

Farbmodelle / Farbsysteme

Bei Farben geht es um Gefühle und Empfindungen. Seit der Antike haben sich Philosophen, Wissenschaftler und Künstler (z.B. Goethe, Newton, Runge) bemüht, die faszinierende Wirkung der Farben in Farbordnungen zu veranschaulichen. Farbmodelle bzw. Farbsysteme versuchen, die Gefühlsempfindung Farbe zu veranschaulichen und/oder berechenbar zu machen. Eine „einzige exakt richtige Lösung“ gibt es allerdings nicht, da sich Empfindungen nicht dauerhaft und allgemeingültig in feste Formeln „gießen“ lassen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen **perzeptuellen Farbmodellen** (wahrnehmungsorientiert) und **technisch-physikalischen Farbmodellen**.

Perzeptuelle Farbmodelle beschreiben Farben durch die Merkmale Helligkeit, Sättigung und Farbton (z.B. HSB, CIE-Modelle). Bei den technisch-physikalischen Farbmodellen werden die Farben aus anderen Farben gemischt (z.B. RGB, CMYK).

Die **Farbmetrik** ist die Lehre von den Maßbezeichnungen der Farben. Sie stellt mittels mathematischer Formeln das visuelle Ergebnis einer Farbbetrachtung oder eines Farbvergleichs zahlenmäßig dar.

Farbmodelle der CIE

Die Farbmodelle der CIE versuchen, die menschliche Farbempfindung in mathematische Formeln zu gießen (► **Farbmetrik**). Hierzu verrechnet man die spektralen Eigenschaften des Lichts (z.B. D50, D65), unsere Augenempfindlichkeit in den einzelnen Spektralbereichen (2° oder 10° Normalbeobachter) und die Remissions-eigenschaften der Messprobe.

CIE
=Commission internationale de l'éclairage
(Internationalen Beleuchtungs-kommission)

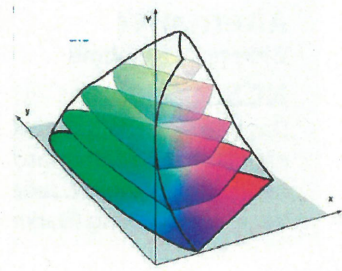
+ jeder Farbe werden feste Orte zugewiesen
(Farbmaßzahlen / „Koordinaten“)

+ vollständig berechenbar (freie Rechenbarkeit)

- Unterrepräsentanz von Gelb-Orange

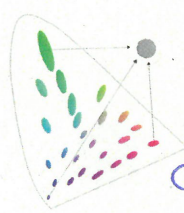
CIE-xy (1931) / CIE-Normfarbtafel / „CIE-Schuhsohle“

(Yxy-Farbraum / CIE-Yxy / CIE-XYZ Normvalenzsystem)
Allerdings fehlt in diesem Modell die visuelle Gleichabständigkeit, so dass die Normfarbtafel unanschaulich ist.

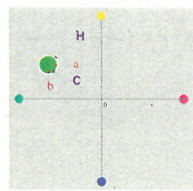


empfundene Farbunterschiede

≠ rechnerische Unterschiede



McAdam Ellipsen: Gleich groß empfundene Farbabstände sind in der CIE-Schuhsohle Ellipsen. Sie werden über die CIELAB-Formeln zu Kreisen.



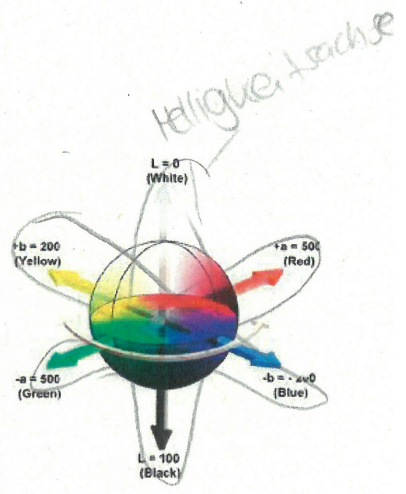
CIEXY
Korrekturformel → CIELAB

CIE-Lab (1976)

Eine Weiterentwicklung der CIE-Normfarbtafel stellt der CIE-La*b*-Farbraum dar. Durch eine rechnerische Umwandlung (Korrekturformeln) erreicht man eine visuelle Gleichabständigkeit bei gleichem rechnerischen Unterschied, so dass dieses Modell intuitiver und anschaulicher ist.

gleich groß empfundene Farbunterschiede

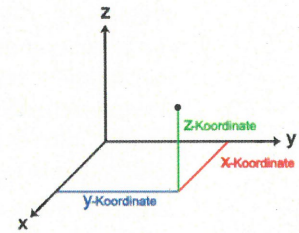
≈ gleich große Messunterschiede (rechnerische Unterschiede)



Ergebnis der Umrechnung der CIE-XYZ-Werte in CIE-La*b*-Werte ist eine **dreiwertige Farbkoordinate** (in einem kartesischen Koordinatensystem):

L	Helligkeit (Lightness)
a* und b*	Rot-Grün (+a / -a) und Blau-Gelb (-b / +b)-Achse

kartesische Koordinaten
= rechtwinkliges Koordinatensystem, zwei- oder dreidimensional



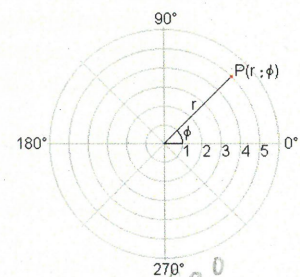
HLC-Definition *hat nix mit HSB zu tun!*

(L*C*h°-Farbraum / LCH)

Weitaus einfacher zu verstehen sind die CIE-La*b*-Farbkoordinaten nach ihrer Umrechnung in die Polarkoordinaten L, C und H.

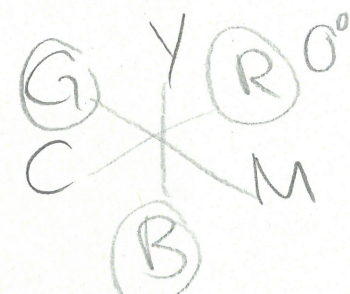
= andere Darstellung der Lab-Werte / besser vorstellbar und damit leichter verständlich

Polarkoordinaten
= Kreiskoordinatensystem



L	Helligkeit (Lightness)
C	Sättigung / Buntheit (Chroma)
H	Basisfarbton / Bunttonwinkel (Hue)

In der Schreibweise HLC kommt die übliche Reihenfolge bei der Farbauswahl zum Ausdruck: **Farbton – Helligkeit – Sättigung**.



Alternativen zu CIE Lab

Weitere **wahrnehmungsbezogene Farbmodelle**, die aufgrund Befragung ermittelt wurden:

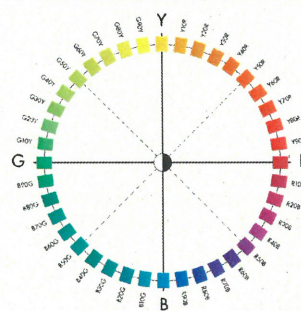
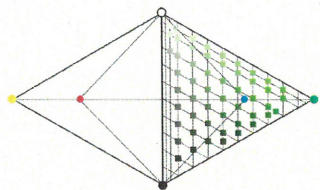
NCS

Das schwedische Natural Colour System wurde in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt (Scandinavian Colour Institute). Es ist als Koordinatensystem unserer Farbwahrnehmung konzipiert. Jede Farbe wird mit drei Werten beschrieben:

Verschwärzlichkeit (Darkness), Sättigung (Chromatizität) und einem Prozentwert zwischen zwei Basisfarben.

Beispiel: NCS 0580-Y10R

(=5% darkness, 80% Sättigung, 90% Gelb und 10% Rot)



Quellen:

<https://www.colorsystem.com/>



http://www.cielab-farben.de/cie_farbmodelle.html



http://dtpstudio.de/farbenschule/help/cielab_farbkreis_1-fix.html



Munsell

Der amerikanische Kunstprofessor Albert H. Munsell veröffentlichte sein Farbmodell vor ca. 100 Jahren. Es kann als Vorläufer für NCS, CIE La*b* und andere bezeichnet werden und ist noch immer weit verbreitet.

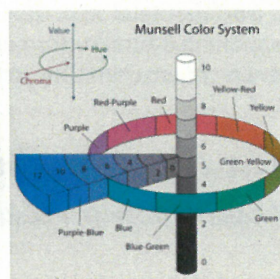
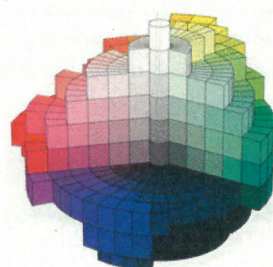


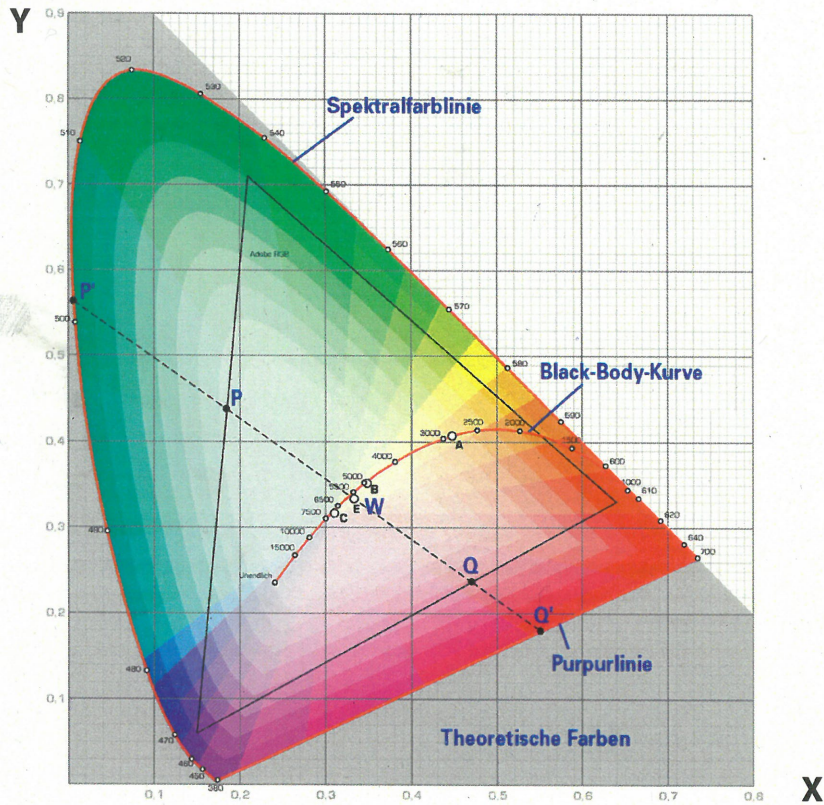
Abbildung von Torge Anders aus der deutschsprachigen Wikipedia, CC BY-SA 3.0

Farbkreis hinmalen!

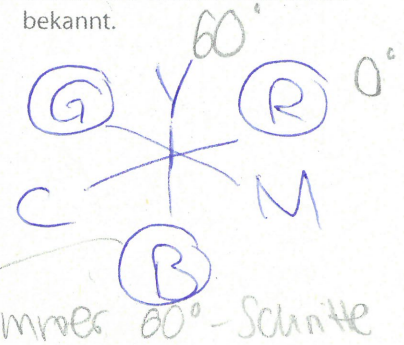


Perzeptuelle Farbmodelle 1 // CIE-Normfarbtafel

Der CIE-Farbraum umfasst sämtliche vom menschlichen Auge wahrnehmbaren Farben. Die Grundlage hierfür bildet das CIE-XYZ Normvalenzsystem, welches wir nur in numerischer Form und selten als Grafik sehen. Stattdessen konstruierte die CIE eine zweidimensionale Grafik, die CIE-xy Farbtafel mit ihrer prägnanten Hufeisen- oder Schuhsohlenform.



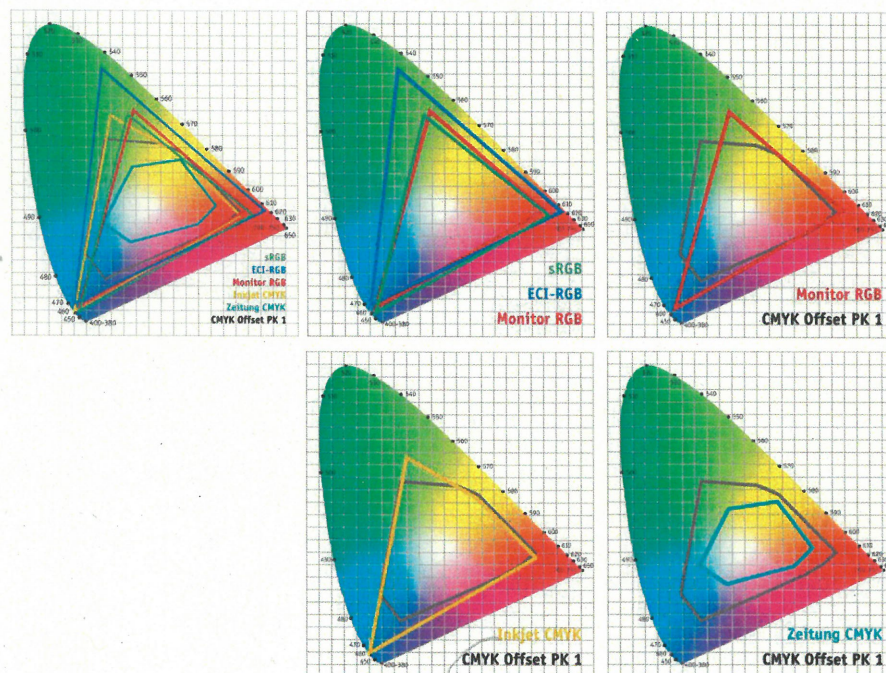
Das **CIE-Normvalenzsystem** oder **CIE-Normfarbsystem** wurde von der *Internationalen Beleuchtungskommission (CIE – Commission internationale de l'éclairage)* definiert, um eine Relation zwischen der menschlichen Farbwahrnehmung (Farbe) und den physikalischen Ursachen des Farbreizes (Farbvalenz) herzustellen. Das CIE-XYZ Normvalenzsystem ist auch als **Tristimulusmodell** bekannt.



Die **Farbmetrik** ist die Lehre von den Maßbezeichnungen der Farben. Sie stellt mittels mathematischer Formeln das visuelle Ergebnis einer Farbbetrachtung oder eines Farbvergleichs zahlenmäßig dar.

Die Normfarbtafel eignet sich gut, um verschiedene Farbräume darin abzubilden und zu vergleichen (Veranschaulichung farbmetrischer Zusammenhänge).

Beispiele:



geht jetzt raus
chef kein blöder

Quellen:

Der „gronenberg“ Druckratgeber!
www.gronenberg.de/veroeffentlichungen/druckratgeber/
<https://de.wikipedia.org/wiki/CIE-Normvalenzsystem>

Tintenstrahler

Farben, die der Mensch wahrnehmen kann

MP

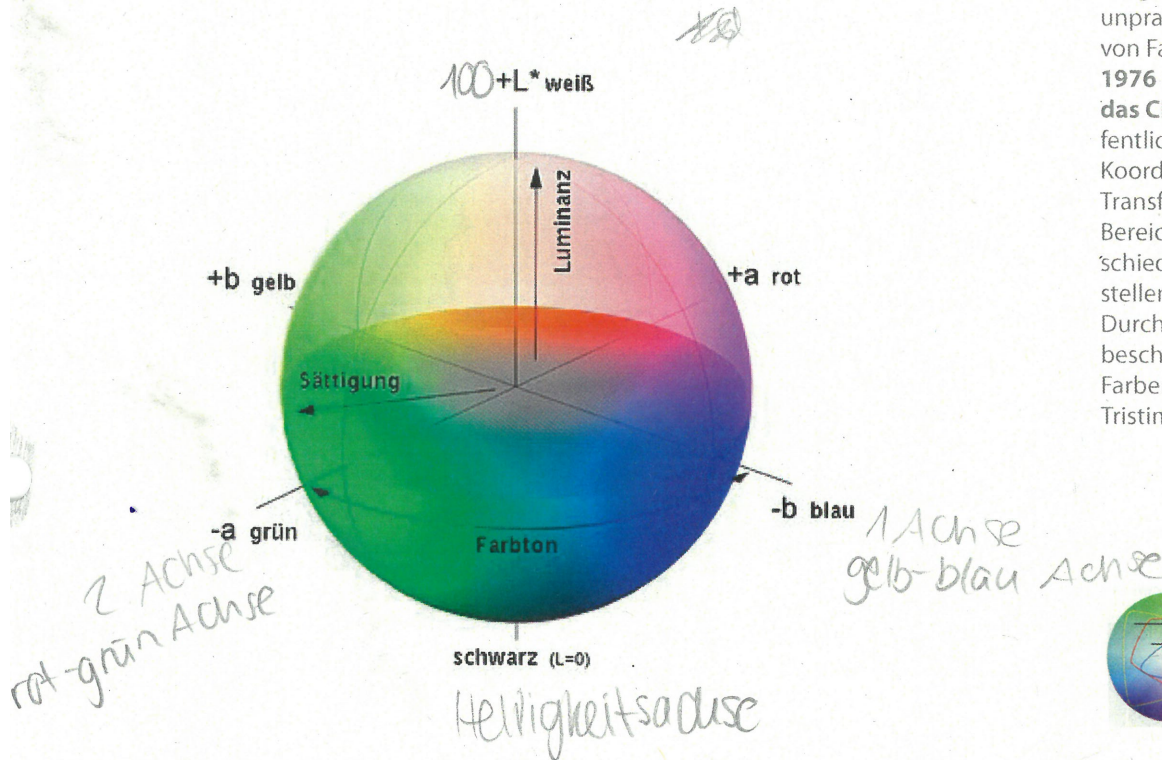
Perzeptuelle Farbmodelle 2 // CIE-Lab-Farbraum

Der CIE-Lab-Farbraum basiert auf dem CIE-XYZ-Normalvalenzsystem und umfasst wie dieser alle vom menschlichen Auge wahrnehmbaren Farben sowie alle realen Farbkörper.

Die „CIE-Schuhsohle“ (CIE-Normalvalenzsystem) fand weite Verbreitung, erwies sich aber auch als unpraktisch für die Bewertung von Farbunterschieden.

1976 wurde daher von der CIE das CIEL*a*b*-Modell veröffentlicht. Hier werden die XYZ-Koordinaten einer rechnerischen Transformation unterzogen, um Bereiche gleichartigen Farbunterschieds gleichabständig darzustellen.

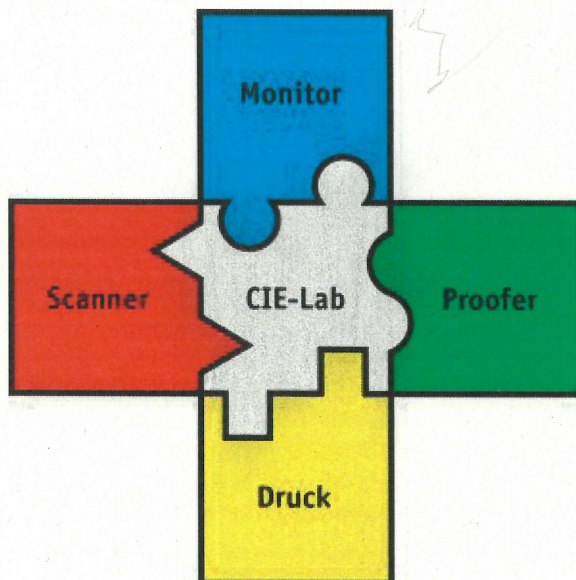
Durch die Gleichabständigkeit beschreibt CIEL*a*b* unsere Farbpfindung besser als das Tristimulusmodell (CIE-XYZ).



In der grafischen Industrie spielt der Lab-Farbraum als geräteneutraler Farbraum eine zentrale Rolle: er ist der „Übersetzer“ zwischen den verschiedenen Gerätefarbräumen (vgl. Color-Management) und wird beispielsweise auch von Photoshop intern zur Verrechnung der Bilddaten bei der Farbraumkonvertierung u.a. eingesetzt.

Beispiel:

Beim professionellen Color Management Workflow wird für jedes am Prozess beteiligte Gerät ein ICC-Profil erstellt. Die Kommunikation der Geräte untereinander erfolgt über den geräteunabhängigen Farbraum CIE-Lab.



LAB -werte kann man sich nicht gut vorstellen, welche Farbe es ist

Quelle:

Der „gronenberg“ Druckratgeber!
www.gronenberg.de/veroeffentlichungen/druckratgeber/

Wikipedia

Unterschied von HLC!

Perzeptuelle Farbmodelle 3 // HSB/HSV- und HSL

Das Hue/Saturation/Value-Farbmodell basiert auf drei Merkmalen von Farben, die für uns besonders intuitiv sind:

- Farbton** (rot, gelb, grün ...)
- Sättigung** (brillant oder matt/pastellig?) und
- Helligkeit** (hell oder dunkel?).

HSV und HSB sind zwei Namen für dasselbe Farbmodell. HSL ist hingegen anders aufgebaut. Unglücklicherweise übersetzen wir sowohl Brightness als auch Lightness mit »Helligkeit«.

Beide Farbmodelle (HSB und HSL) basieren auf einem Farbrad. Am Rand des Farbrads liegen die puren gesättigten Farben.

Typische Darstellungsformen für HSV/HSB sind der Zylinder oder Kegel und für HSL die Kugel oder der Doppelkegel.

MP

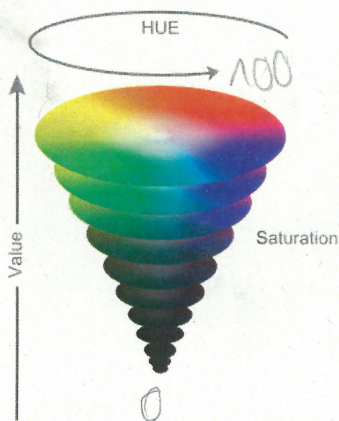


hue

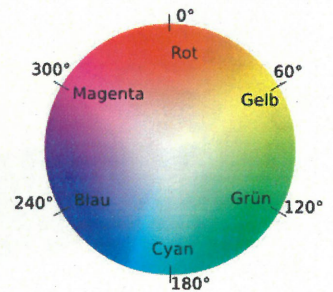
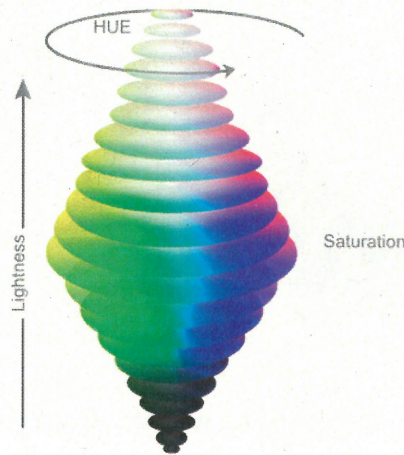
saturation

brightness / lightness

HSV-Farbmodell



HSL-Farbmodell

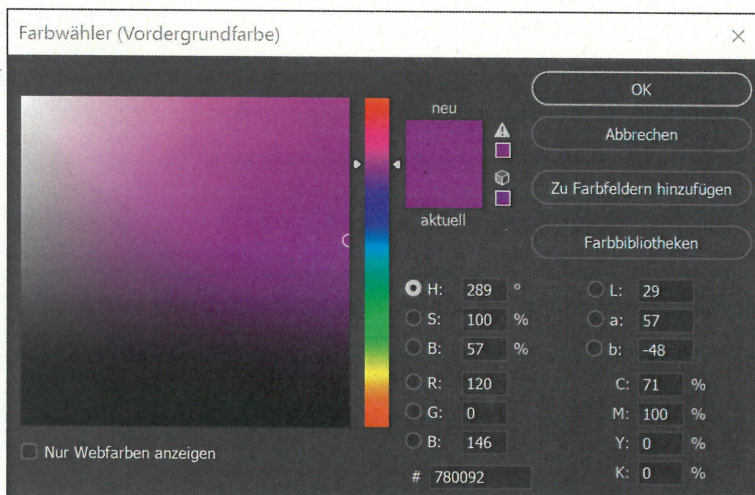


Beispiele für Farbangaben:

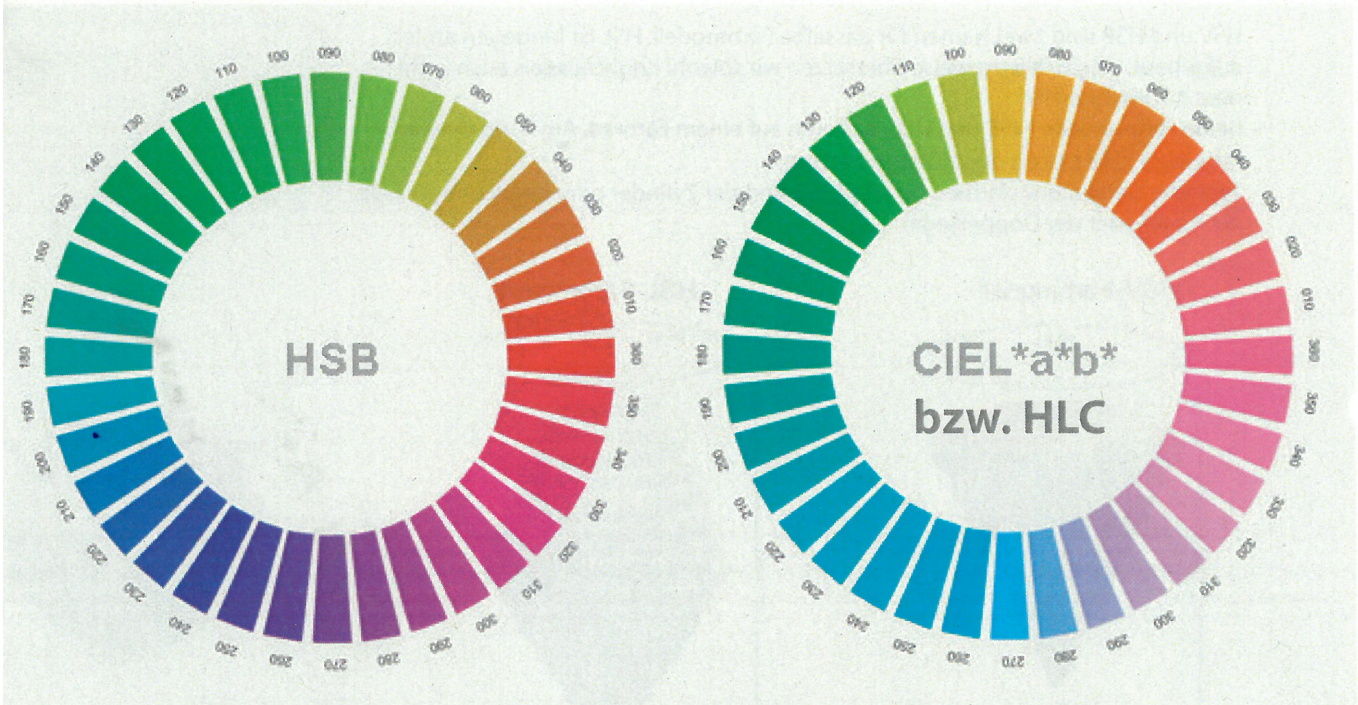
	HSB-Modell	HSL-Modell
ROT	0°, 100%, 100%	0°, 100%, 50%
GRÜN	120°, 100%, 100%	120°, 100%, 50%
GRAU	0°, 0%, 100%	0°, 0%, 50%

Beispiel:

HSB finden wir z.B. im Farbwähler von Adobe Photoshop oder im Color Picker von Mac OS. Beim Design von Webseiten hingegen werden Farben als HSL angegeben.



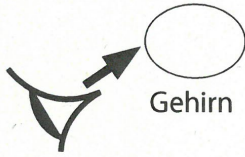
Die HSx-Modelle, also HSB / HSV / HSL sind im Vergleich zum CIE Lab- bzw. HLC-Modell **weniger wahrnehmungsgerecht** (mangelnde Empfindungsmäßigkeit). Der CIE Lab-Farbkreis entspricht unserem Empfinden besser, er verläuft gleichmäßiger und insgesamt angenehmer. Beim HSB-Farbkreis fällt es an einigen Stellen schwerer, die Unterschiede der Farbfelder zu erkennen.



HSB-und CIE Lab-Farbkreis mit im jeweiligen Modell gleichbleibender Helligkeit und Sättigung.

Technisch-physikalische Farbmodelle 2 // CMYK

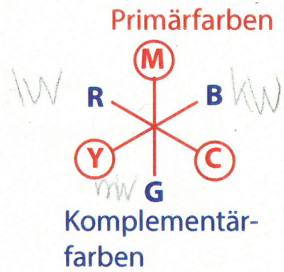
Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

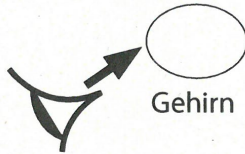
weiß

Weißes Papier



Die Grundfarben:

Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

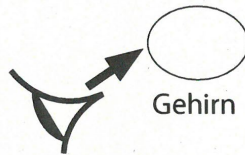
Cyan

C
Weißes Papier

Absorption von R G B

Weiß - langwellig

Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

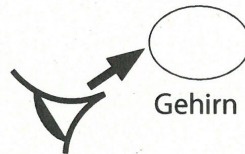
Magenta

M
Weißes Papier

Absorption von R G B

Weiß - mittelwellig

Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

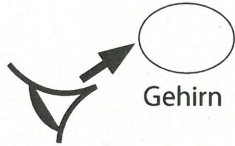
Gelb

Y
Weißes Papier

Absorption von R G B

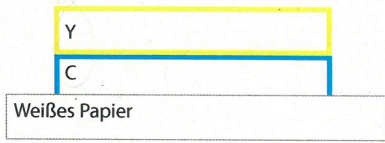
Weiß - kurzwellig

Weißes Licht

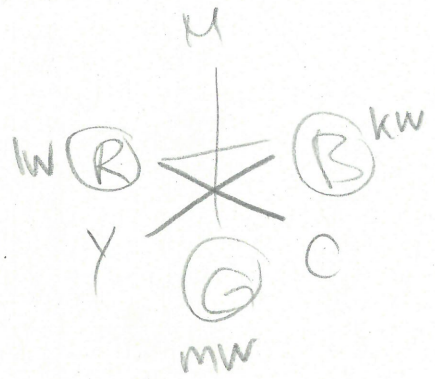


Welcher Farbeindruck entsteht?

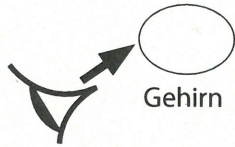
Grün



Absorption von R G B
Weiß - lw - kw

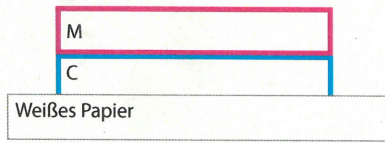


Weißes Licht



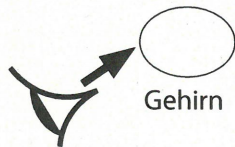
Welcher Farbeindruck entsteht?

Blau



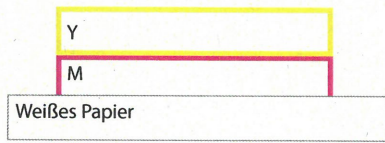
Absorption von R G B
Weiß - mw - lw

Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

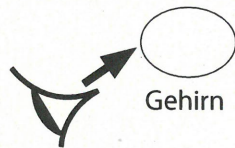
Rot



Absorption von R G B
Weiß - kw - mw

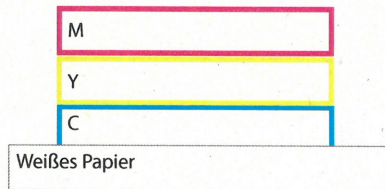
Farberzeugung mit drei Druckfarben

Weißes Licht



Welcher Farbeindruck entsteht?

Schwarz



Absorption von R G B
Weiß - lw - mw - kw