

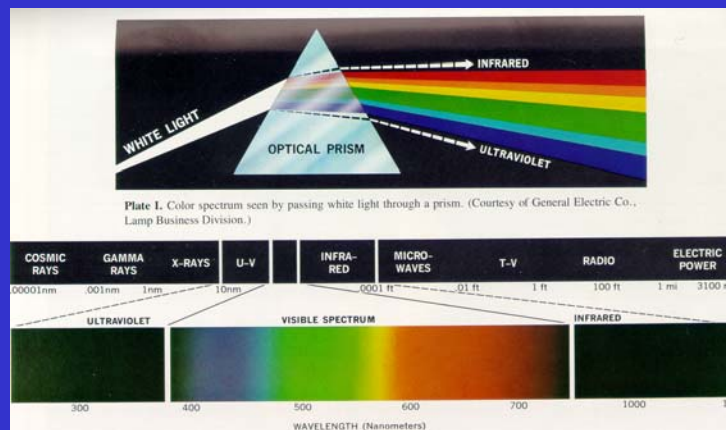
Farben

Grundlagen und Farbräume

Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

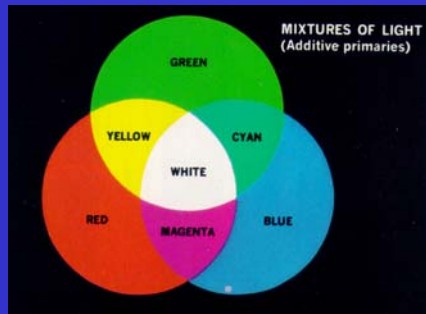
Spektrale Zerlegung der sichtbaren Lichtes



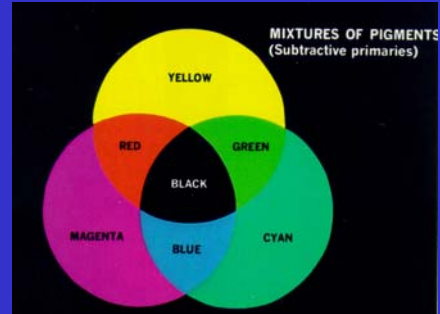
Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

Additive und subtraktive Farbmischung



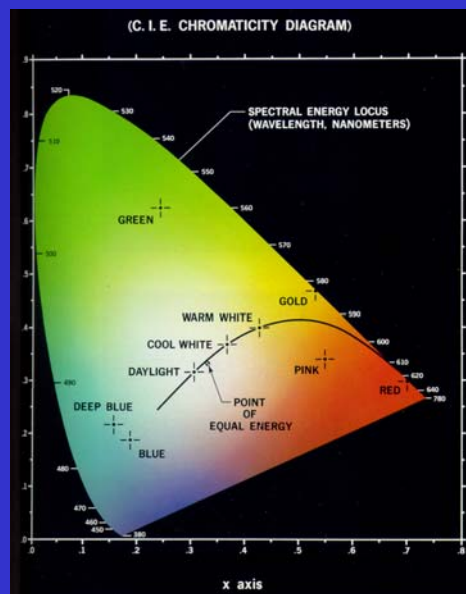
Additives Modell, Grundfarben:
Rot, Grün, Blau



Subtraktives Modell, Grundfarben:
Cyan, Magenta, Gelb

Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder



Chromatizitätsdiagramm

Definiert durch Commission
Internationale de Eclairage (CIE)

$$X=r/(r+g+b)$$

$$Y=g/(r+g+b)$$

$$Z=b/(r+g+b)$$

$$X+Y+Z=1$$

Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

RGB-Modell

- Farbe wird durch drei Komponenten, die jeweils die Stärke der Grundfarben, Rot, Grün, Blau (RGB) angeben, definiert
- Pixel im Farbbild ist ein Vektor

$$f(x_i, y_j) = \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix}$$

Werte der Komponenten im Intervall [0,1], wissenschaftliche Notation
0 ... keine Farbe
1 ... maximale Intensität

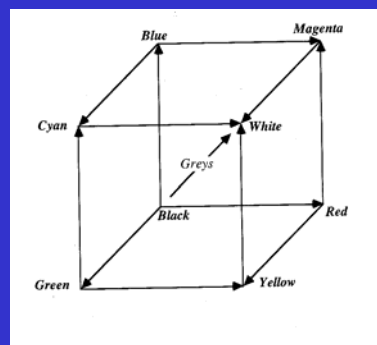
Farbwürfel (Farbraum)

Darstellung des RGB Farbmodell als Würfel.

Die Achsen werden von den Grundfarben gebildet.

Alle darstellbaren Farben innerhalb des Würfels

Ursprung (0,0,0) ... Schwarz
Gegenüberliegende Ecke (1,1,1) Weiß
Raumdiagonale ... Grauwerte



RGB-Formate 1

- 24-Bit, true color format
 - pro Farbkanal 8-Bit, Werte von 0-255 => $256^3=16.777.216$ Farben

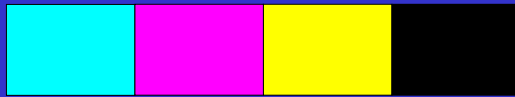


- 16-Bit, high definition color
 - 5 Bit pro Farbkanal, sg. 555-Format => 32768 Farben
 - 6 Bit im grünen Kanal, 565 Format, physiologische Wahrnehmung löst grünen Bereich besser auf

RGB-Formate 2

- Farben im WEB-Design
 - Hexadezimale Darstellung
0x**FFFFFF**
 - Frühere Farbdisplays konnten nur wenige Farben darstellen, daher wurde er Wertebereich für Browserapplikationen auf 6 Werte/Kanal (0x00, 0x33, 0x66, 0x99, 0xCC, 0xFF) eingeschränkt der resultierende Netscape-Colorcube hatte 216 Farben
- 32 Bit-Format
 - 32 Bit werden schneller verarbeitet als 24 Bit
 - 4. Byte
 - Ungenutzt
 - α -Channel, definiert Durchsichtigkeit

RGB-CMYK



- RGB additive Farbmischung (Bildschirm, 3 Channel Beamer)
- CMYK (cyan, magenta, yellow, black) subtraktive Farbmischung (Drucker)

$$c=1-r \quad m=1-g \quad y=1-b$$

YUV-Modell

- Farbmodell für Farbfernsehen (PAL-Standard-Europa, auch NTSC (vorher YIQ), USA)
- Ein Kanal überträgt das Luminanz-Signal Y (Helligkeit=SW-Signal, Kompatibilität zu älteren SW-Geräten)
- Chrominanz-Signal UV enthält Farbe
 - U =Blau-Luminanz
 - V =Rot-Luminanz
- RGB-Signal läßt sich aus YUV rekonstruieren
- SW-Geräte ignorieren UV-Komponente

Technische Implementierung

- Composite Video
 - Alle Signale (+Steuersignale) auf einer Leitung
 - Demodulation der einzelnen Signale
 - Gelber RCA-Jack, Ton (weiß,rot)
 - TV, VHS
- S-Video
 - Luminanz und Chrominanz auf eigenen Leitungen
 - 4 Pin mini-DIN Stecker mit gepaarten Ground-Level
- Analog Component Video
 - RGB Signal auf getrennten Coaxial-Kabeln
 - Sync-Signale extra oder auf grün



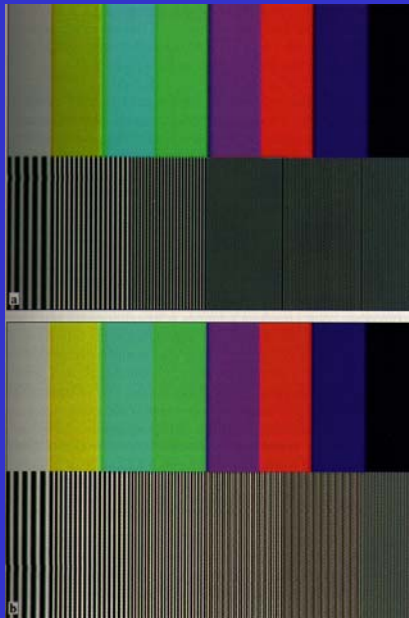
Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

Testmuster Video

Composit Video

S-Video



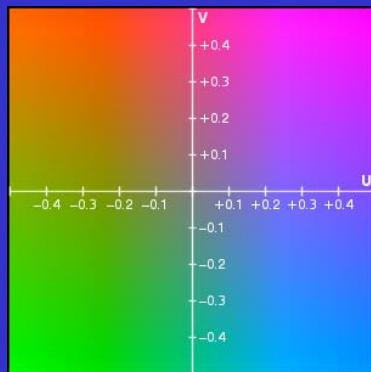
Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

YUV

- Y=Luminanz
- U,V=Chrominanz (Chroma)

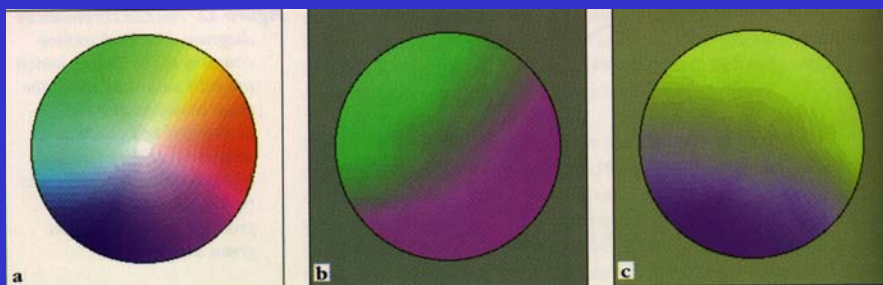
V=Rot-Luminanz



U,V-Ebene
mit Y=0.5

U=Blau-Luminanz

Farbpaletten



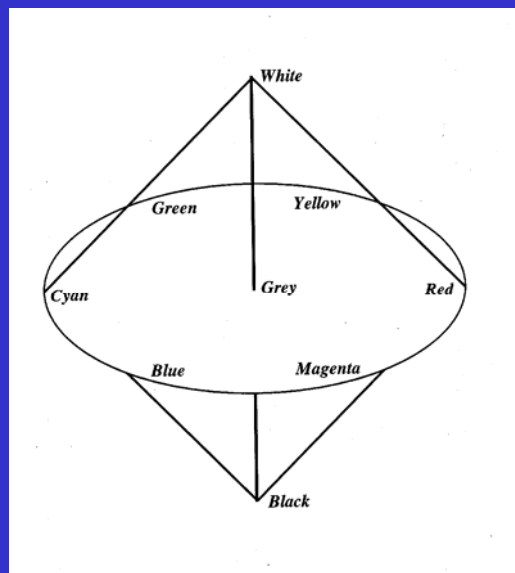
RGB → YUV

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & 0.515 & 0.100 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$U = 0.492 \cdot (B - Y)$$

$$V = 0.877 \cdot (R - Y)$$

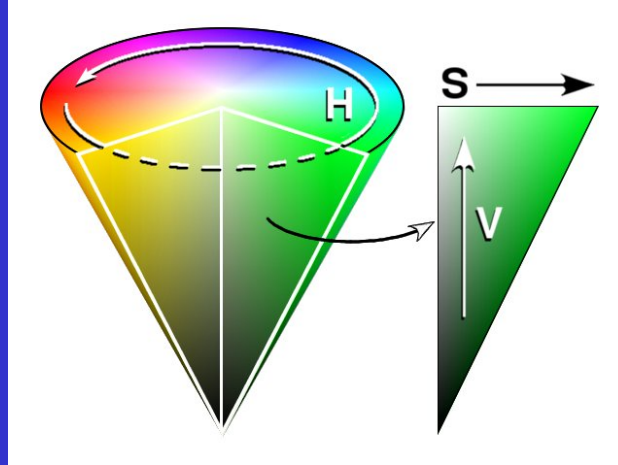
$$Y \in [0, 1] \quad U \in [-0.436, 0.436] \quad V \in [-0.615, 0.615]$$



Farbräume: HSV

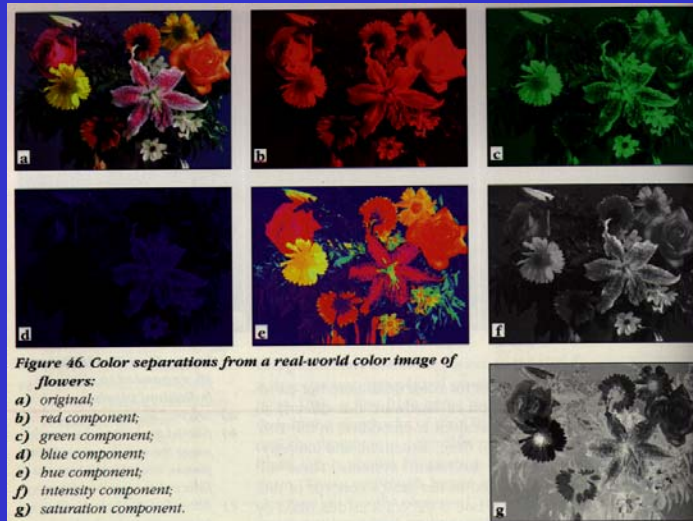
Hue
Saturation
Value

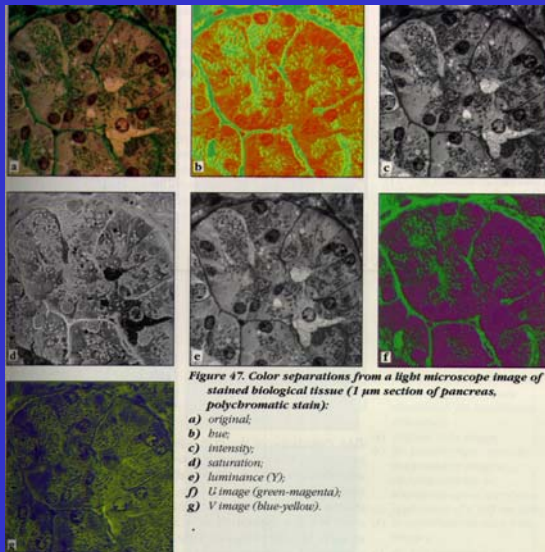
Farbräume: HSV



Hue=Farbwert, Saturation=Sättigung, Value=Intensität

Farbkomponenten: rgb-HSV





Farb-Komponenten-
darstellung

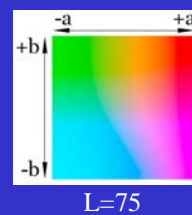
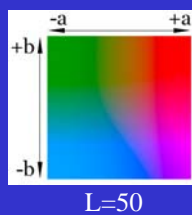
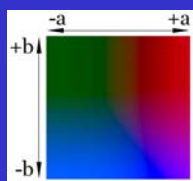
HSV-YUV

Digitale Signal & Bildverarbeitung

Werner Backfrieder

Lab color space

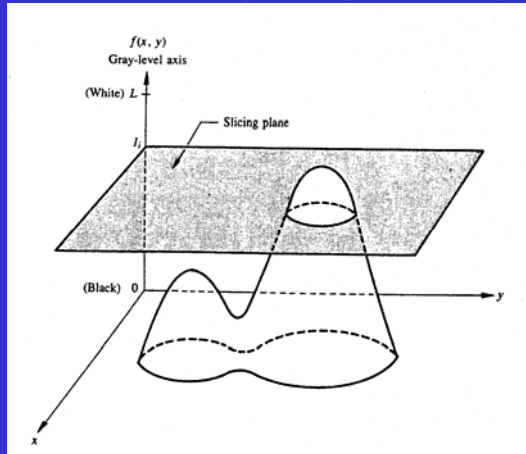
- CIE $L^*a^*b^*$
 - bester Farbraum um alle wahrnehmbaren Farben darzustellen
 - L : Luminanz Werte zwischen 0 und 100
 - L=0 ... schwarz, L=100 ... weiß
 - a: Grün (-) und Magenta (+)
 - b: Blau (-) und Gelb (+)



Digitale Signal & Bildverarbeitung

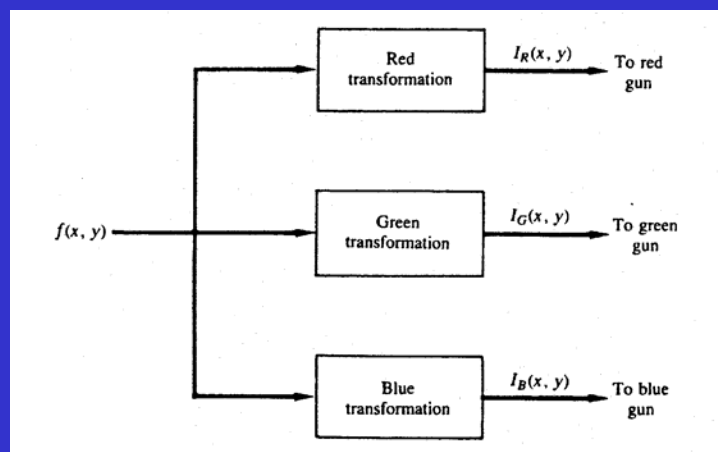
Werner Backfrieder

Farbtransformationen



Density
slicing

Farbverarbeitung auf getrennten Kanälen



Link

http://www.all-science-fair-projects.com/science_fair_projects_encyclopedia/Color_space