

# U9: FARBCODIERUNG

## FARBCODIERUNG NACH VERSCHIEDENEN FARBMODELLEN

Für die Darstellung von Farben gibt es unterschiedliche Farbmodelle: einfache Modelle für additive (RGB) und subtraktive Mischung (CMYK) von drei Grundfarben sind je nach Gerät geläufig. Das Lab-Farbmodell ist gerätunabhängig.

### RGB

Der RGB-Farbraum (Rot Grün Blau) basiert auf ein additives Farbmodell, welches sich aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau zusammen setzt und hat eine **Farbtiefe von 24 Bit**. Die addierten Grundfarben ergeben Weiß. Das Modell wird zur Darstellung von Farben auf Bildschirmen, Videoprojektionen u.ä. verwendet, daher nennt man diese Farben auch „**Lichtfarben**“.

- Für jede der drei Grundfarben wird eine Zahl zwischen 0 und 255 angegeben (256 Werte pro Byte (8 Bit), da  $2^8 = 256$  unterschiedliche Zustände dargestellt werden können)
- Die **drei Farbkänäle** können zusammen also  $256^3 = 16.777.216$  (**16.78 Mio.**) verschiedene Werte erzeugen. (3 Byte =  $2^{24} = 16.78$  Mio.)
- Farbprofile: zu jeder Angabe von RGB-Farbwerten gehört die verwendete RGB-Spezifikation **sRGB, Adobe RGB, ECI-RGB**
  - RGB-Farbprofile sind unvollständig
  - Es lassen sich nicht alle, sondern nur die von einem gängigen Monitor anzeigbaren Farben erzeugen
- Sind alle Werte auf 0, so ergibt sich die Farbe Schwarz
- Sind alle Werte auf 255, so ergibt sich die Farbe Weiß

### CMYK

Der CMYK-Farbraum (Cyan, Magenta, Yellow, Key) basiert auf der autotypischen Mischung der 4 Druckfarben, also auf ein subtraktives Farbmodell, und wird in der Drucktechnik verwendet. CMYK hat eine Farbtiefe von 32 Bit.

- Jede Druckfarbe wird in prozentualen Rastertonwerten zwischen 0% und 100% angegeben. (jeder Farbkanal hat 256 Werte pro Byte (8 Bit), diese werden jedoch in Prozent umgerechnet 0 = 0% und 255 = 100%)
- Die **vier Farbkänäle** können zusammen also  $256^4 = 4.294.967.296$  (**4.3 Mrd.**) verschiedene Werte erzeugen. (4 Byte =  $2^{32} = 4.3$  Mrd.)
- CMYK-Farbwerte kennzeichnen nicht nur Farben, sondern auch den Farbaufbau (Unbuntaufbau, Buntaufbau)
- Wenn CMYK-Farbzeichnungen genau sein müssen, gehören immer die Angaben zur Prozessnorm und dem Papiertyp dazu
  - Das CMYK-System ist nicht vollständig
  - Es ist auf die Farben beschränkt, die sich durch die autotypische Mischung aus Cyan, Magenta, Yellow und der Druckfarbe Schwarz erzeugen lassen
- Sind alle Werte auf 100 %, so ergibt sich die Farbe Schwarz
- Sind alle Werte auf 0%, so ergibt sich die Farbe Weiß

## CIE LAB

Der Lab Farbraum beschreibt **alle wahrnehmbaren Farben**. Zu den wichtigsten Eigenschaften des Lab-Farbmodells zählen die Geräteunabhängigkeit und die Wahrnehmungsbezogenheit:

- Empfindungsmäßig nahezu gleichabständig (gleiche Unterschiede zwischen CIELab-Farbwerten stehen also für etwa gleich stark empfundene Farbunterschiede)
- LAB ist ein **geräteunabhängiger Farbraum** und wird oftmals als „Profile-connection-Space“ genutzt, d.h. zur Konversion einer Farbe in einem Farbraum (RGB, CMYK) in die gleiche Farbe eines anderen Farbraums
- Der Name LAB setzt sich so zusammen
  - **L** = Helligkeitswert
  - **a** = Achse zwischen Rot und Grün
  - **b** = Achse zwischen Gelb und Blau
- Buntton und Buntheit einer Farbe lassen sich an den Farbwerten a und b erkennen. (Der Unbuntpunkt und Ursprung des Koordinatensystems) hat die Farbwerte  $a = 0$  und  $b = 0$
- Buntton gleiche Farben liegen auf einem Strahl, der vom Unbuntpunkt ausgeht, je weiter die Farbe vom Unbuntpunkt desto höher die Buntheit)

## UMRECHNUNGEN

### RGB » CMYK

Zahlen für Rot, Grün und Blau sind die Ausgangswerte zur Berechnung der jeweils **komplementären Druckfarben**:

**Rot » Cyan**  
**Grün » Magenta**  
**Blau » Yellow**

bei der Umrechnung der Farbwerte werden hohe Werte zu niedrigen und niedrige werden zu hohen Werten, da von der gesamten (100%) komplementären Druckfarbe subtrahiert wird.

Die Farbwerte für Cyan, Magenta und Yellow werden nicht auf einer Skala von 0 bis 255, sondern als prozentuale Flächendeckungsgrade angegeben. Die RGB Werte in Prozentsätze umzuwandeln ist erforderlich. Desweiteren ist es erforderlich **Key** zu ermitteln.

### Beispiel: R 235 G 35 B 28

R': 235 : 256 = **0,92**  
G': 35 : 256 = **0,14**  
B': 28 : 256 = **0,11**

Die Prozentsätze wurden anhand der Formeln

**R : 256 = R'**  
**G : 256 = G'**  
**B : 256 = B'**

für die jeweiligen Farben ermittelt. Die Ergebnisse zeigen den Farbwert nicht mehr auf einer Skala von 0 bis 255 (256 Werte), sondern als prozentuale Werte zwischen 0 (0%) und 1 (100%)

Um die C-, M- und Y-Werte zu ermitteln, muss zuerst der K Wert ermittelt werden. Um den Key Wert zu ermitteln subtrahiert man den höchsten Wert ( $\max(R',G',B')$ ) der drei ermittelten prozentuellen RGB Werte von 1 (100%).

**K = 1 -  $\max(R',G',B')$**

Key: (1 - 0,92) = **0.08**

Nachdem K ermittelt wurde, werden die restlichen Werte anhand der Formeln

**(1 - R' - K) : (1 - K) = C**

**(1 - G' - K) : (1 - K) = M**

**(1 - B' - K) : (1 - K) = Y**

Cyan: (1- 0,92 - 0,08) : (1 - 0,08) = 0 = **0 %**  
Magenta: (1- 0,14 - 0,08) : (1 - 0,08) = 0,85 = **85 %**  
Yellow: (1- 0,11 - 0,08) : (1 - 0,08) = 0,88 = **88 %**

Der RGB Wert **R 235 G 35 B 28** entspricht also dem CMYK Wert **C:0 M:85 Y:88 K:8**

## RGB » HSB/HSV & HSL

Bei HSB/HSV oder HSL handelt es sich um zwei unterschiedliche Farbräume, z.B. des RGB Farbmodells, bei denen die Farbe mit Hue (Buntton), Saturation (Sättigung) und dem Hellwert- oder Dunkelwert (Brightness/Value), beziehungsweise der relativen Helligkeit (Lightness) definiert wird.

**Es ist zu beachten:**

**Die Sättigungswerte (S) von HSB/HSV und HSL werden unterschiedlich berechnet!**

### Hue

Der Buntton (**H für Hue**) wird bei HSB/HSV- wie auch bei HSL durch einen Winkel im Bunttonkreis gekennzeichnet. Die Winkel ergeben sich aus **360° : 6 Farben**

0° (oder 360) für Rot

60° für Yellow

120° für Grün

180° für Cyan,

240° für Blau,

300° für Magenta

Um H zu berechnen müssen zuerst die R, G, und B Werte wieder in prozentuale Werte umgewandelt werden. Die Formel für H ist vom Maximum Wert Umwandlung abhängig.

**min(R',G',B')** = der niedrigste Wert aus den R', G' und B' Werten

**max(R',G',B')** = der höchste Wert aus den R', G' und B' Werten

$$H = (60 \times \frac{G' - B'}{\max - \min} + 0 \text{ (od. 360°)}) \quad | \quad \max(R',G',B') = R'$$

$$H = (60 \times \frac{B' - R'}{\max - \min} + 120) \quad | \quad \max(R',G',B') = G'$$

$$H = (60 \times \frac{R' - G'}{\max - \min} + 240) \quad | \quad \max(R',G',B') = B'$$

### Beispiel: R 235 G 35 B 28

$$R': \quad 235 : 256 = 0,92$$

$$G': \quad 35 : 256 = 0,14$$

$$B': \quad 28 : 256 = 0,11$$

$$H = (60 \times \frac{0,14' - 0,11}{0,92 - 0,11} + 0) = 2,4^\circ = \mathbf{2^\circ} \quad | \quad \text{es wird immer auf die volle Winkelzahl gerundet in diesem Fall von } 2,4^\circ \text{ auf } 2^\circ$$

## Saturation (Sättigung) (HSB/HSV)

Sättigung (**S für Saturation**) bezeichnet bei HSB/HSV die prozentuale Entsättigung einer Farbe und ergibt sich aus dem Verhältnis des prozentual niedrigsten zum höchsten RGB Wert.

Um S zu ermitteln werden wieder prozentuale RGB Werte benötigt. S ergibt sich wenn man das Minimum durch das Maximum dividiert und von 1 (100% Sättigung) subtrahiert:

**Beispiel: R 235 G 35 B 28**

$$R': \quad 235 : 256 = \mathbf{0,92}$$

$$G': \quad 35 : 256 = 0,14$$

$$B': \quad 28 : 256 = \mathbf{0,11}$$

$$S = (1 - \frac{\min}{\max})$$

$$S = (1 - \frac{0,11}{0,92}) = 0,88 = \mathbf{88\%}$$

## Brightness/Value (HSB/HSV)

Brightness oder Value (**B für Brightness, V für Value**) beschreibt die Helligkeit einer Farbe. B/V ergibt sich aus dem Maximum der prozentualen RGB Werte,  $\max(R',G',B')$ .

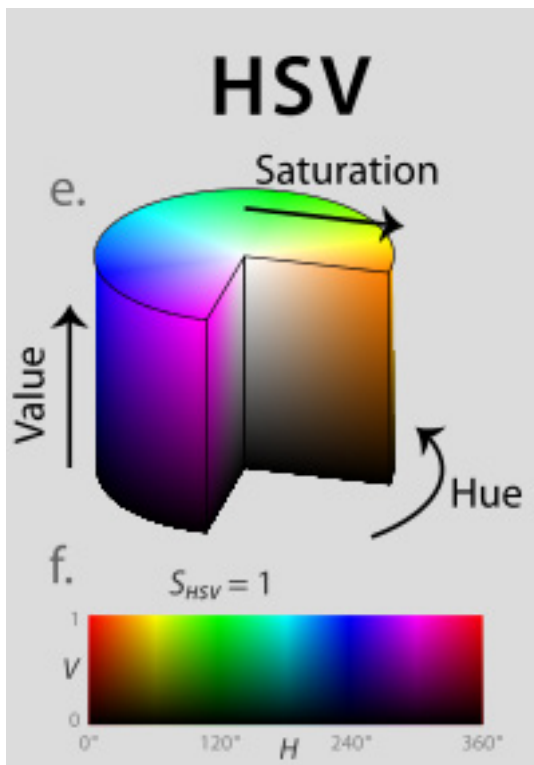
**Beispiel: R 235 G 35 B 28**

$$R': \quad 235 : 256 = \mathbf{0,92} = \mathbf{92\%}$$

$$G': \quad 35 : 256 = 0,14$$

$$B': \quad 28 : 256 = 0,11$$

Anhand der vorherigen Umrechnungen ergibt der RGB Wert **R 235 G 35 B 28** den HSB Wert **H 2 S 88 B 92**



## Lightness (HSL)

Lightness (**L für Lightness**) beschreibt die relative Helligkeit einer Farbe und ergibt sich aus dem Durchschnitt des Maximum und des Minimums der prozentualen RGB Werte,  $\max(R',G',B')$ .

$$L = \frac{\max + \min}{2}$$

**Beispiel: R 235 G 35 B 28**

$$R': \quad 235 : 256 = \mathbf{0,92}$$

$$G': \quad 35 : 256 = 0,14$$

$$B': \quad 28 : 256 = \mathbf{0,11}$$

$$L = \frac{0,92 + 0,11}{2} = \mathbf{0,52}$$

## Saturation (HSL)

Sättigung (**S für Sättigung**) bezeichnet auch bei HSL die prozentuale Entsättigung einer Farbe, wird jedoch anders, und **in Abhängigkeit von L**, errechnet.

S wird anhand prozentualer RGB Werte folgendermaßen berechnet:

$$S = \frac{\max - \min}{(1 - (2L - 1))}$$

**Beispiel: R 235 G 35 B 28**

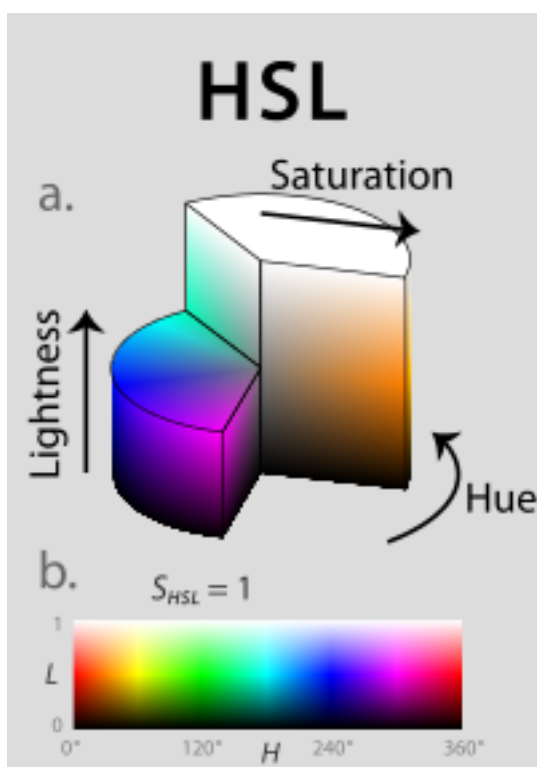
$$R': \quad 235 : 256 = \mathbf{0,92}$$

$$G': \quad 35 : 256 = 0,14$$

$$B': \quad 28 : 256 = \mathbf{0,11}$$

$$S = \frac{0,92 - 0,11}{(1 - (1,04 - 1))} = 0,84 = \mathbf{84\%} \quad | \quad L = 0,52, \text{ siehe vorherige Umrechnung}$$

Anhand der vorherigen Umrechnungen ergibt der RGB Wert **R 235 G 35 B 28** den HSL Wert **H 2 S 84 L 52**



## RGB » HEXADEZIMAL (HEX)

### Hexadezimal Codierung

Im Hexadezimalsystem werden Zahlen in einem Stellenwertsystem mit der **Basis 16** dargestellt.

- In der Datenverarbeitung wird das Hexadezimalsystem oft verwendet, da es sich hierbei um eine einfachere Verwaltung des Binärsystems handelt.
- Achtstellige Zahlenfolgen (8 Bit = 8 Ziffern) können **zweistellige Hexadezimalzahlen** dargestellt werden.
- Das Hexadezimalsystem verwendet 16 (0-F) Ziffern anstatt den gewohnten 10 (0-9)
  - $0_{(0)} \ 1_{(1)} \ 2_{(2)} \ 3_{(3)} \ 4_{(4)} \ 5_{(5)} \ 6_{(6)} \ 7_{(7)} \ 8_{(8)} \ 9_{(9)} \ A_{(10)} \ B_{(11)} \ C_{(12)} \ D_{(13)} \ E_{(14)} \ F_{(15)}$

Das Hexadezimalsystem wird bei der Definition von Webfarben (RGB) genutzt und wird mit einem # notiert. Hexcodes sind nach folgendem Schema aufgebaut: **#RRGGBB**

**Es werden drei mal jeweils zwei Ziffern pro Farbkanal aneinandergereiht.**

$2^8 = 256 = 16^2 = FF$  (hex) | Rot = #FF0000, Grün = #00FF00, Blau = #0000FF

### Umrechnung

Zur Umrechnung von RGB zu Hex-Werten werden die einzelnen Farbwerte für R, G und B mit Rest durch die Zahl 16 geteilt. Das Ergebnis der Division und der jeweilige Rest werden entsprechend der hexadezimalen Ziffern umgewandelt. Danach werden die Werte aneinandergereiht

#### Beispiel: R 235 G 35 B 28

$$\begin{array}{l} R = 235 : 16 = 14 \quad | \quad \mathbf{E} \quad E_{\text{hex}} = 14 \\ \quad \text{Rest} = 11 \quad | \quad \mathbf{B} \quad B_{\text{hex}} = 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} G = 35 : 16 = 2 \quad | \quad \mathbf{2} \quad 2_{\text{hex}} = 2 \\ \quad \text{Rest} = 3 \quad | \quad \mathbf{3} \quad 3_{\text{hex}} = 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} B = 28 : 16 = 1 \quad | \quad \mathbf{1} \quad 1_{\text{hex}} = 1 \\ \quad \text{Rest} = 12 \quad | \quad \mathbf{C} \quad 3_{\text{hex}} = 3 \end{array}$$

$$= \mathbf{\#EB231C} \quad | \quad \mathbf{R\ 235\ G\ 35\ B\ 28 = \#EB231C}$$

## HEX » RGB

### Umrechnung

Zur Umrechnung von Hex- zu RGB-Werten werden die einzelnen Ziffern mit ihrer jeweiligen Potenz von 16 multipliziert.

#### Beispiel: #EB231C

$$R = (E_{\text{hex}} * 16^1) + (B_{\text{hex}} * 16^0) = \mathbf{235}$$

$$G = (2_{\text{hex}} * 16^1) + (3_{\text{hex}} * 16^0) = \mathbf{35}$$

$$B = (3_{\text{hex}} * 16^1) + (1_{\text{hex}} * 16^0) = \mathbf{28} \quad | \quad \mathbf{R\ 235\ G\ 35\ B\ 28 = \#EB231C}$$