

Computergrafik SS 2014

Oliver Vornberger

Vorlesung vom 12.05.2014
Kapitel 8:

Farbe

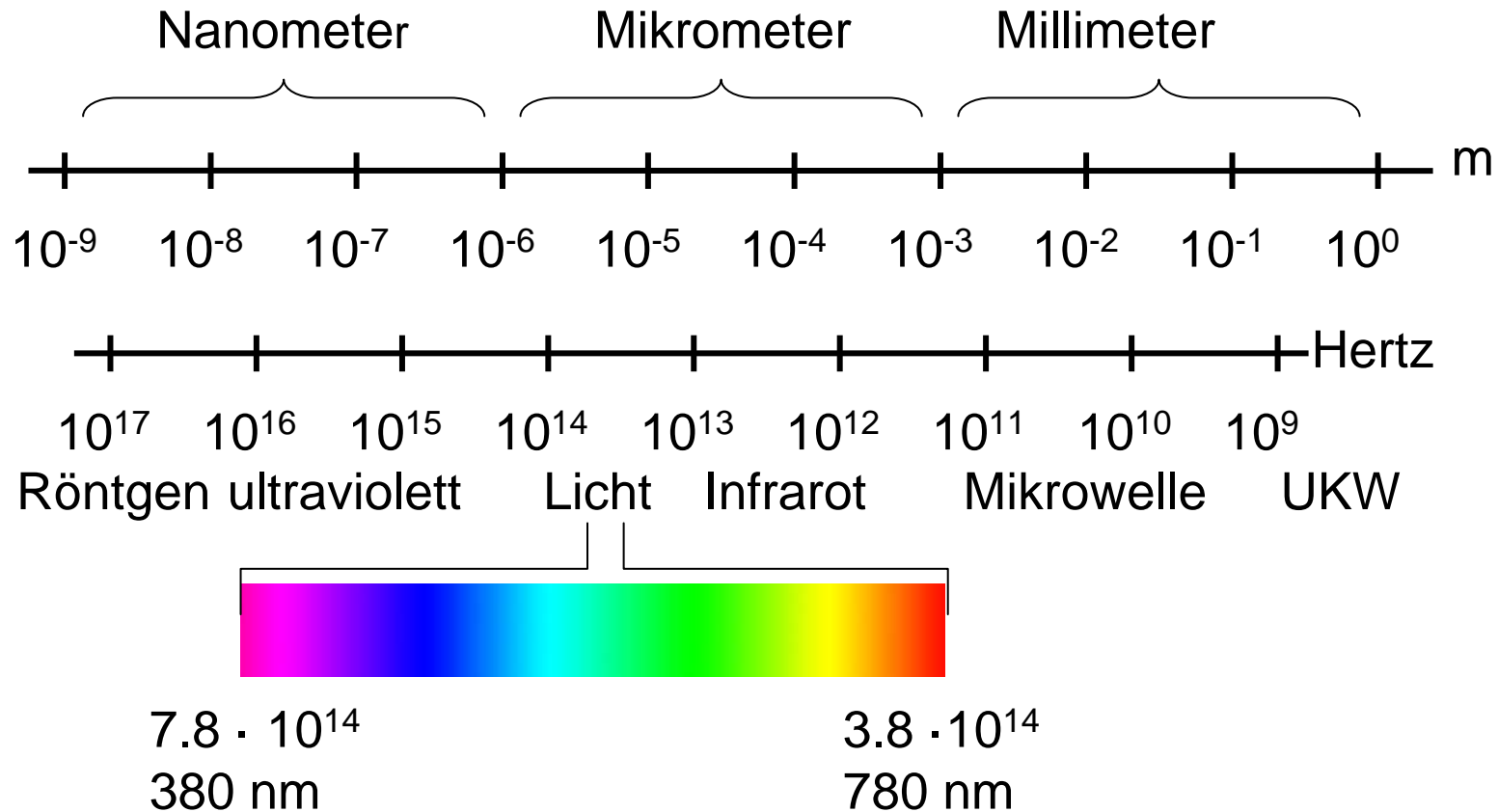
Farbenlehre

Zunächst am Licht entsteht uns eine Farbe, die wir Gelb nennen, eine andere zunächst an der Finsternis, die wir mit dem Worte Blau bezeichnen. Diese beiden, wenn wir sie in ihrem reinsten Zustand dergestalt vermischen, dass sie sich völlig das Gleichgewicht halten, bringen eine dritte hervor, welche wir Grün heißen.

<http://www.farben-welten.de>

[~cg/2014/farben/beispiele-falscher-dreifarben-theorien.html](http://www.farben-welten.de/~cg/2014/farben/beispiele-falscher-dreifarben-theorien.html)

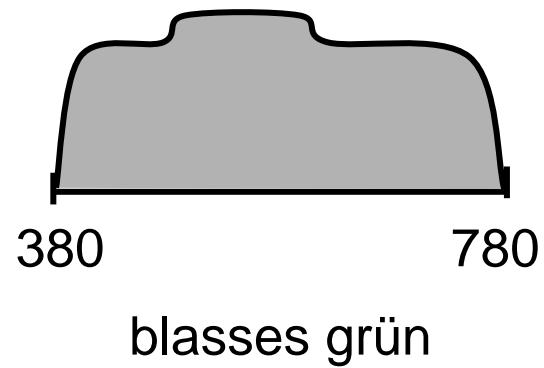
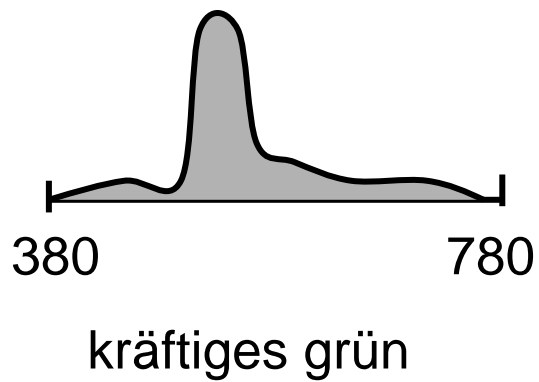
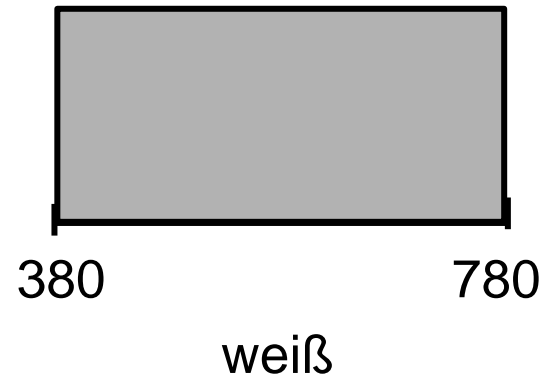
elektromagnetische Schwingungen



Licht

- Wellenlänge · Frequenz =
Lichtgeschwindigkeit ≈ 300.000 km/sec
- Spektralfarben haben genau eine Frequenz
- natürliches Licht enthält
Mix von Frequenzen
- Verteilung von Frequenzen
heißt Spektrum

Spektrum



Charakterisierung

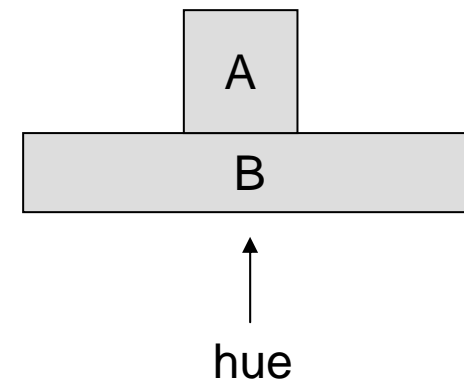
Hue = Farbton dominante
Wellenlänge

Luminance = Helligkeit $A + B$

Saturation = Sättigung $A / (A + B)$

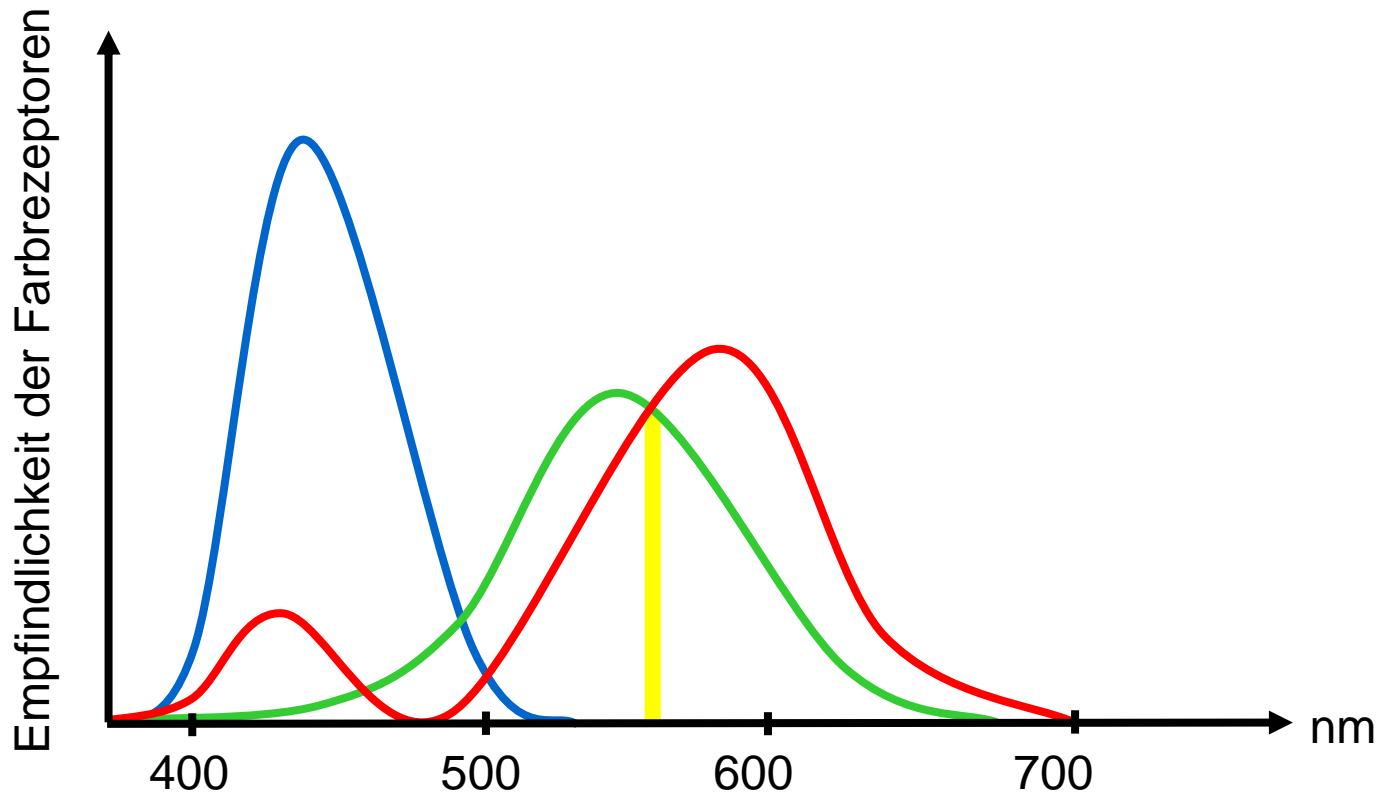
Mensch:

- 100 Farbtöne
- 50 Helligkeitsstufen
- 20 Sättigungsgrade



Menschliches Sehen

	Typ	Anzahl	Schwelle
S/W:	Stäbchen	125.000.000	1 Photon
Farbe:	Zäpfchen	5.000.000	100 Photonen

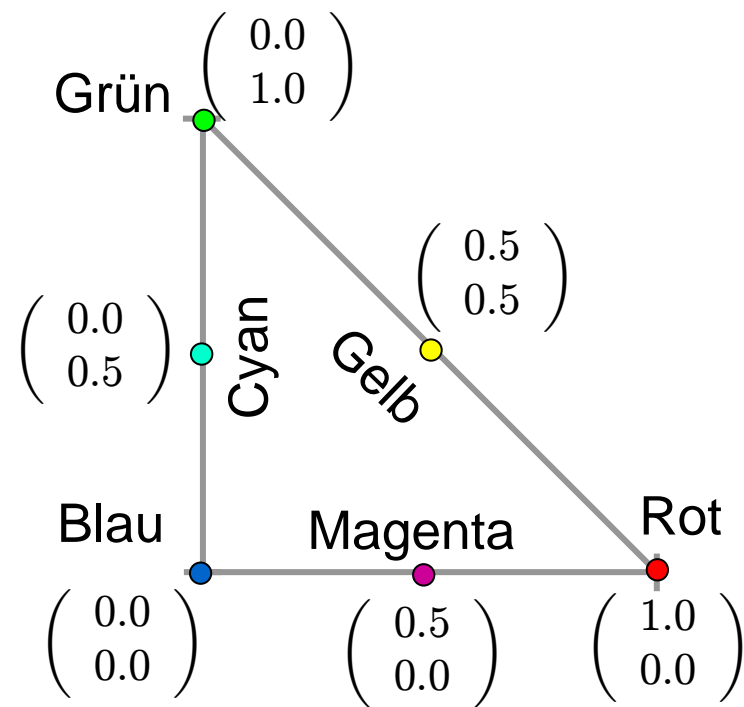


2D-Farbgrafik

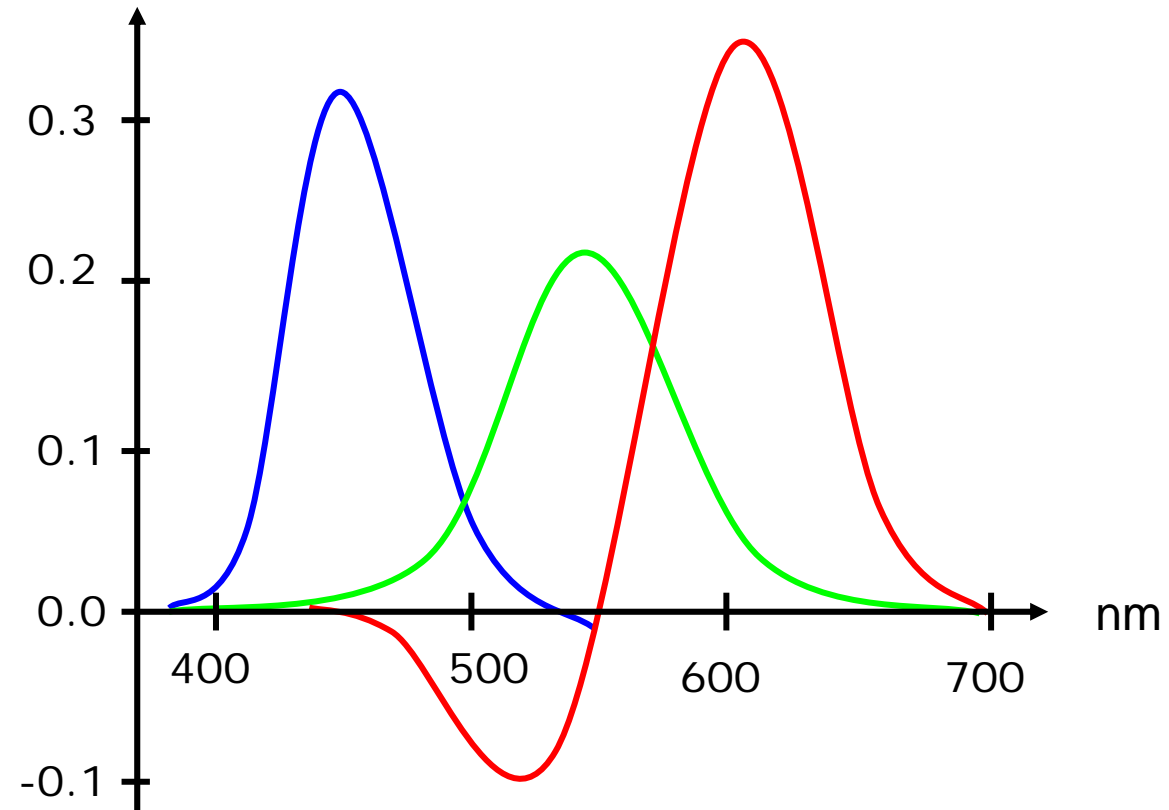
Wähle drei Grundfarben R_{ot} , $G_{\text{rün}}$, B_{lau}

normiere Mischungsverhältnis auf $1 = R + G + B$

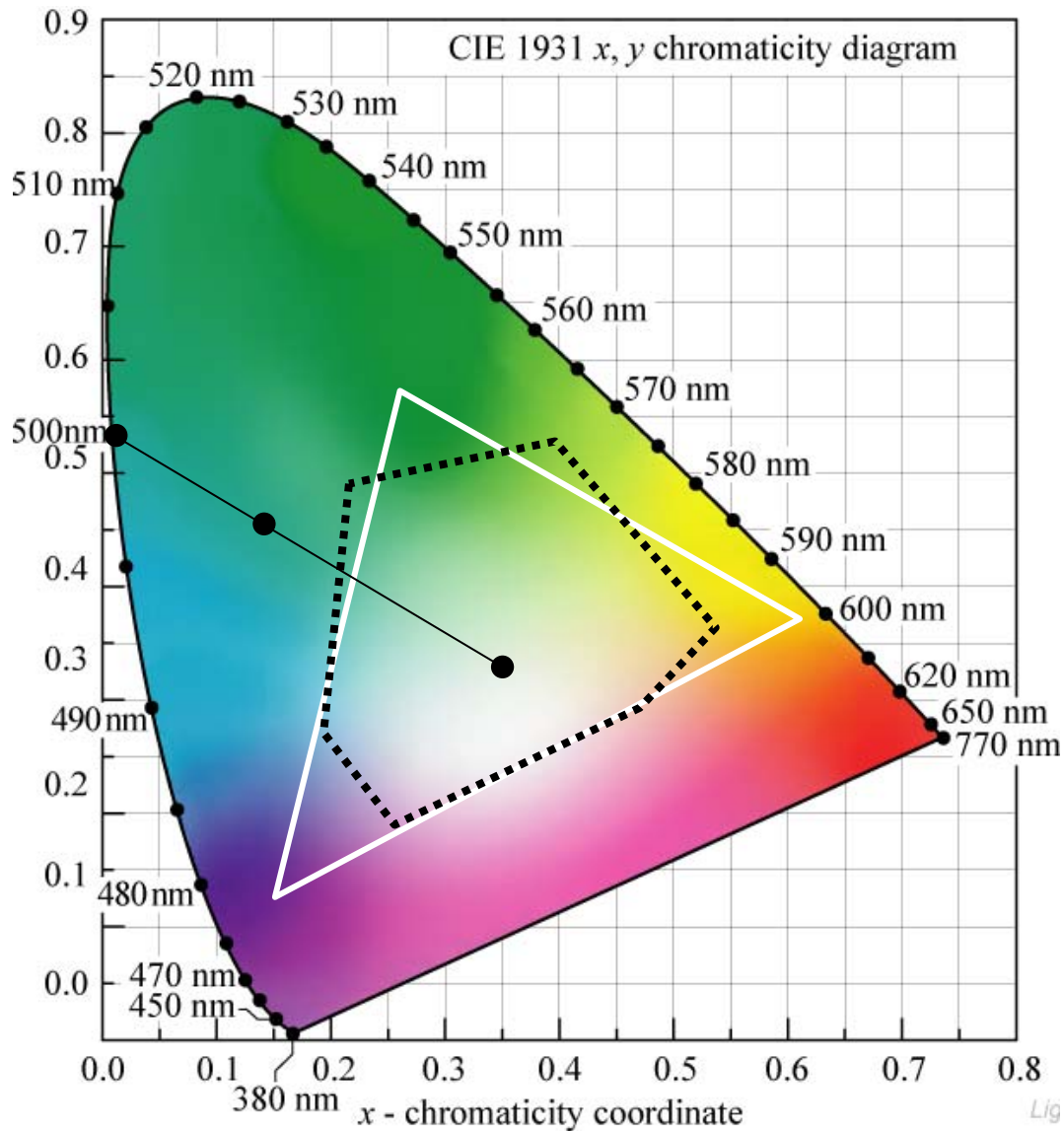
Notiere Farbe bei $P = (R, G)$



Tristimulus



CIE-Farbdigramm



Commission
Internationale
L'Éclairage,
1913

Montior-Gamut

R = (0.628, 0.346)

G = (0.268, 0.588)

B = (0.150, 0.070)

Printer-Gamut

Farbkodierung

wähle 3 Grundfarben

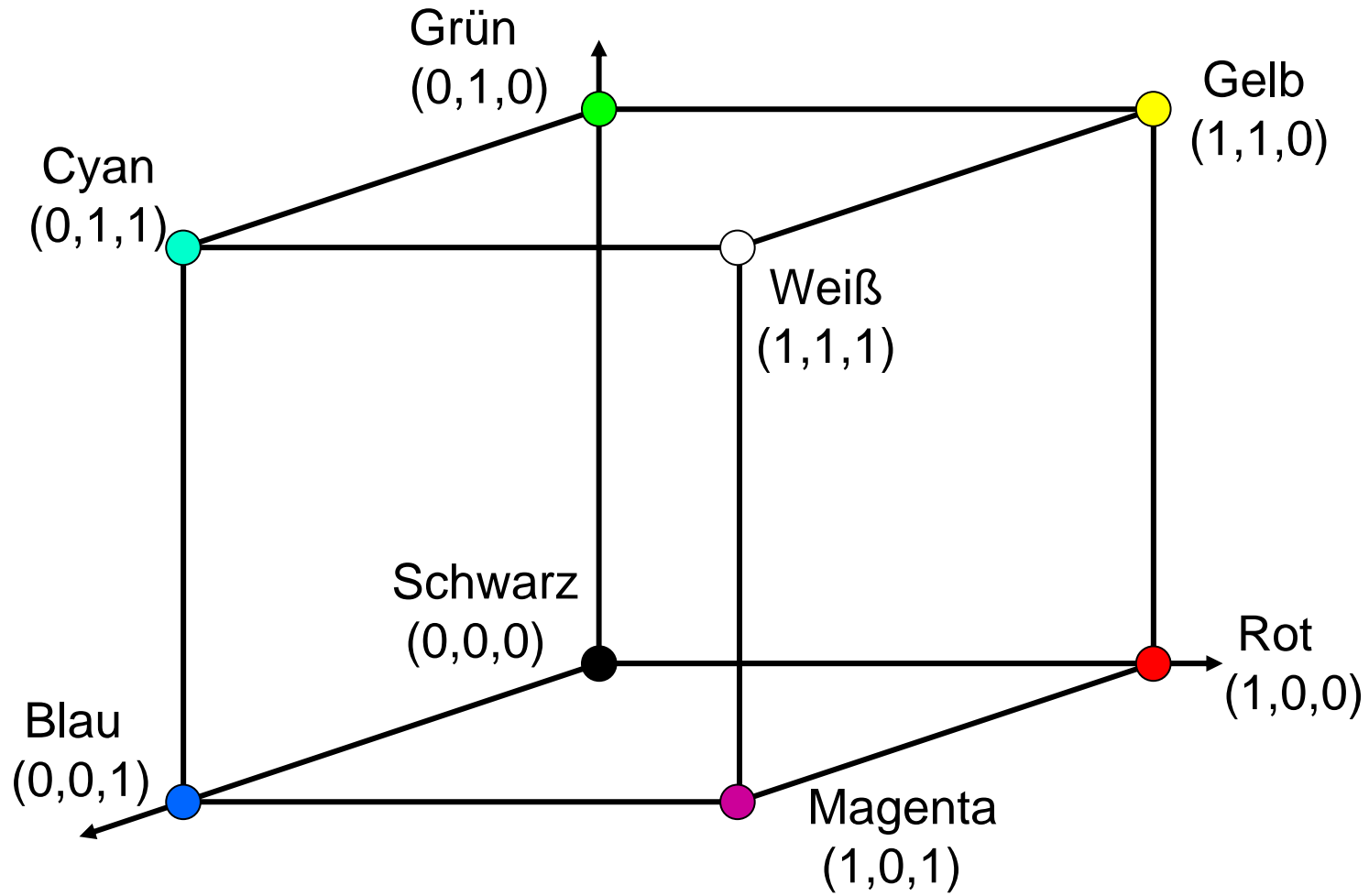
$[0..1] \rightarrow [0..255]$

Zahl der Farben = $256 \cdot 256 \cdot 256$
= 16777216


RGB-Modell


- Grundfarben rot grün blau
 (1,0,0) (0,1,0) (0,0,1)
- (x,y,z) mische x Anteile Rot
 y Anteile Grün
 z Anteile Blau
- additiv
- geeignet für Monitor


RGB-Modell





Mischen im RGB-Modell


 $(1,0,0)$ Rot


 $(0,1,0)$ Grün


 $(1,1,0)$ Gelb


 $(0,1,0)$ Grün

 $(0,0,1)$ Blau

 $(0,1,1)$ Cyan

 $(1,0,0)$ Rot

 $(0,0,1)$ Blau

 $(1,0,1)$ Magenta

CMY-Modell

Auge empfängt vom Farbdruck die Lichtanteile, die reflektiert werden:

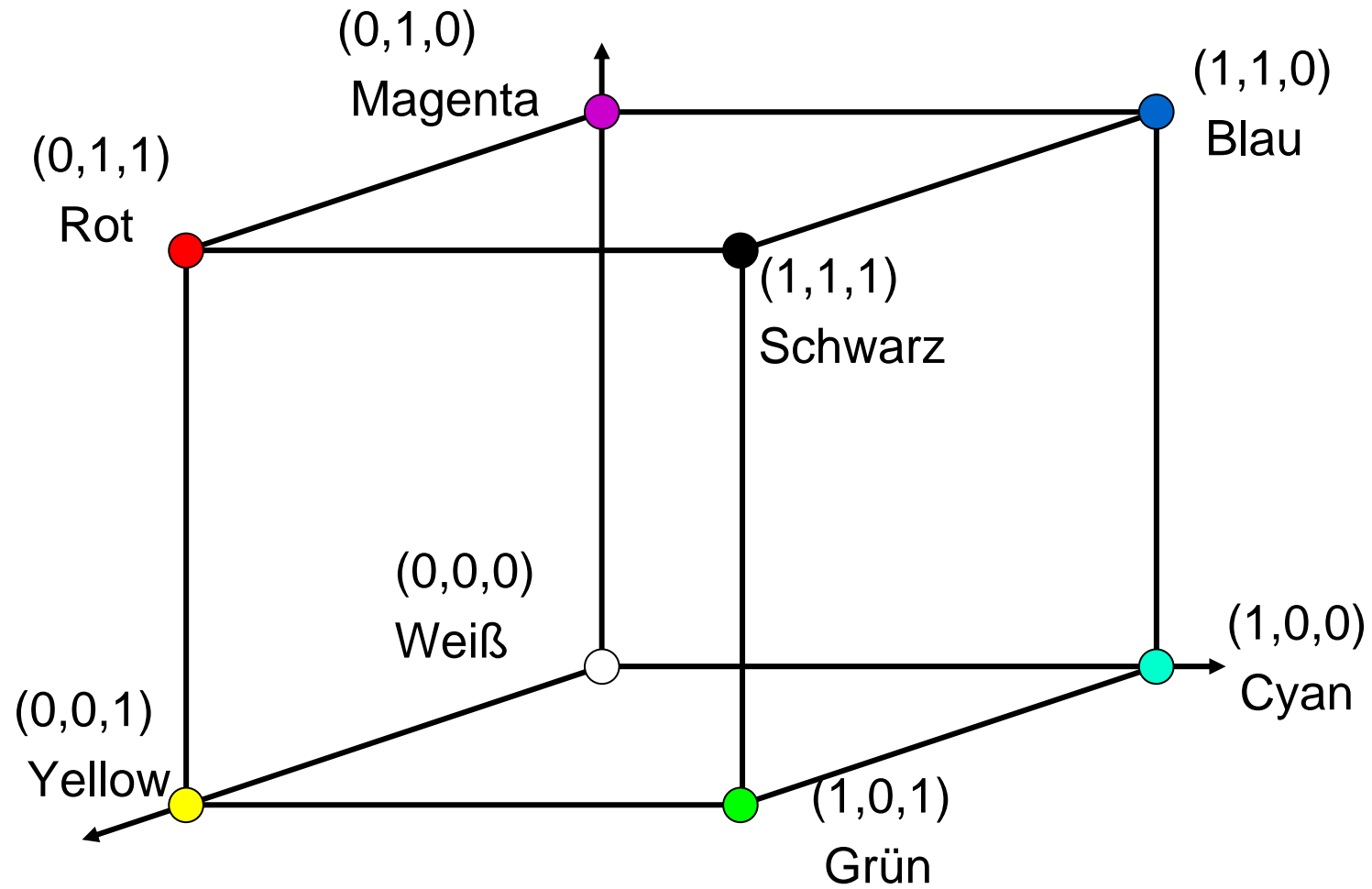
(x,y,z) absorbiert x Anteile Rot
 y Anteile Grün
 z Anteile Blau

subtraktiv


geeignet für Drucker


Grundfarben Cyan, Magenta, Yellow


CMY-Modell





Mischen im CMY-Modell


 $(0, 1, 0)$ Magenta

 $(0, 0, 1)$ Gelb


 $(0, 1, 1)$ Rot

 $(1, 0, 0)$ Cyan

 $(0, 0, 1)$ Gelb

 $(1, 0, 1)$ Grün

 $(1, 0, 0)$ Cyan

 $(0, 1, 0)$ Magenta

 $(1, 1, 0)$ Blau

RGB \leftrightarrow CMY

$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix}$$

CMYK-Modell

verwende zusätzlich schwarze Farbe

Näherung:

$$K := \min(C, M, Y)$$

$$C' := C - K$$

$$M' := M - K$$

$$Y' := Y - K$$

YUV-Modell

Motivation: S/W-Fernsehen → Farbfernsehen

kodiere Luminanz Y und Farbdifferenzen U,V

$$Y := 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$$

$$U := 0.493 \cdot (B - Y)$$

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

$$R := 1.140 \cdot V + Y$$

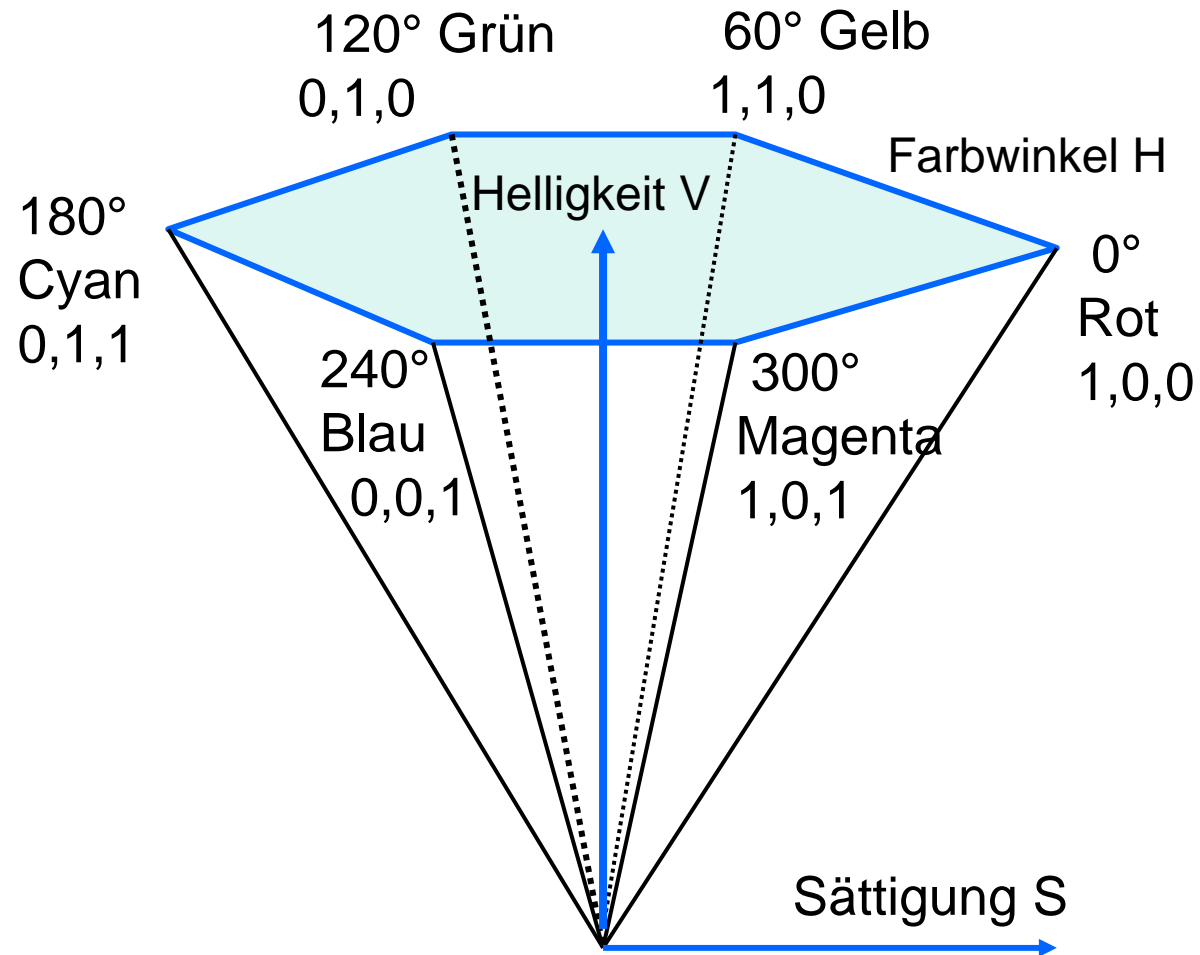
$$G := Y - 0.579 \cdot V - 0.393 \cdot U$$

$$B := 2.028 \cdot U + V$$

YUV-Beispiel



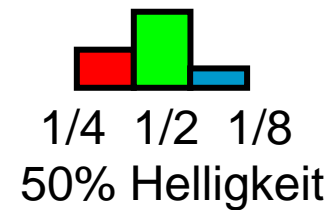
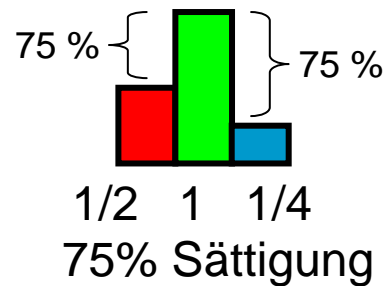
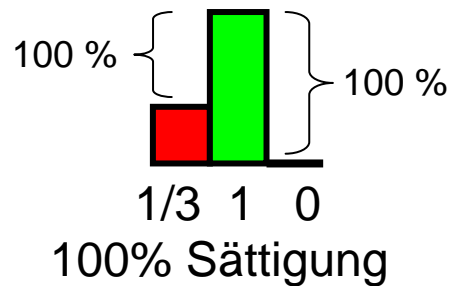
HSV-Modell



HSV nach RGB

100° 75 % Sättigung 50 % Helligkeit

(0,1,0) (1/3,1,0) (1,1,0)
 grün gelb
 120° 100° 60°

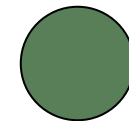


Lösung: 63 127 31

Color Naming System

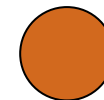
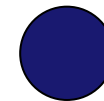
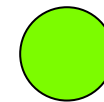
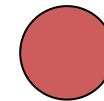
- Farbton:
red, orange, yellow, green, blue, purple
- Helligkeit
very dark, dark, medium, light, very light
- Sättigung
grayish, moderate, strong, vivid

"medium strong green"



Color Data Base

indian red	205	92	92
lawn green	124	252	0
midnight blue	25	25	112
chocolate	210	105	30

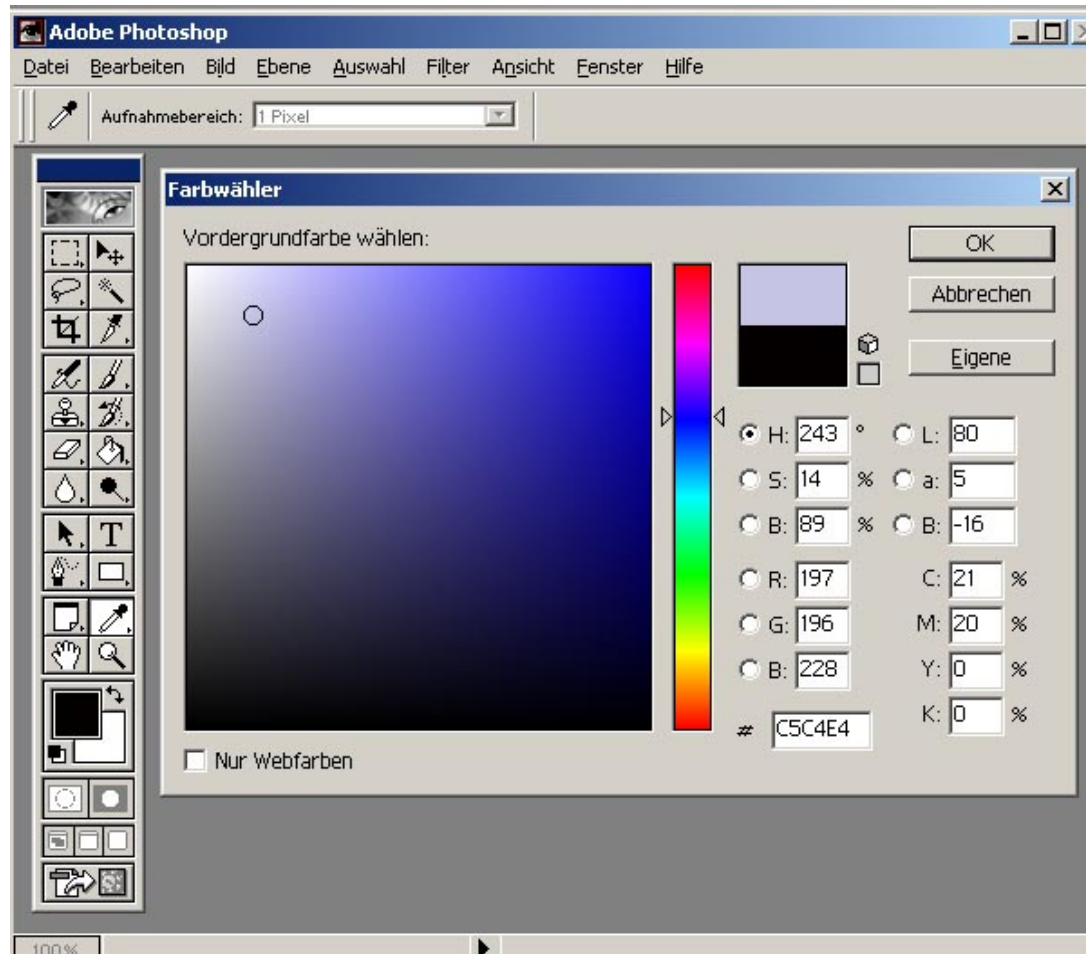


~cg/2014/farben/webfarben.html

Java-Applet zu Farbe

[~cg/2014/skript/Applets/Farben/App.html](#)

Adobe Photoshop



Kapitel 9: Pixeldateien

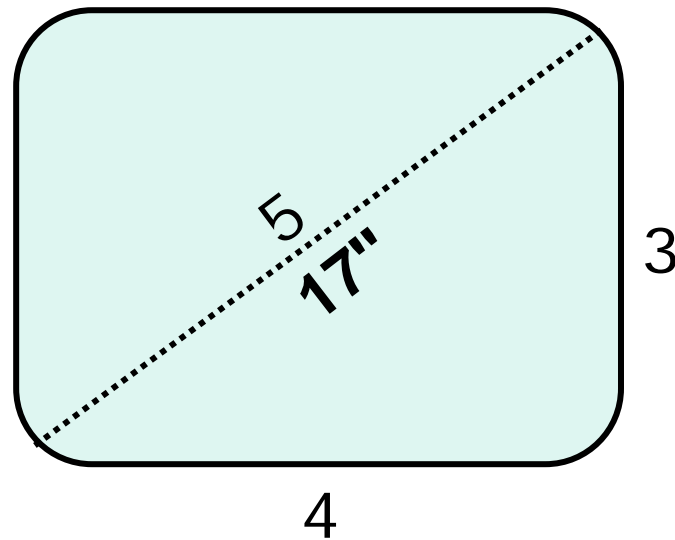
Auflösung

gemessen in dots per inch (dpi)

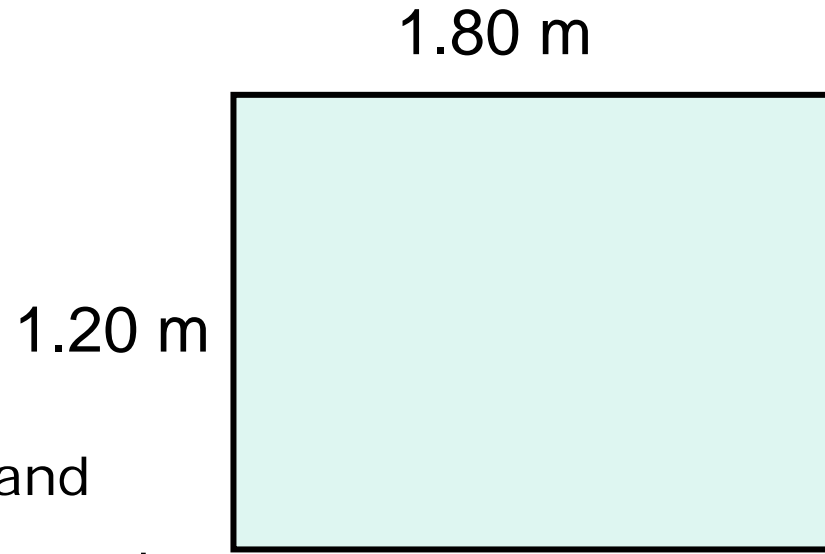
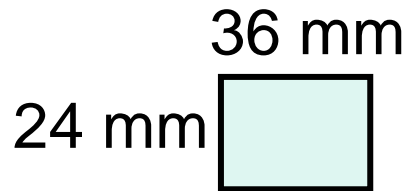
- Scanner-Auflösung
- Scan-Auflösung
- Bild-Auflösung
- Monitor-Auflösung
- Drucker-Auflösung
- Druck-Auflösung

Monitor-Auflösung

$$1024 \text{ px} / 13.6'' = 75 \text{ dpi}$$



Dia-Auflösung



10 Linien pro cm Leinwand

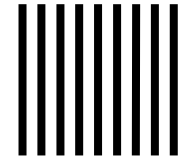
20 dots pro cm auf Leinwand

50-fache Vergrößerung

1000 dots pro cm auf Dia

2500 dots pro inch auf Dia

1 cm



Abzug vom Dia

- Dia, eingescannt mit 2500 dpi
- $3.60 / 2.54 * 2500 = 3543$ Pixel
- $2.40 / 2.54 * 2500 = 2362$ Pixel
- gedruckt mit 300 dpi ergibt
 - = $3543 / 300$ inch x $2362 / 300$ inch
 - = 30 cm x 20 cm
 - = DIN-A4