CMYK gedruckt, jedoch unter sRGB nicht wiedergegeben werden können. Selbst das erheblich größere Adobe-RGB umfasst nicht restlos alle unter CMYK darstellbaren Farben.

## Die CIE-Normfarbtafel (1931)



*Pantone Formula Guide (Pantone-Farbfächer)*  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Pantone\\_Matching\\_System](http://de.wikipedia.org/wiki/Pantone_Matching_System)

Das **Pantone Matching System** (PMS) von Pantone, Inc., Carlstadt NJ, USA, bietet Druckfarben („Schmuckfarben“) an, die aus 15 Basispigmenten (13 Buntpigmente, Schwarz und Weiß) gemischt den Bereich druckbarer Farben gegenüber dem im CMYK-Vierfarbendruck erzielbaren Farbraum erheblich erweitern.

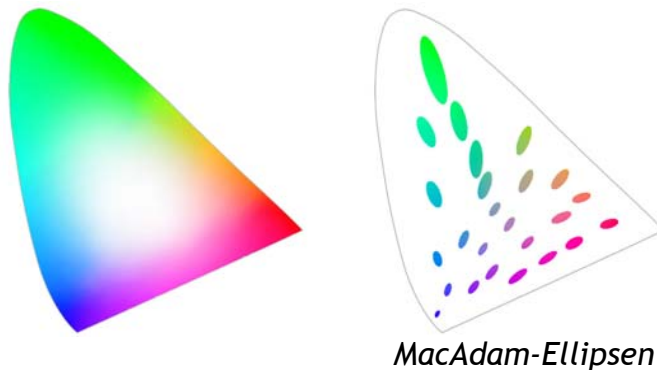
### ***Vorteil der CIE-Normfarbtafel***

- Geräteunabhängigkeit (da die natürlichen Spektralfarben als Grundlage dienen)
- Anschaulichkeit.

### ***Nachteile der CIE-Normfarbtafel***

Zwei Farbpaare mit dem gleichen geometrischen Farbabstand erscheinen dem menschlichen Betrachter oft als in unterschiedlichem Maße verschieden.

Weiters gibt es in diesem System ausgedehnte Bereiche, in denen der Beobachter keinerlei Farbunterschiede erkennen kann. Diese Bereiche werden nach ihrem Entdecker **MacAdam-Ellipsen** (Ellipsoiden) genannt.



Die genannten Eigenschaften haben die CIE dazu angeregt, sogenannte **UCS-Farbräume\*** zu entwickeln, in dem gleiche geometrische Abstände gleichen empfindungsgemäßen Abständen entsprechen: **CIE-Luv** und **CIE-L\*a\*b**.

**CIE-Luv** wird für die Lichtfarbenbewertung von Scannern und Monitoren herangezogen. **CIE-Lab** dient zur Bewertung von Körperfarben.

\* Die Abkürzung **UCS** steht für „Uniform Color Space“.

## 7.5 Der CIE-L\*u\*v\*-Farbraum (1976)

### CIE-L\*u\*v Farbraumsystem (1976)

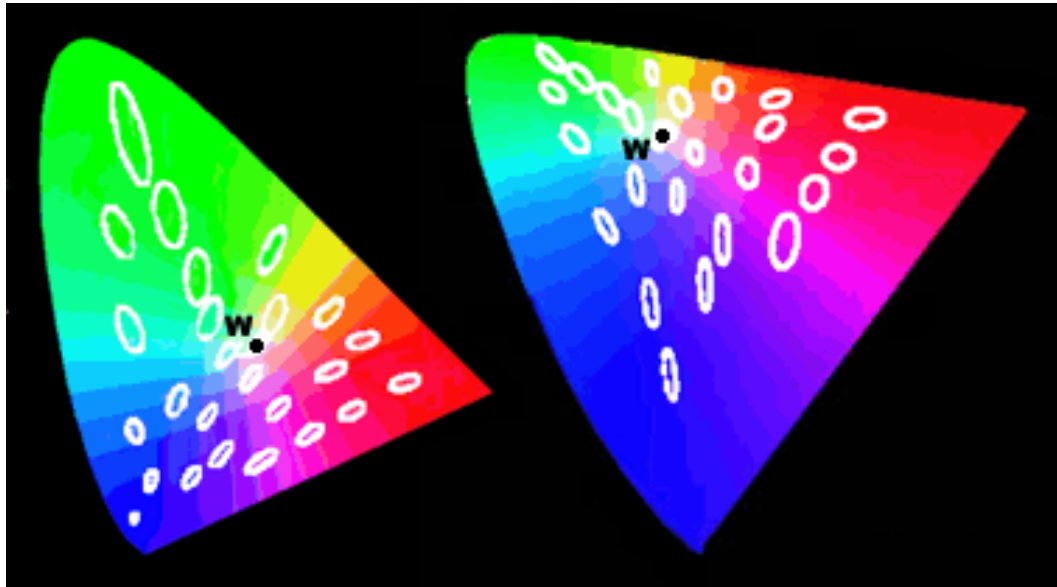
Um einen UCS-Farbraum (uniform color space) zu erhalten, in dem gleiche geometrische Abstände gleichen empfindungsgemäßen Abständen entsprechen, wurde die CIE-Normfarbtafel verzerrt. Aus dieser Transformation entstand der Farbraum CIE-L\*u\*v\*.



*CIE-XYZ CIE-LUV projective transformation*

*Nach: Bruce MacEvoy, Color Vision, <http://www.handprint.com/HP/WCL/color7.html#CIELUV>*

## CIE-L\*u\*v Farbraumsystem (1976)



*CIE 1931 - CIE UCS 1976 MacAdam hue and saturation discrimination*

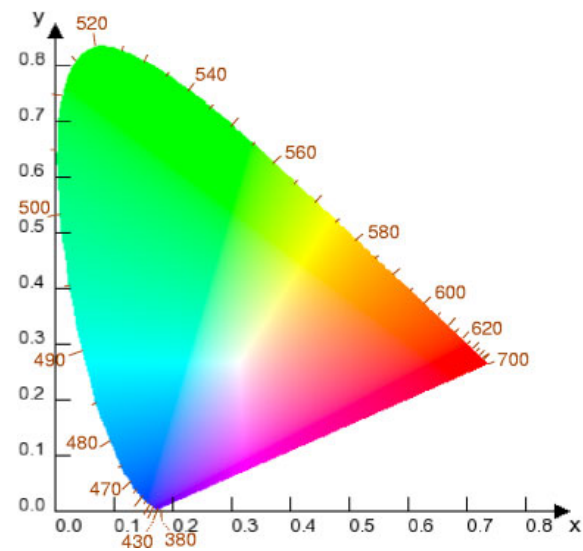
*Nach: Bruce MacEvoy, Color Vision, <http://www.handprint.com/HP/WCL/color7.html#CIELUV>*

Durch projektive Transformation wurden die stark unterschiedlich großen MacAdam-Ellipsoide des CIE-Normfarbensystems von 1931 in annähernd gleich große Kugeln umgewandelt. Dadurch entsprechen die geometrischen Abstände annähernd den empfindungsgemäßen Abständen.

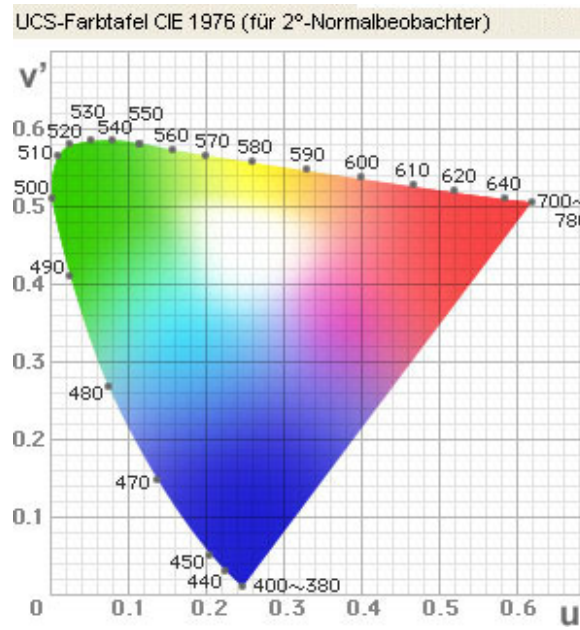
1976 wurde der CIE-L\*u\*v Farbraum international genormt.

CIE-L\*u\*v wird für die Lichtfarbenbewertung von Scannern und Monitoren herangezogen.

## CIE-L\*u\*v Farbraumsystem (1976)

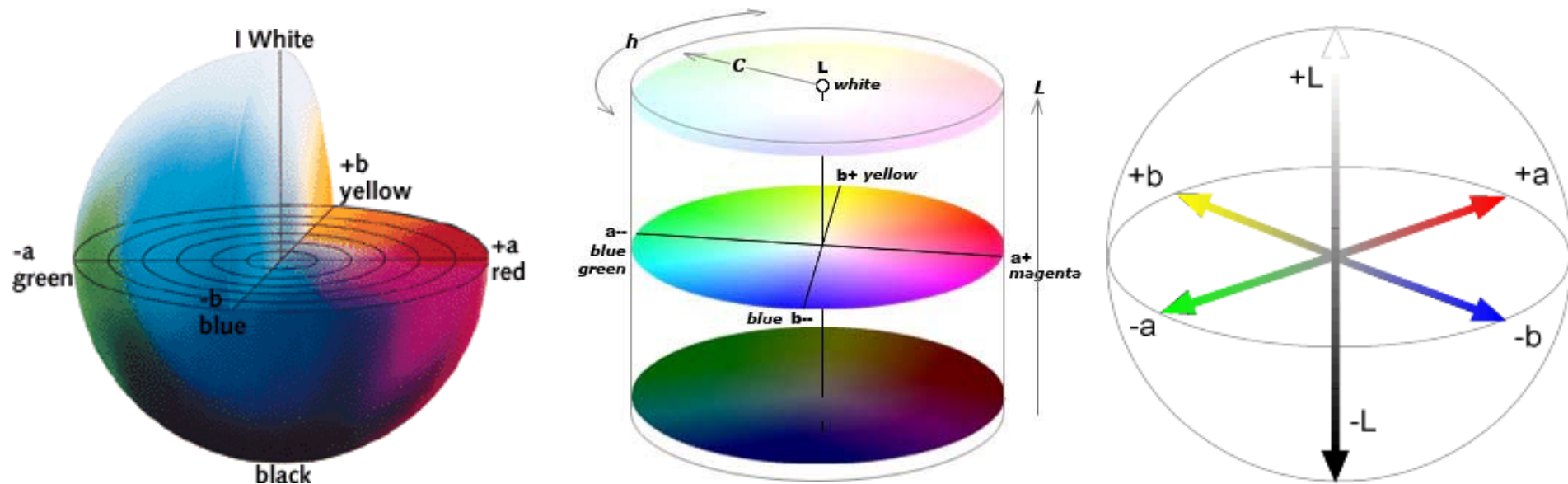


CIE 1931



CIE 1976  
UCS: Uniform Color Space

## 7.6 Der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum (1976)



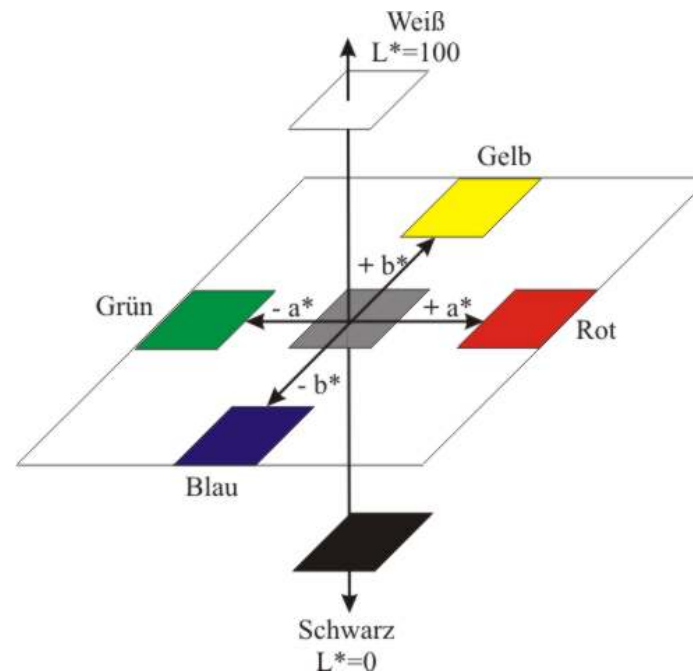
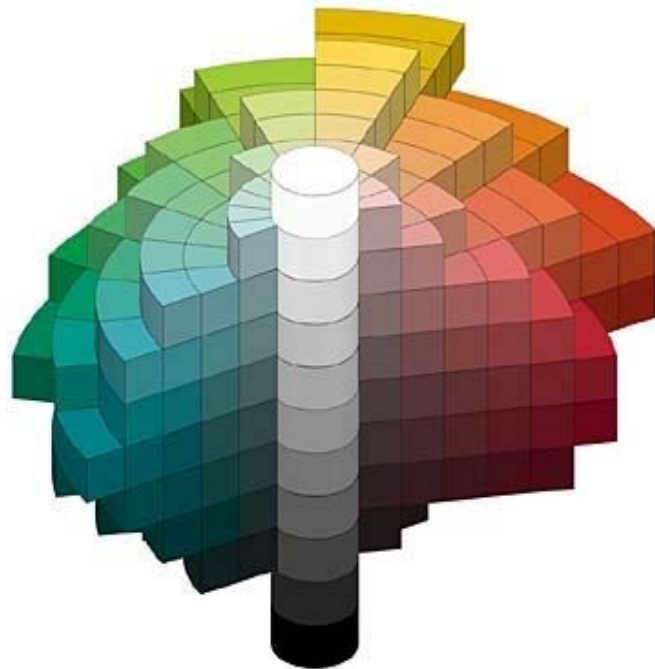
Ein weiterer UCS (uniform color spacing) Farbraum, in dem gleiche geometrische Abstände annähernd gleichen empfindungsgemäßen Abständen entsprechen, ist der 1976 genormte Farbraum **CIE-L\*a\*b\***.

Auch durch dessen Transformation wurden die unterschiedlich großen MacAdam-Ellipsoiden in annähernd gleich große Kugeln umgewandelt. Dadurch entsprechen die geometrischen Abstände annähernd den empfindungsgemäßen Abständen.

1976 wurde der *CIE-L\*a\*b* Farbraum international genormt. *CIE-L\*a\*b* dient zur Bewertung von Körperfarben.



## Der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum

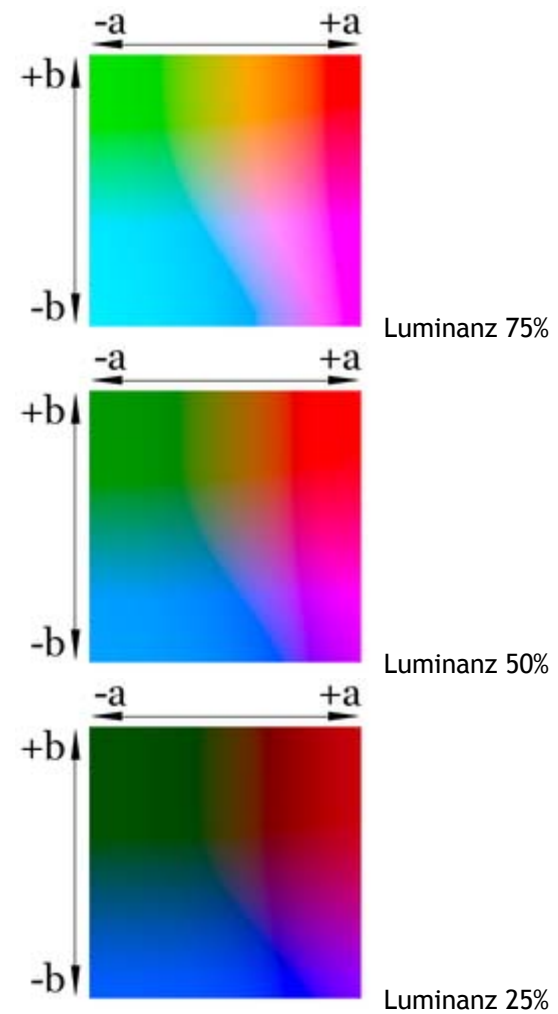


Auch im CIE-L\*a\*b\*-Farbraum werden Farben durch drei Koordinaten eindeutig beschrieben.  
Im CIE-L\*a\*b-Raum erstreckt sich

die *a*-Achse von -a (grün) nach +a (Rot),  
die *b*-Achse von -b (Blau) nach +b (Gelb)  
die *Helligkeitsachse* L von 0 (Schwarz) nach 100 (Weiß).

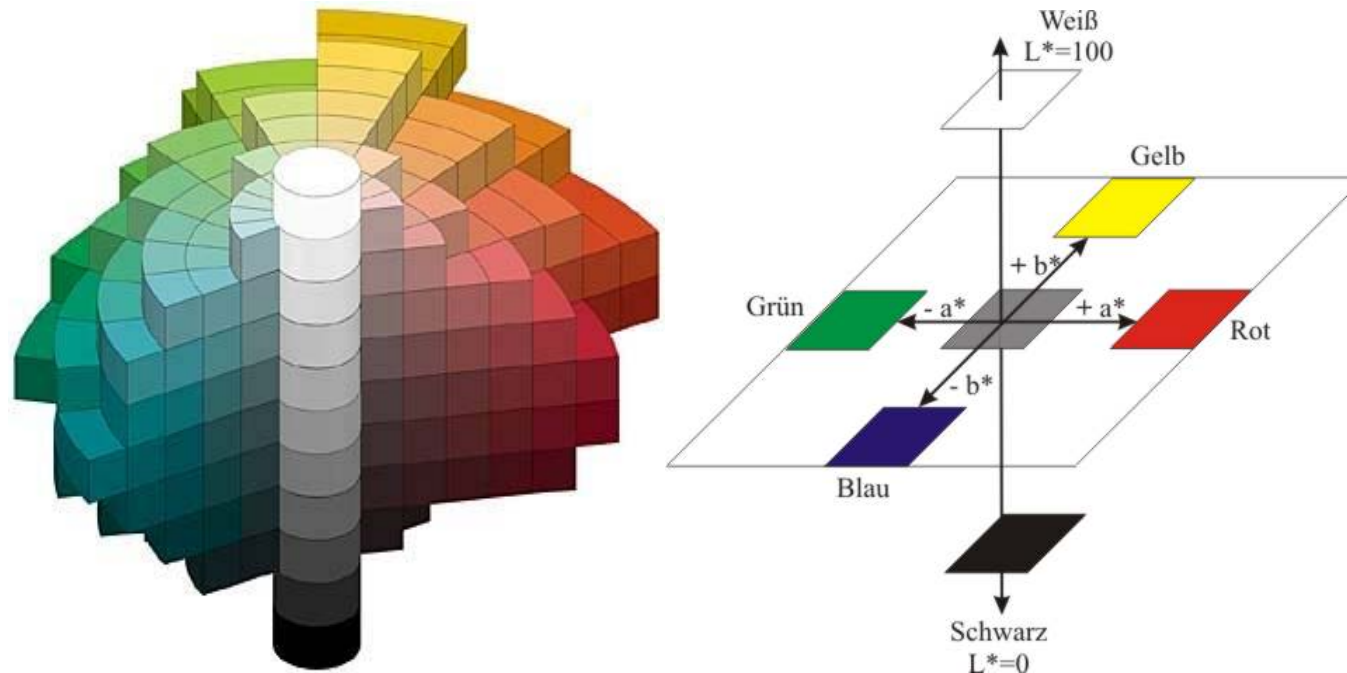


*Der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum*



*Schematische Querschnitte durch L\*a\*b\* entlang von drei Helligkeitsstufen.*

### Der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum

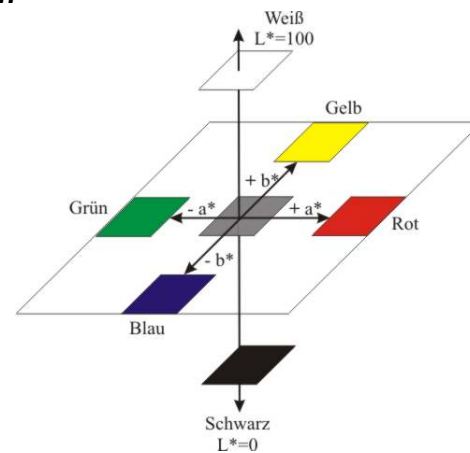


*Im Lab-Farbraum ist es möglich, alle Körperfarben geräteunabhängig darzustellen.*

*Das bedeutet, dass nun jede Farbe, ob derzeit reproduzierbar oder nicht, über die zugehörigen Koordinaten eindeutig bestimmt ist.*

*Auch haben Farbenpaare mit gleichem geometrischen Farbabstand auch annähernd den gleichen empfindungsgemäßen Abstand.*

## Der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum



Unter dem geometrischen Farbabstand  $\Delta E_{\text{Lab}}$  versteht man den Abstand der jeweiligen Farbborte im System.

Mit Hilfe dieses Farbabstandes  $\Delta E$  kann auch eine Aussage gemacht werden, wie verschieden zwei Farben sind. Dabei geht man von folgenden Werten aus:

$\Delta E_{\text{Lab}}$ zw. 0 und 1	Normalerweise nicht sichtbare Abweichung
$\Delta E_{\text{Lab}}$ zw. 1 und 2	Sehr geringe, in der Regel nur von einem geschulten Auge erkennbare Abweichung
$\Delta E_{\text{Lab}}$ zw. 2 und 3,5	Mittlere Abweichung. Auch bereits von einem ungeschulten Auge erkennbar
$\Delta E_{\text{Lab}}$ zw. 3,5 und 5	Deutliche Abweichung
$\Delta E_{\text{Lab}}$ über 5	Starke Abweichung

# **CIE-L\*a\*b\*-Farbraum** **Ausschnitt Euroskala-Druckfarben**

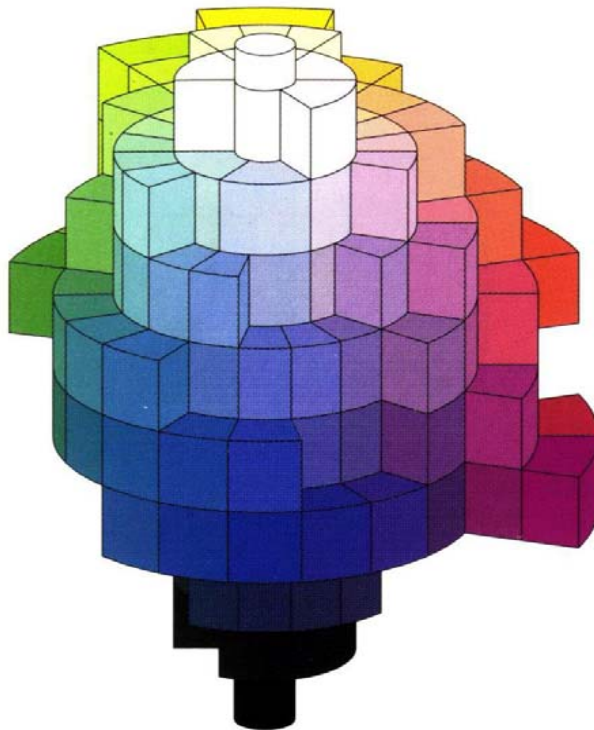


Abb. 28 Dieser Ausschnitt des Lab-Farbraums zeigt alle Farben, die mit der Euroskala druckbar sind. In der Mitte liegen die neutralen Töne. Mit wachsendem Abstand von der Mitte wächst auch die Sättigung der gezeigten Farben.

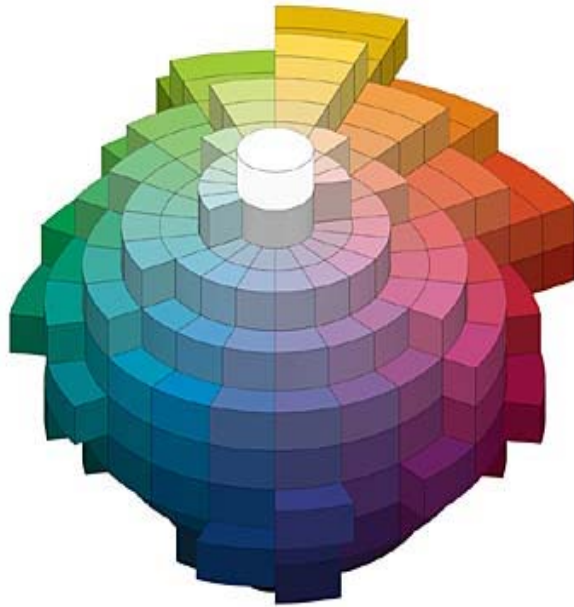
Abb. 29 Den Druckfarben der Euroskala wurden im CIE Lab-System folgende Koordinaten zugewiesen:

	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>Y</b>
<b>L</b>	55,9	48,4	88,6
<b>a</b>	-21,9	67,1	-11,8
<b>b</b>	-47,9	-5,4	89,6

Die Koordinaten, die die Farben tatsächlich haben, hängen auch davon ab, wofür sie verwendet werden sollen. Farben für Zeitungsdruck weichen deutlich von denen für qualitativ besseres Papier ab. Selbst die Prozeßfarben verschiedener Hersteller unterscheiden sich. Wie RGB-Daten in CMYK-Daten umgewandelt werden, wird von den Parametern für Prozeßfarben bestimmt, die in dem benutzten Separationsprogramm eingegeben wurden.

Aus: Matthias Nyman: 4 Farben, 1 Bild, Berlin Heidelberg New York 1998 (2001<sup>3</sup>)

## 7.7 Das RAL Design System



Auch im RAL Design System sind wie im CIE-Lab-Farbraum Farben nach Buntton, Buntheit und Helligkeit in drei Dimensionen systematisch geordnet.

Die Bunttöne sind in der Abfolge der Spektralfarben im Kreis angeordnet, die Benennung erfolgt bei RAL nach **Winkelgraden**.

Rot beginnt bei 00 (= 3600), Gelb liegt bei 900, Grün bei 1800 und Blau bei 2700.

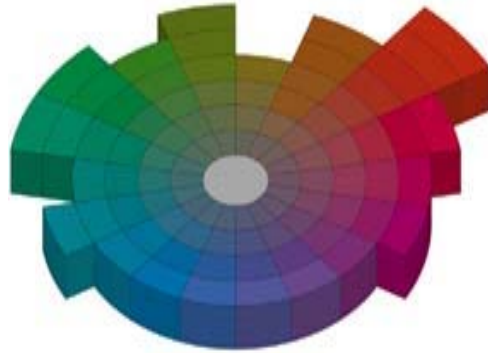


Abb. 1:  
Farben mit Helligkeit 50

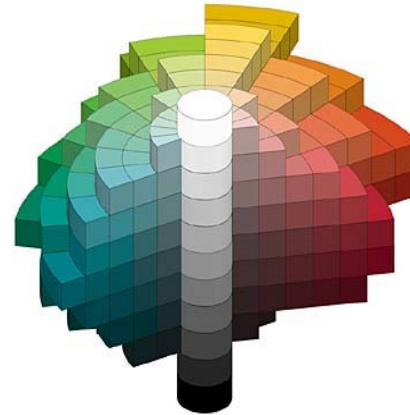


Abb. 2:  
Farbkörperausschnitt mit Unbuntachse

In den Abbildungen 1 und 2 wird der Begriff **Buntheit** (Sättigung) deutlich.

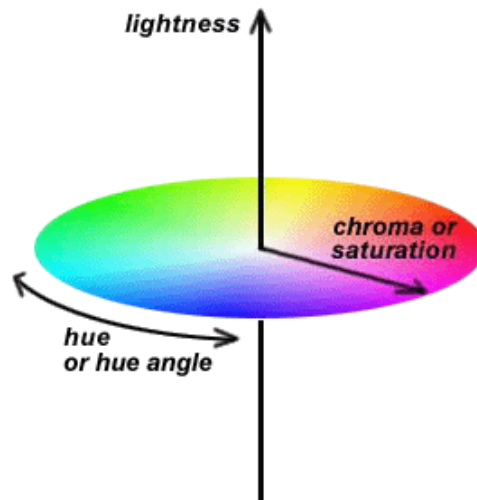
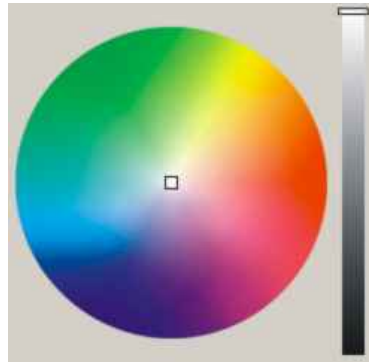
Die Buntheit (Sättigung) einer Farbe ist die Intensität ihrer Farbigkeit, sie nimmt von der zentralen Unbuntachse nach außen hin zu, wobei der Wert der Buntheit (Sättigung) auf der Achse gleich Null ist.

Die verschiedenen **Helligkeiten**, die bei einem Buntton möglich sind, werden in unterschiedlichen Ebenen angeordnet. Abbildung 1 zeigt eine dieser **Ebenen gleicher Helligkeit**.

Durch deren Zentrum verläuft die **Unbuntachse** (Abb. 2), die zugleich den **Maßstab für die Helligkeit** bildet.

Diese beginnt unten bei 0 mit Schwarz, gefolgt von kontinuierlich heller werdenden Grautönen, die bei 100 in Weiß enden.

## 7.8 Das HSB-Farbmodell



**H "Hue" (Buntton)** bezeichnet den Namen der Farbe - die Lage im Spektrum. Jede Spektralabstufung ist dabei ein Farbton im HSB-Modell. Als Größe wird die Winkelkoordinate angegeben.

**Bereich: 0 bis 360.**

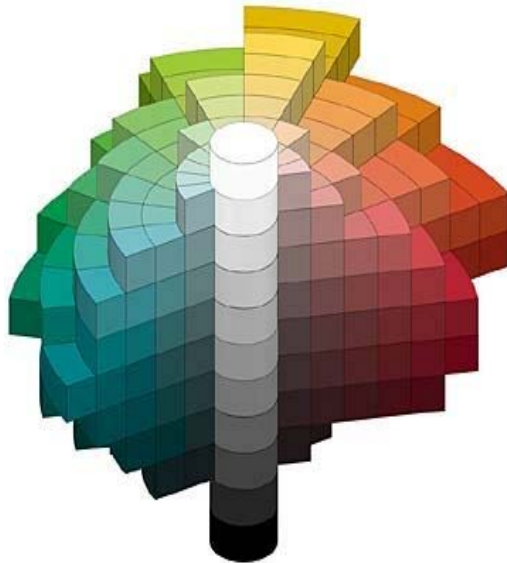
**S "Saturation" (Sättigung)** bezeichnet man die Intensität des jeweiligen Farbtönen, also „kräftig“ oder „blass“. Die kräftigen Töne liegen dabei am Rand des Zylinders, die blasseren innen.

**Bereich: 0 bis 100.**

**B "Brightness" (Helligkeit)** entspricht der Höhe des Zylinders. Sie gibt an, ob in der Mitte des Zylinder-Durchmessers Weiß, Schwarz oder ein Grau liegt.

**Bereich: 0 bis 100.**

## 7.9 Farbräume und Farbmeterik

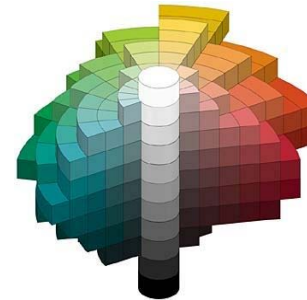


*Die Dimensionen eines Farbraums sind:*

- *Bunton (Farbrichtung)*      *H*      *Hue*
- *Buntheit (Sättigung)*      *S*      *Saturation*
- *Helligkeit*      *B*      *Brightness*

*Bunton (Farbrichtung)*      =      *Winkellage im Farbkreis*  
*Buntheit (Sättigung)*      =      *Abstand von der Grauachse*  
*Helligkeit*      =      *Höhenlage entlang der Achse*





### **H**

**Die Dimension Buntton** (Farbrichtung, *Hue*):

Winkellage einer Farbe des Farbenkreises von Gelb über Grün, Blau, Purpur, Rot und Orange zu Gelb.

### **S**

**Die Dimension Sättigung** (Buntheit, *Saturation*):

"Brillanz", Reinheit, "Verschwärzlichung". (DIN-genormte Bezeichnung: "Buntheit"), Abstand von der Grauachse.

### **B**

**Die Dimension Helligkeit** (*Brightness*):

kann nur zwischen reinem Weiß und reinem Schwarz liegen. Messtechnisch hätte das reine Weiss einen idealen Remissionsgrad von 100%, das reine Schwarz einen idealen Remissionsgrad von 0%.

***Je nach Technik und Buntton ist die Dimension Buntheit (Sättigung) verschieden weit ausgedehnt.***

***Neutrales Grau hat die Buntheit 0.***

***Gelb erreicht die größte Sättigung auf hohem Helligkeitsniveau, Blau auf niedrigem. Es gibt kein helles und zugleich sehr gesättigtes Blau, ebenso wenig gibt es ein dunkles, gesättigtes Gelb.***

## 7.10 Farbmanagement

**Farbmanagement**, englisch: **CMS** (Color Management System) bezeichnet ein System aus Hardware und Software, das dazu dient, die Unterschiede der Farbräume von Ein- und Ausgabegeräten wie Scanner, Digitalkamera, Monitor, Tintenstrahldrucker, Proofdrucker, Offsetdruckmaschine zu erfassen und auszugleichen.

Farbmanagement ist die Transformation von Bilddaten in andere gerätespezifische Farbräume und die damit verbundene Veränderung von Farbwerten. Ziel eines konsequent eingesetzten Farbmanagements ist, dass eine Vorlage, die mit irgendeinem Eingabegerät erfasst wurde, an einem beliebigen Ausgabegerät möglichst ähnlich wiedergegeben wird.

Im Betriebssystem eines Personalcomputers ist ein Farbmanagementsystem enthalten: *ICM* (Image Color Management) bei Windows, *ColorSync* bei Mac OS. Das im Farbmanagementsystem des Computers enthaltene **Color Management Module (CMM)** ist der Farbrechner, der alle notwendigen Farbraumtransformationen durchführt, wie zum Beispiel die Konvertierung von RGB-Bilddaten in CMYK-Druckdaten, wobei Anwendern von Grafikprogrammen wie *Photoshop*, *InDesign*, *Quark XPress* viele Möglichkeiten offen stehen, individuelle Einstellungen vorzunehmen, automatische Abläufe einzurichten und manuell einzugreifen.

**RGB- und CMYK-Farbräume** sind stets **geräteabhängig**. Der Farbraum (*Gamut*) eines Geräts wird im Farbmanagement als **Farbprofil (ICC-Profil)** bezeichnet. Das *ICC-Profil* wird von den technischen Möglichkeiten des Geräts und bei Druckern auch von der Beschaffenheit des zu bedruckenden Materials bestimmt. (*ICC* ist die Abkürzung für *das International Color Consortium*, einen 1993 gegründeten Zusammenschluss von Anbietern von Grafik-, Bildbearbeitungs- und Layoutprogrammen mit der Absicht, die Vereinheitlichung von Farbmanagementsystemen zu erreichen).

Das CMM wandelt geräteabhängige Bilddaten nicht direkt (z.B. von RGB nach CMYK) um. Zur Konvertierung der geräteabhängigen Daten (von RGB nach CMYK oder umgekehrt) dient dem CMM der **geräteunabhängige**, international standardisierte **CIE-L\*a\*b-Farbraum**.

**Die drei wichtigsten Farbmodelle im Farbmanagement sind RGB, CMYK und CIE-L\*a\*b. Mit RGB und CMYK-Modellen werden alle geräteabhängigen Farbräume beschrieben. Der geräteunabhängige CIE-L\*a\*b-Farbraum dient als standardisierte Übersetzung bei der Farbraumtransformation.**

Literatur: Theo Spangenberg: *Grundlegendes über Farbmanagement*. [http://www.pd-eff.de/free\\_downloads/pdeff\\_archiv\\_fmgr.pdf](http://www.pd-eff.de/free_downloads/pdeff_archiv_fmgr.pdf)

## Literatur

- Ludwig Gall: Messen - Kontrollieren - Rezeptieren.  
<http://farbmetrik-gall.de>
- Bruce MacEvoy: Color Vision. Modern Color Models  
<http://www.handprint.com/HP/WCL/color7.html>
- Matthias Nyman: 4 Farben, 1 Bild. Grundwissen für die Farbbildbearbeitung mit Photoshop und QuarkXPress.  
Berlin, Heidelberg 1998 (2001)
- N. Silvestrini,  
E.P.Fischer: «virtual color museum».  
<http://www.colorsystem.com>
- Theo Spangenberg: Grundlegendes über Farbmanagement  
[http://www.pd-eff.de/free\\_downloads/pdeff\\_archiv\\_fmgr.pdf](http://www.pd-eff.de/free_downloads/pdeff_archiv_fmgr.pdf)
- Klaus Stromer (Hg): Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft.  
Mit Beiträgen von Narciso Silvestrini und E. P. Fischer. Köln 2002
- Norbert Welsch,  
Claus Chr. Liebmann: Farben. Natur, Technik, Kunst. München 2004<sup>2</sup>
- <http://www.eci.org> European Color Initiative (ECI)  
*Standardisierte ISO-Farbprofile für unterschiedliche Papiertypen im Auflagedruck, von der ECI (European Color Initiative) laufend aktualisiert. Die Website ermöglicht kostenlose Downloads von ISO-Farbprofilen.*
- <http://www.ral-colours.de/deutsch/fsmain.htm>

Dieses Skriptum dient als Orientierungs- und Lernhilfe.

Es erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ersetzt nicht den Besuch der Lehrveranstaltung.

AProf. Mag. Dr. Peter Stoeckl  
Kommunikationsdesign / Grafik und Werbung  
Universität für angewandte Kunst Wien

[peter.stoeckl@uni-ak.ac.at](mailto:peter.stoeckl@uni-ak.ac.at)

[www.klassefuerideen.at/stoeckl/farbentheorie](http://www.klassefuerideen.at/stoeckl/farbentheorie)

2011-12-28