

Smart Graphics: Farbe

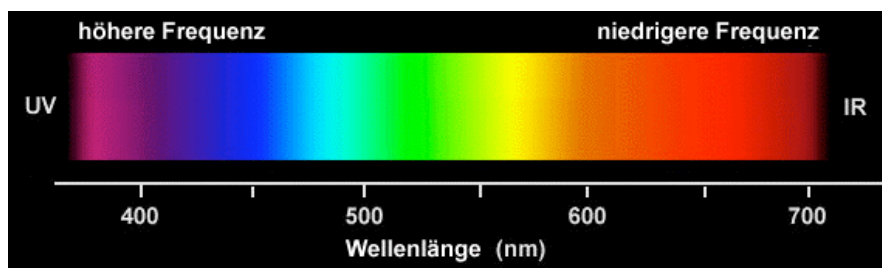
Vorlesung „Smart Graphics“
Andreas Butz

Themen heute

- Farbe (Nachtrag zum Thema Gestaltung)
 - Farbwahrnehmung
 - Farbmodelle
 - Farbharmonie und -akkorde
 - Farbwirkung

Was ist Licht?

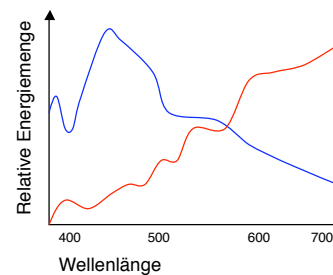
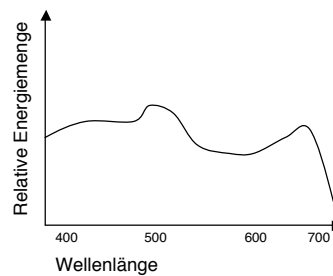
- Licht kann als Elektromagnetische Welle beschrieben werden (oder als Teilchen)
- Sichtbarer Bereich zwischen 350 nm und 750 nm
- Zerlegung des Farbspektrums durch ein Prisma



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 3

Eigenschaften des Lichts

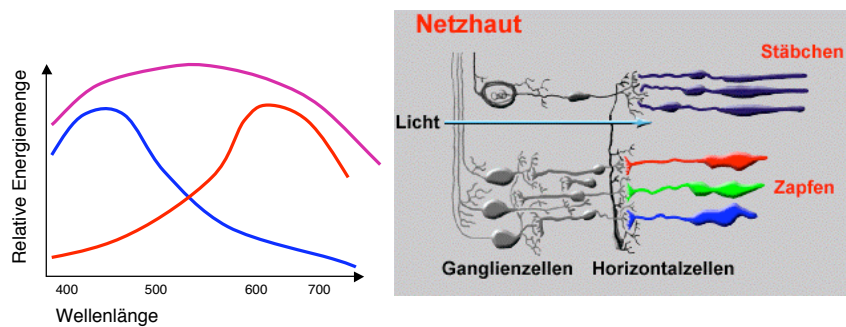
- Energieverteilung über den gesamten Spektralbereich
- Unterschiedliche Lichtquellen haben unterschiedliche Verteilungen
 - Tageslicht
 - Abendsonne
 - Glühbirne
 - Neonröhre



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 4

Additive Farbmischung (1)

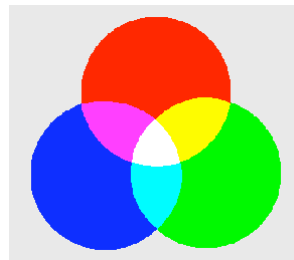
- Die Farbe der Mischung zweier Lichter ergibt sich aus der Addition der Energiespektren



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 5

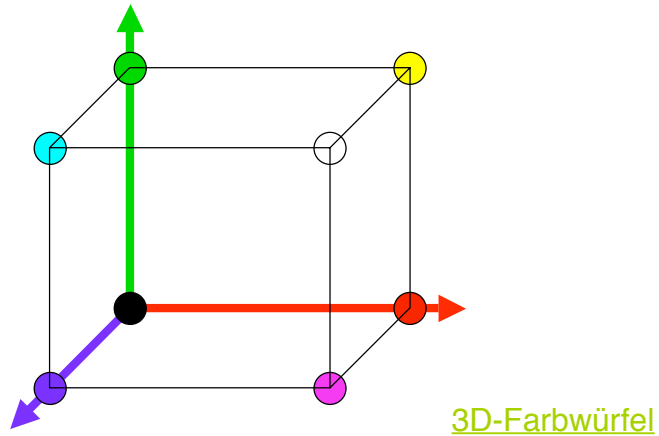
Additive Farbmischung (2)

- Grundfarben: Rot, Blau und Grün
- Komplementärfarben:
Cyan, Magenta und Gelb



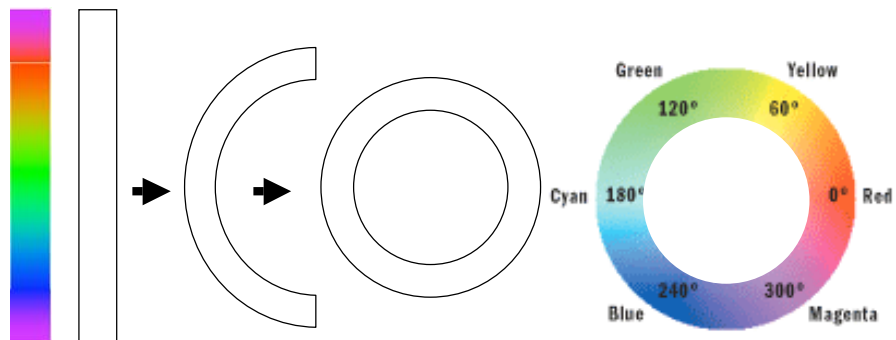
LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 6

RGB-Farbmodell



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 7

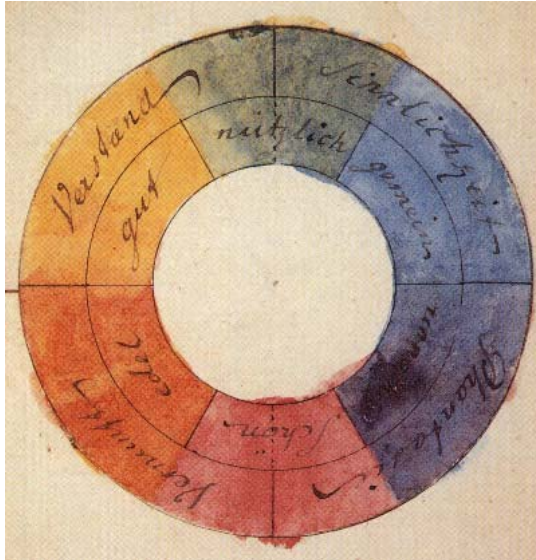
Vom Spektrum zum Farbkreis



- Magenta als Grenzwert an beiden Enden des Spektrums
- Physikalisch nicht ganz korrekt, aber von der Wahrnehmung her plausibel

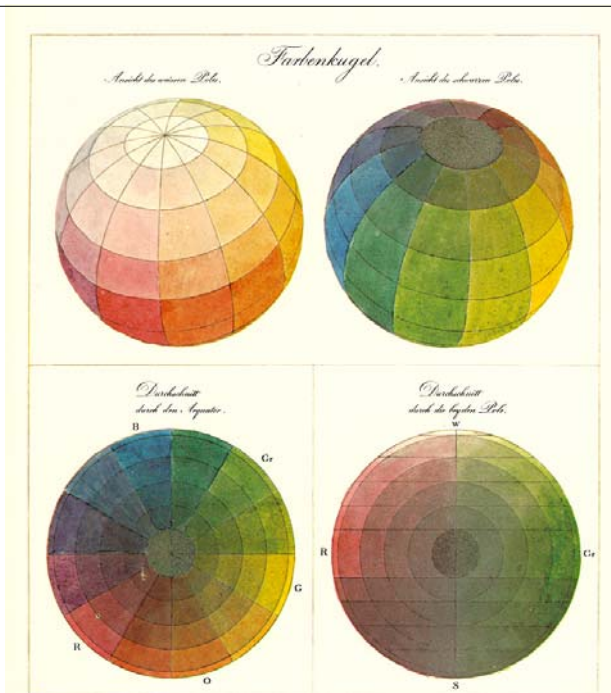
LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 8

Farbkreis nach Goethe (1810)



- Abgeleitet aus Naturbetrachtung
- Angelehnt an Farbsymbolik
- Zuordnung von Farben zu Verstand, Sinnlichkeit, Phantasie, Vernunft
- <http://www.beta45.de/farbcodes/theorie/goethe.html>

Farbenkugel nach Philipp Otto Runge (1810)



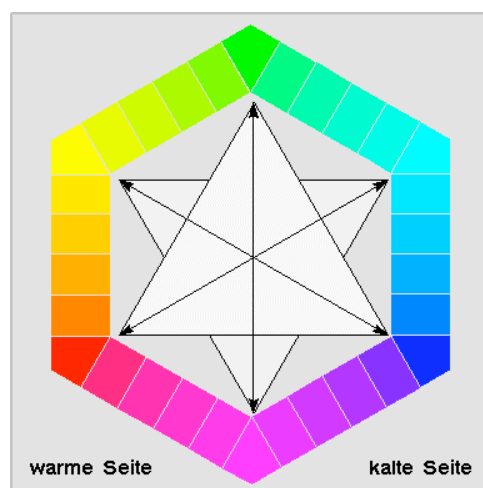
Farbkreis nach Johannes Itten (1961)

- 3 Primärfarben:
rot, gelb, blau
- 3 Sekundärfarben:
grün, orange, violett
- Unterschiedlich von
heutigem RGB Modell
- Gewichtung angelehnt
an Wahrnehmung und
Empfindung von
Farben

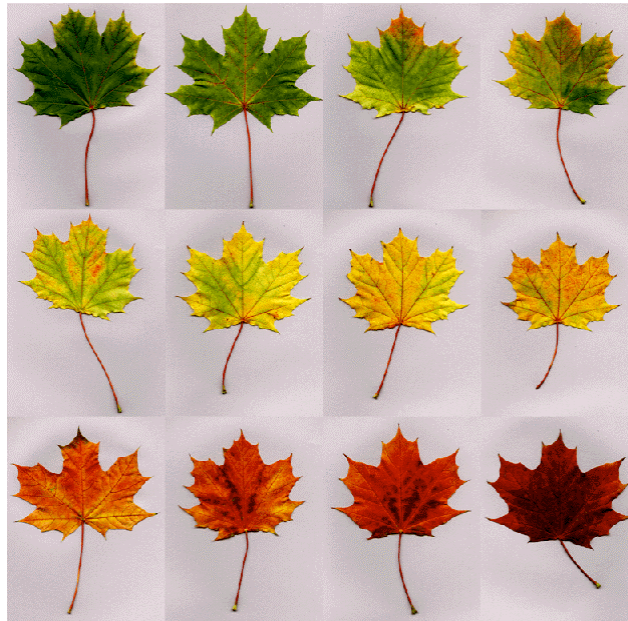


Farbsechseck nach RGB-Mischung

- Andere Gewichtung
der Farben
- Angelehnt an
physikalische
Grundlagen

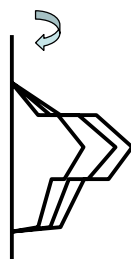


Natürliches Farbsystem

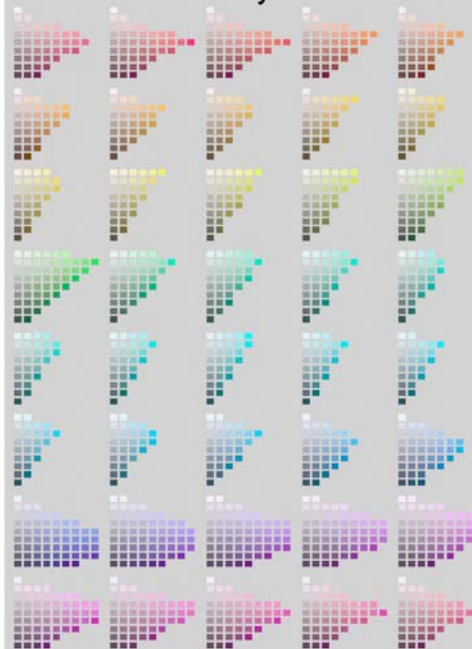


LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 13

Munsell Farbsystem



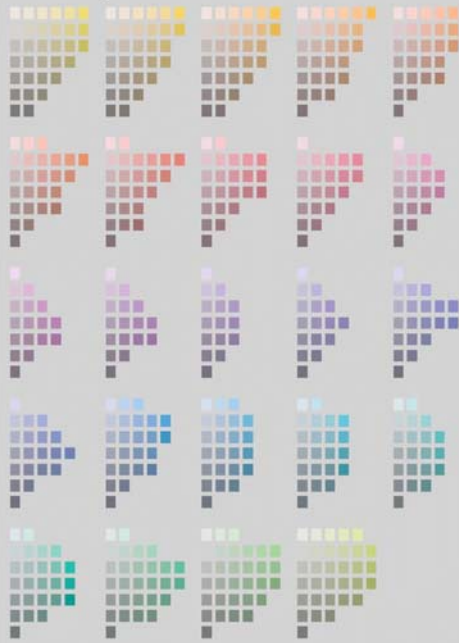
Munsell Color System



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Sm

DIN 6164

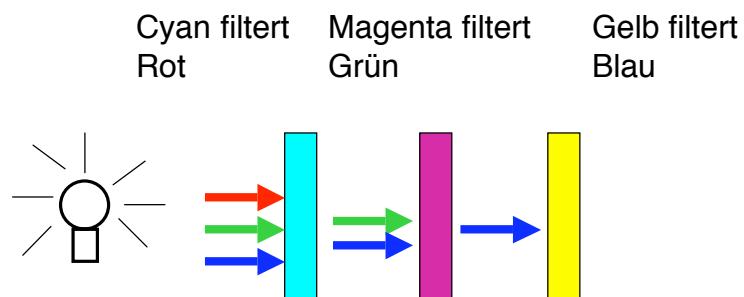
Farbsystem DIN 6164



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Sm.

Subtraktive Farbmischung (1)

- Farbfilter absorbieren Teile des Farbspektrums



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 16

Subtraktive Farbmischung (2)

- Verringerung der Lichtintensität durch Farbpigmente nach dem Beer-Lambertgesetz:

$$A(\alpha) = \log(1/T(\alpha)) = a(\alpha)bc$$

$T(\alpha)$ = gefiltertes Licht

$A(\alpha)$ = Absorption

$a(\alpha)$ = Materialkonstante der Absorption

b = Dicke des Materials

c = Konzentration der Pigmente



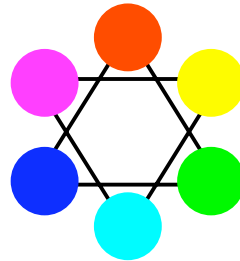
...oder einfacher:

- Die doppelte Menge von Pigmenten halbiert die transmittierte Lichtintensität.
- Die doppelte Dicke des Materials halbiert die transmittierte Lichtintensität
- Die Absorption verschiedener Filter, die hintereinander liegen ist additiv.

Umrechnung RGB - CMY

$$\begin{pmatrix} red \\ green \\ blue \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{max} \\ w_{max} \\ w_{max} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} cyan \\ magenta \\ yellow \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} cyan \\ magenta \\ yellow \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{max} \\ w_{max} \\ w_{max} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} red \\ green \\ blue \end{pmatrix}$$



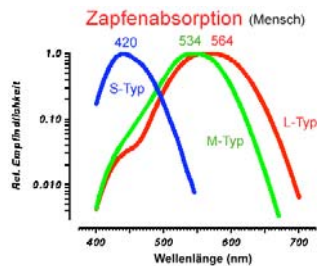
- Beispiel (8 bit/Kanal, $w_{max} = 255$):
 $(255r, 0g, 0b) = (0c, 255m, 255y)$

Umwandlung RGB → Graustufen

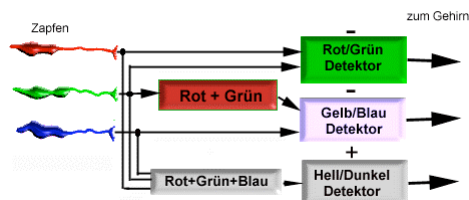
$$grey = 0,3red + 0,59green + 0,11blue$$



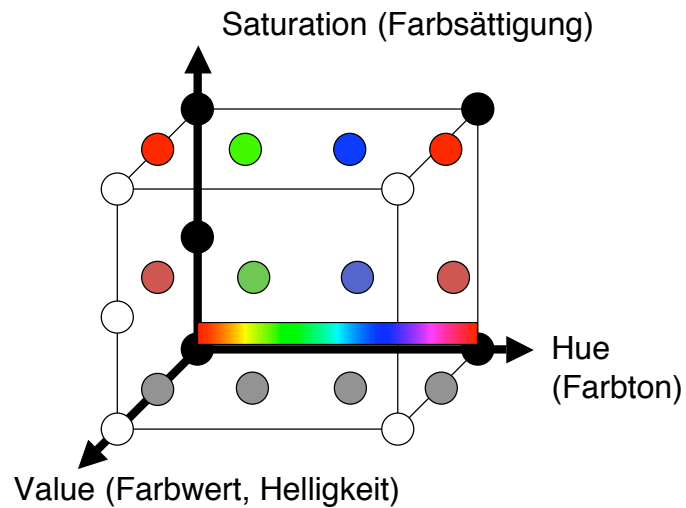
- Naiver Ansatz: $g=(r+g+b)/3$ führt zu falschen Helligkeiten (bzgl. unserer Wahrnehmung)
- Farbrezeptoren im Auge: **1:20:40**



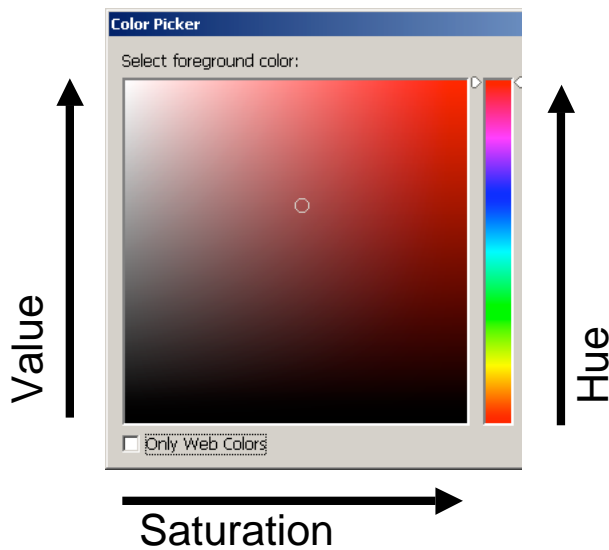
Verschaltung in der Retina



HSV Farbmodell



HSV Farbraum, andere Darstellung



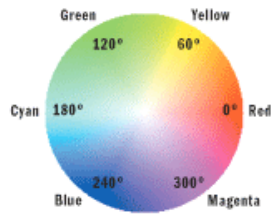
HSV kommt dem menschlichen Denken und Reden über Farbe Näher als RGB.

Heller/dunkler Un-/Gesättigter ..andere Grundfarbe

liegen jeweils entlang einer einzigen Achse!

Umrechnung RGB → HSV

$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} \\ 0 & 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{3} & 1/\sqrt{3} & 1/\sqrt{3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} h \\ s \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \arctan(m_1/m_2) \\ m_1^2 + m_2^2 \\ m_3\sqrt{3} \end{pmatrix}$$



$$h \in [0 \dots 360^\circ]$$

$$s, v \in [0 \dots 1]$$

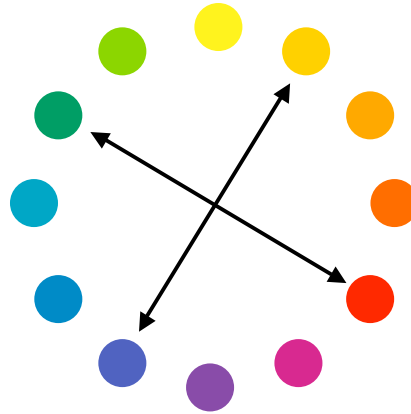
$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s \sin(h) \\ s \cos(h) \\ v/\sqrt{3} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2/\sqrt{6} & 0 & 1/\sqrt{3} \\ -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{3} \\ -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix}$$

Farbkreis nach Johannes Itten (1961)



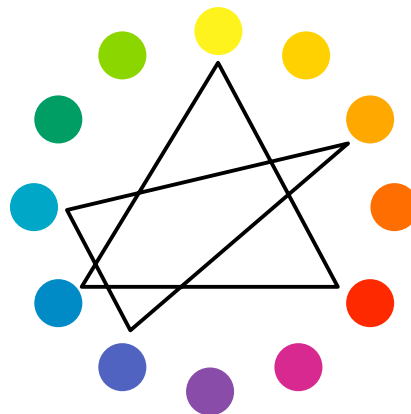
Komplementärfarben

- Liegen im Farbkreis gegenüber
- Höchstmöglicher Farbkontrast
- Harmonischer Zweiklang



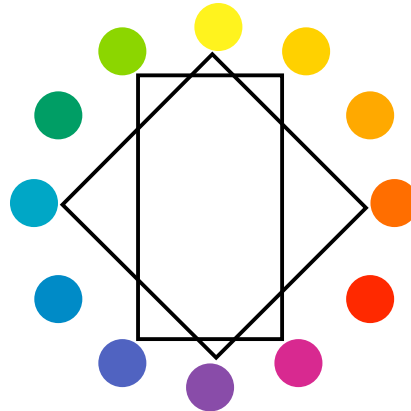
Harmonische Dreiklänge

- Gleichseitiges oder gleichschenkliges Dreieck im Farbkreis
- Auch als eingeschriebenes Dreieck in der Farbkugel



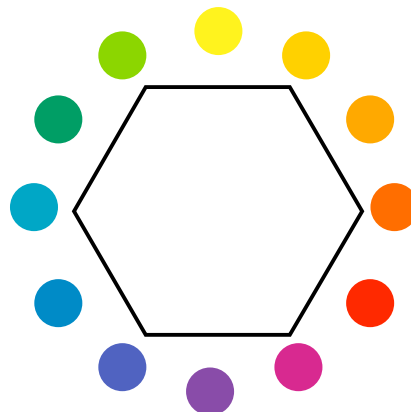
Harmonische Vierklänge

- Quadrat oder rechtwinkliges Viereck im Farbkreis
- Je zwei Komplementärfarben
- auch als eingeschriebenes Viereck in der Farbkugel



Harmonische Sechsklänge

- Regelmäßiges Sechseck im Farbkreis
- auch als eingeschriebenes Sechseck in der Farbkugel



Beziehung zur Mathematik

- $12 = 2 \times 2 \times 3$ Farben im Farbkreis
- Regelmäßige Formen: 2,3,4,6-Eck
- Fünf-, Siebeneck usw. mit kontinuierlichem Farbkreis konstruierbar
- Wichtig für harmonische Farbkombinationen: gleiche Abstände im Farbkreis oder auf der Farbkugel

Beziehung zur Musik

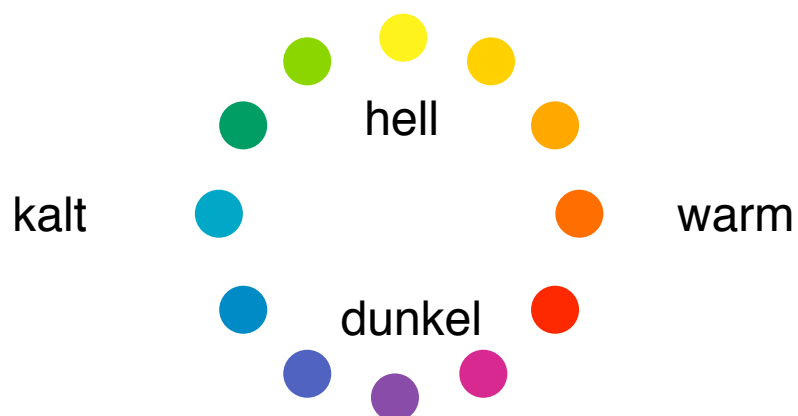
- 12 Farben im Farbkreis \Leftrightarrow 12 Töne in der Oktave
- Frequenzverhältnis einer Oktave = 1:2
- Frequenzverhältnis von rotviolett zu blauviolett im sichtbaren Spektrum = 1:2
- Komplementärfarben = Tritonus
- Farbdreiklang = übermäßiger Akkord
- Farbvierklang = vermindertes Akkord

Reine und getrübte Farben



LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 31

Kalte und warme Farben

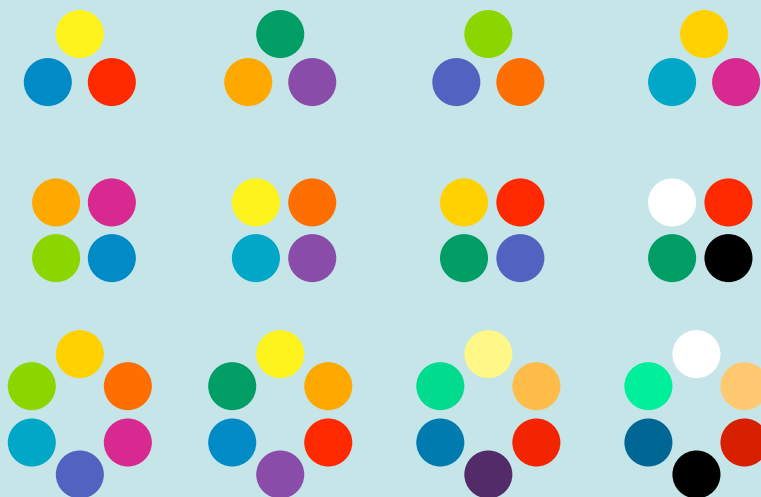


LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 32

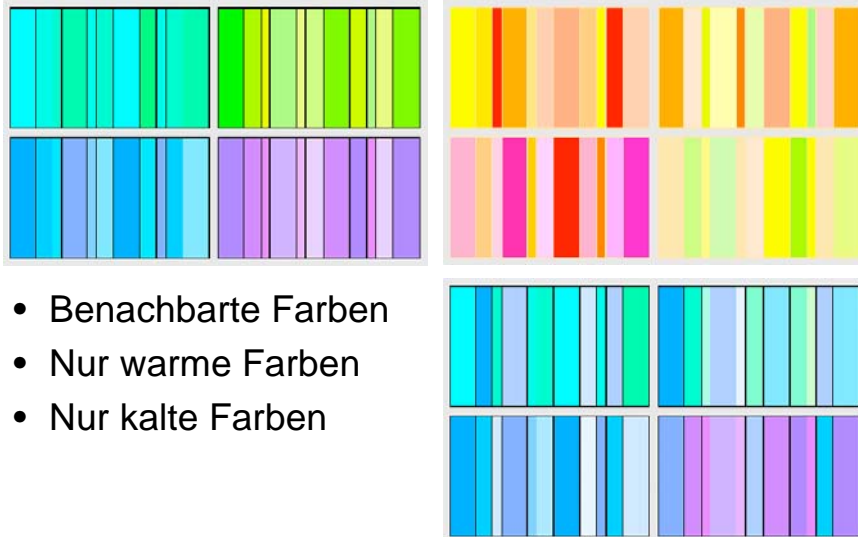
Farbtemperatur

- Physik
 - Temperatur eines Schwarzen Strahlers
 - Angabe in Kelvin
 - Glut des Strahlers fängt bei Rot an, und geht mit steigender Temperatur ins Blaue über
- Kunst
 - Farbwirkung als Basis
 - Angabe als qualitative Beschreibung „warm“ oder „kalt“
 - Rot, orange wirken warm, blau wirkt kalt
- rot=warm, blau=kalt

Harmonische Farbakkorde (in Ittens Farbkreis konstruiert)



Andere harmonische Farbkombinationen



- Benachbarte Farben
- Nur warme Farben
- Nur kalte Farben

Bildquelle: <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/farb-harm2.html>

LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 35

Andere harmonische Farbkombinationen



- Bunte/unbunte Farben
- Aufgehellte/Volltöne
- Entsättigte/Volltöne

Bildquelle: <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/farb-harm2.html>

LMU München – Medieninformatik – Butz/Boring – Smart Graphics – SS2007 – Farbe – Folie 36

Die sieben Farbkontraste (1)

Farbe-an-sich-Kontrast

Hell-Dunkel-Kontrast

Kalt-Warm-Kontrast

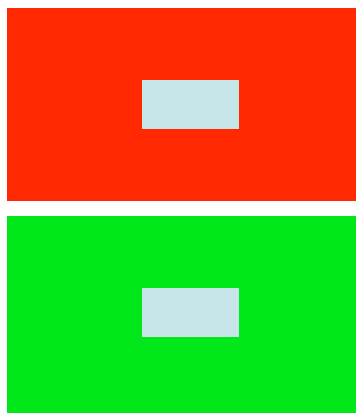


Komplementärkontrast

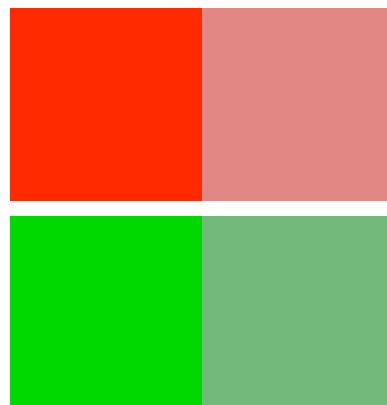
Komplementärkontrast

Die sieben Farbkontraste (2)

Simultankontrast



Qualitätskontrast



Farbwirkung Weiß

- Schnee
- Reinheit
- Unschuld
- Friede
- Leichtigkeit
- Sauberkeit
- Kälte
- Krankenhaus
- Verletzlichkeit
- Leichenblässe
- Kapitulation
- Sterilität

Farbwirkung Schwarz

- Nacht
- Kohle
- Energie
- Stabilität
- Förmlichkeit
- Solidität
- Angst
- Leere
- Tod
- Verschwiegenheit
- Anonymität
- Böses

Farbwirkung Grau

- Intelligenz
- Reife
- Wohlstand
- Würde
- Hingabe
- Zurückhaltung
- Verwirrung
- Verfall
- Beton
- Schatten
- Depression
- Langeweile

Farbwirkung Rot

- Sieg
- Leidenschaft
- Liebe
- Stärke
- Energie
- Sexualität
- Blut
- Krieg
- Feuer
- Gefahr
- Wut
- Teufel

Farbwirkung Grün

- Vegetation
- Natur
- Frühling
- Fruchtbarkeit
- Hoffnung
- Sicherheit
- Normalität
- Verfall
- Unerfahrenheit
- Neid
- Geiz
- Drückeberger
- Pech

Farbwirkung Gelb

- Sonne
- Sommer
- Frische
- Heiterkeit
- Gold
- Ernte
- Innovation
- Feigheit
- Verrat
- Eifersucht
- Gefahr
- Krankheit
- Torheit

Farbwirkung Blau

- Himmel
- Meer
- Ruhe
- Vertrauen
- Spiritualität
- Stabilität
- Friede
- Einheit
- Kälte
- Nachlässigkeit
- Traumtänzeri
- Melancholie
- Mysterium
- Konservativ

Farbwirkungen aus der Natur

- Beispiel: Schwarz-gelb: Vorsicht, Warnung, Vorbild: Wespe = Gefahr



Überlegungen bei der Wahl eines Farbschemas

- Wie viele Farben brauche ich?
- Welche Grundstimmung möchte ich?
- Welche Kontraste möchte ich?
- Welche Harmonien möchte ich?
- Welche Farben haben eine vorgelegte Bedeutung oder Symbolik?
- Entscheidung "aus dem Bauch"

7 „Goldene Regeln“ für Farbe

- Helligkeitskontrast mindestens 1:3
 - Farbkontrast alleine genügt nicht
- Vermeide farbigen Text auf farbigem Hintergrund
- Get it right in Black and White
- Starke Farben mit extremer Vorsicht verwenden
- Angenehme Helligkeit der Umgebung schaffen
 - Sowohl Bildschirmumgebung als auch Bildrand
- Raumbelichtung möglichst neutral halten
- Minimiere die gesamte Anzahl der Farben
 - Weniger ist mehr

Literatur

- Johannes Itten: „Kunst der Farbe“, ISBN: 3332014706
- studio 7.5: „Farbe digital“, ISBN 3499612518
- Richard Jackson et al.: “Computer Generated Colour: A Practical Guide to Presentation and Display”, ISBN 0471933783
- <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/>