

# Interaktive Medien



**Prof. Dr. Frank Steinicke**

Human-Computer Interaction

Fachbereich Informatik

Universität Hamburg



# Interaktive Medien

## Übung 10

**Steffen Haesler, Christoph Jahnke**

Human-Computer Interaction, Universität Hamburg



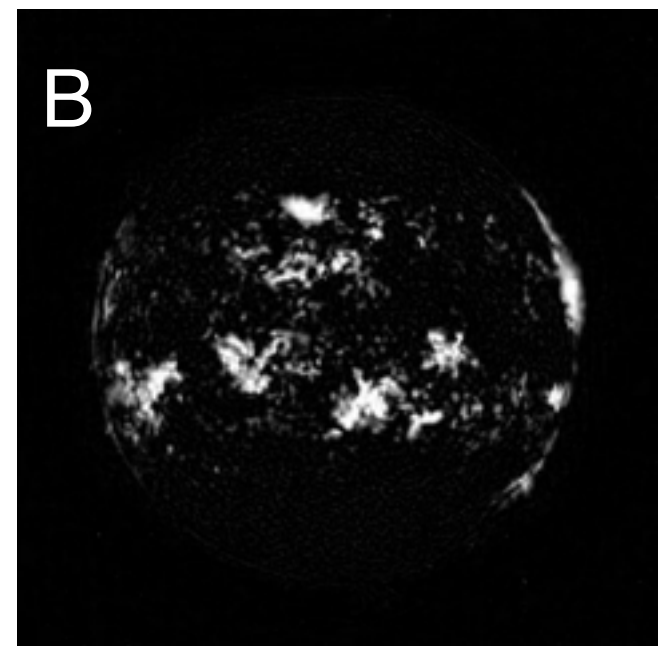
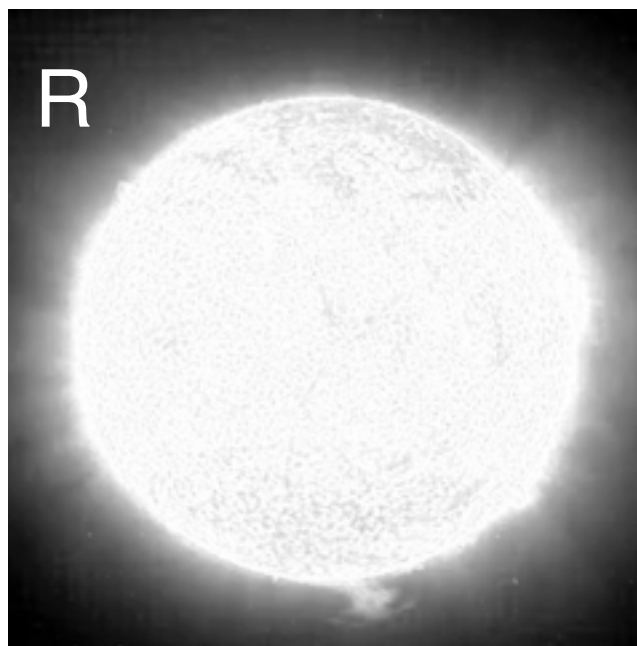
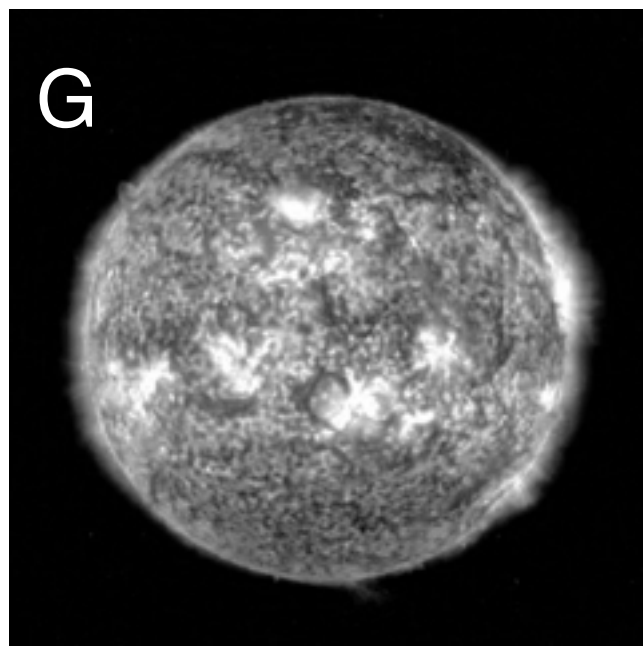
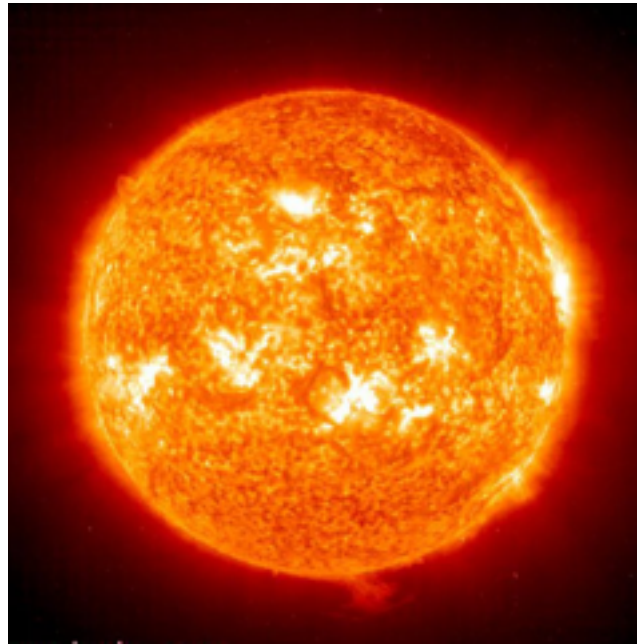
# Interaktive Medien

## Übung 10

### Übungszettel 9

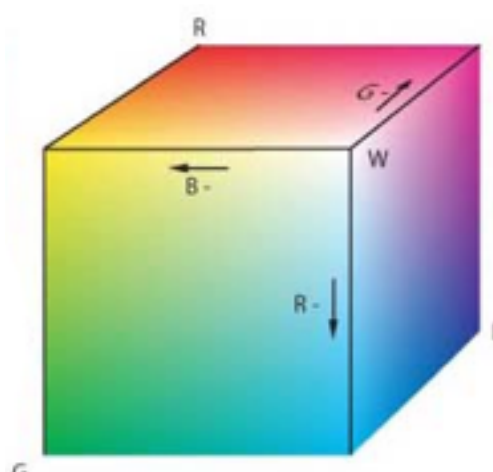
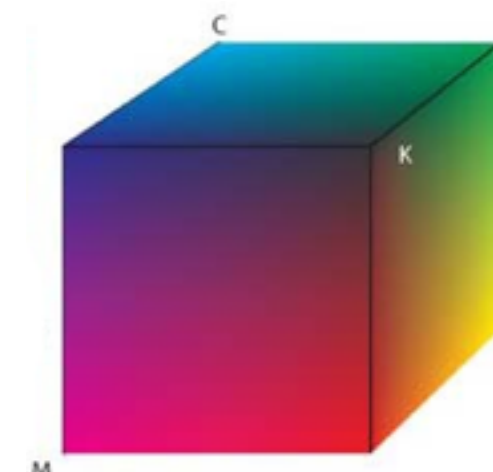
# Aufgabe 1

## Farbkanäle



# Aufgabe 2

## CRT-Display mit CMY

	RGB-Farbmodell	CMY-Farbmodell
Primärfarben	Rot, Grün, Blau	Cyan, Magenta, Gelb
Farbmischung	additiv (Hinzufügen von Licht)	subtraktiv (Absorption von Licht)
Farbraum		
Anwendungsfälle	leuchtende Geräte (Monitore etc.)	Licht reflektierende Medien (Drucke etc.)

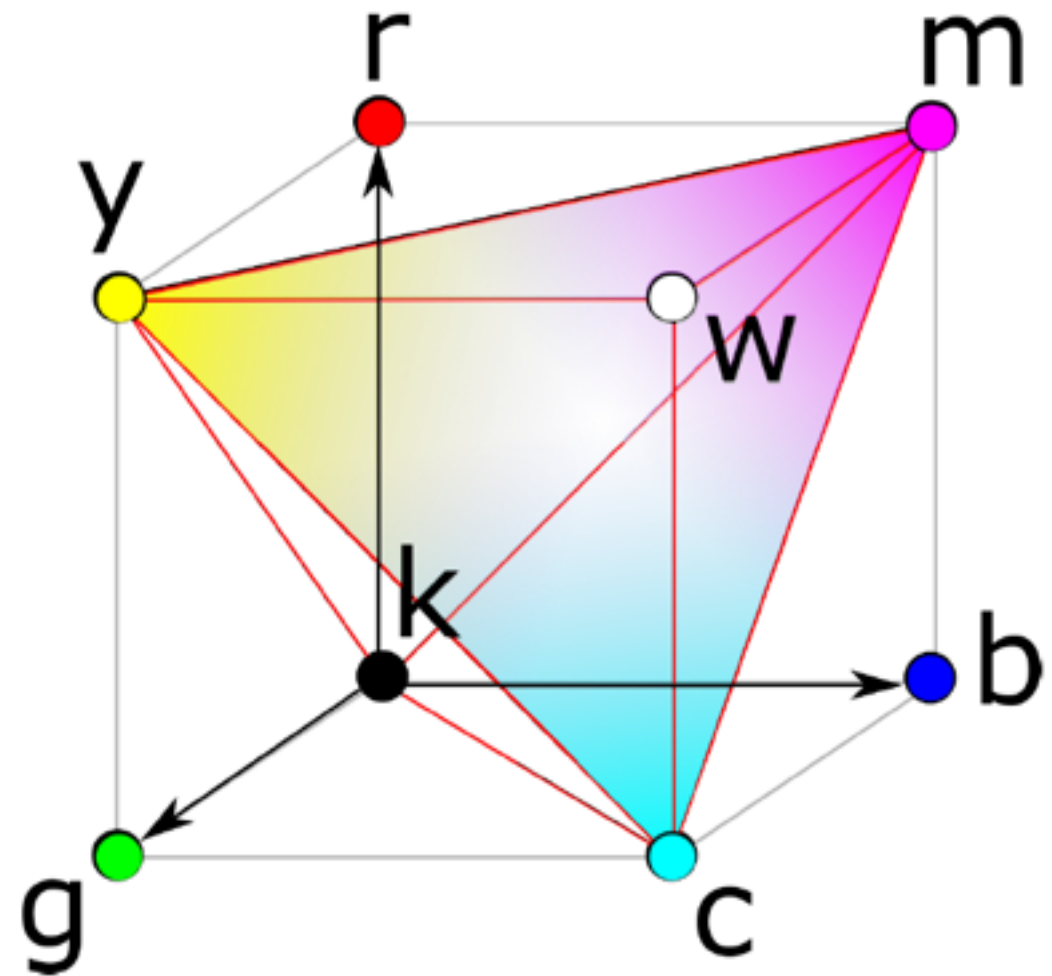
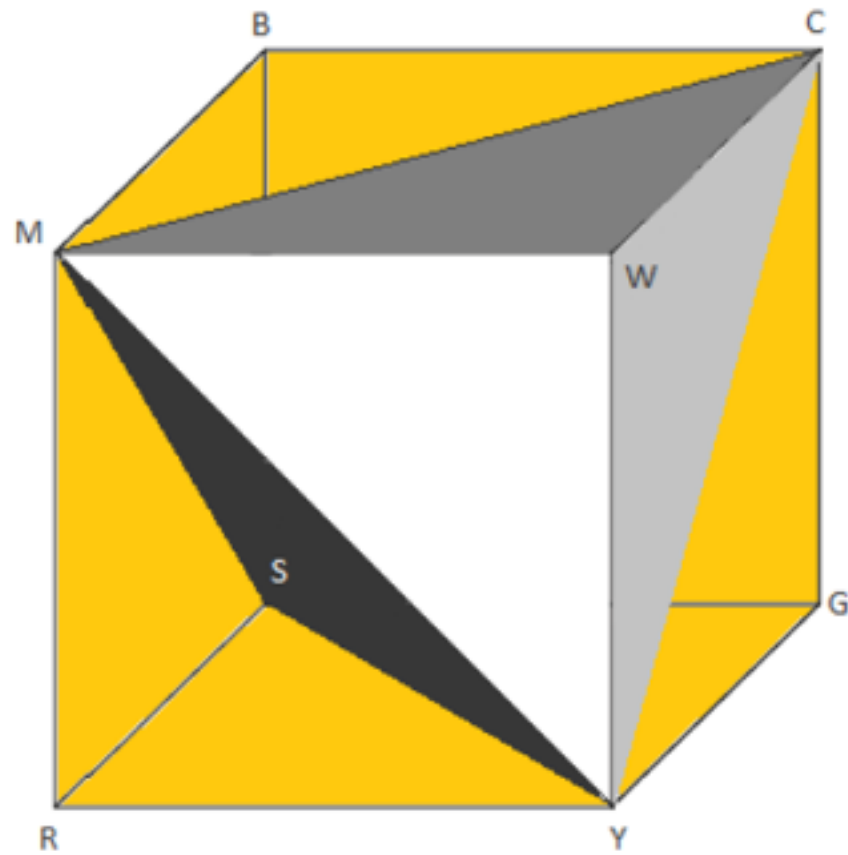
# Aufgabe 2

## CRT-Display mit CMY

- Idee: 3 Elektronenstrahlen für Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb
- Technologie gibt additives Farbmodell vor → Licht kann nicht absorbiert werden
- führt zu erheblicher Verkleinerung des Farbraum (Rot kann beispielsweise nicht additiv durch Cyan + Magenta + Gelb erzeugt werden)

# Aufgabe 2

## CRT-Display mit CMY



# Aufgabe 3

## Komplementärfarben RGB

$$\mathbf{f}_{\text{RGB}_{\text{kompl}}} = \begin{bmatrix} f_{\text{R}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{G}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{B}_{\text{kompl}}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} f_{\text{R}} \\ f_{\text{G}} \\ f_{\text{B}} \end{bmatrix} = \text{weiß}_{\text{RGB}} - \mathbf{f}_{\text{RGB}}$$

Beispiel:  $\mathbf{f}_{\text{RGB}} = (0.8, 0.1, 1.0)$

- normalisierte Koordinaten  $\rightarrow f_{\text{max}} = 1.0$
- $\mathbf{f}_{\text{RGB}_{\text{komplement}}} = (0.2, 0.9, 0.0)$



# Aufgabe 3

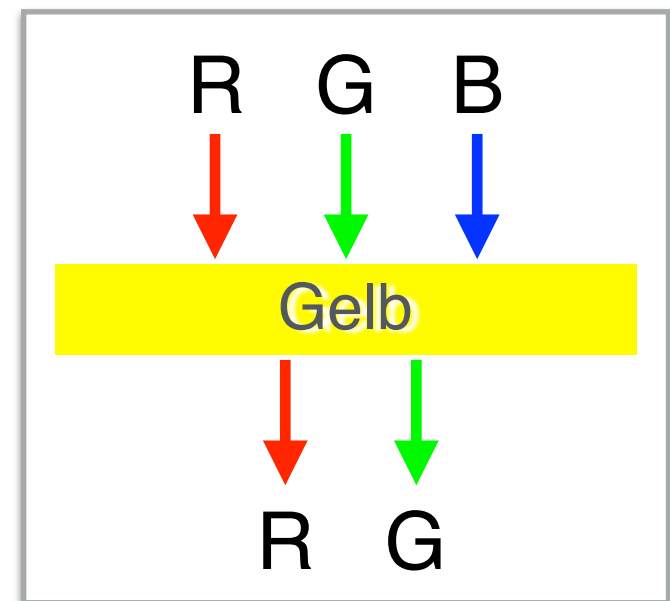
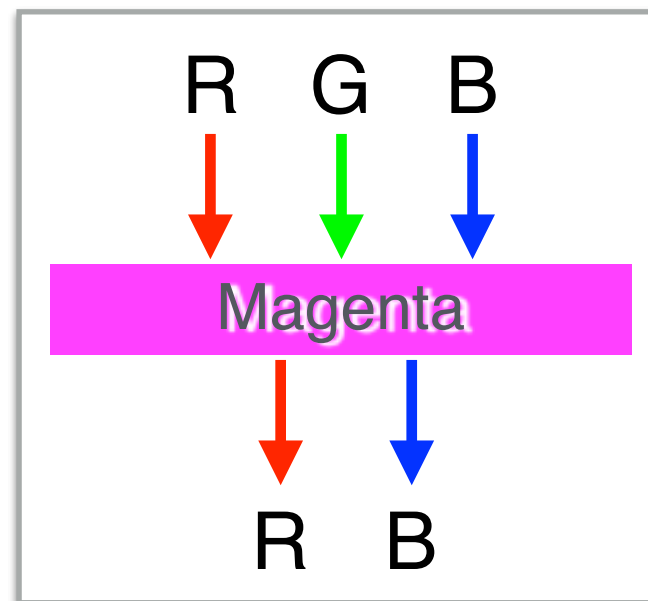
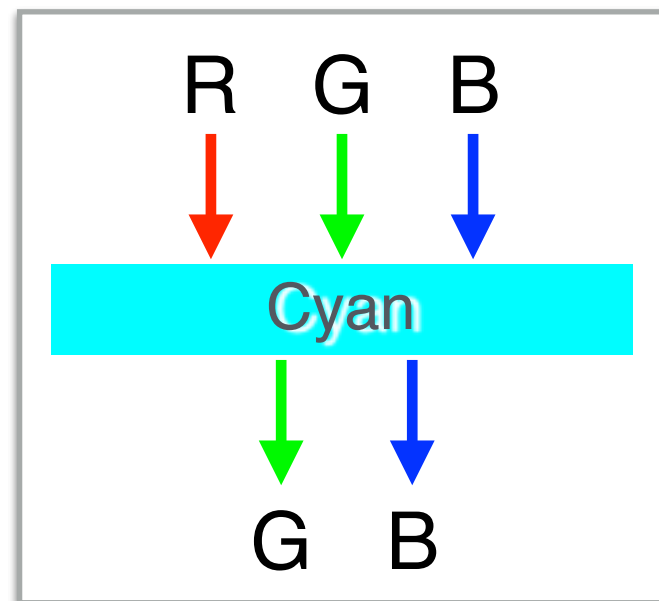
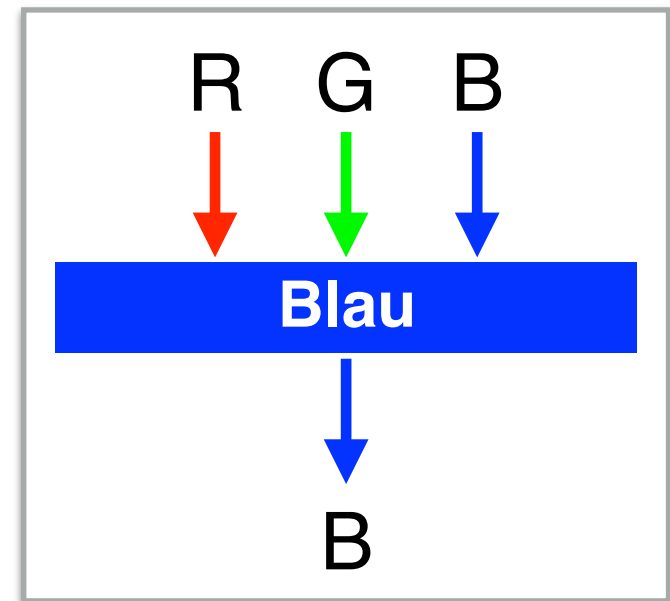
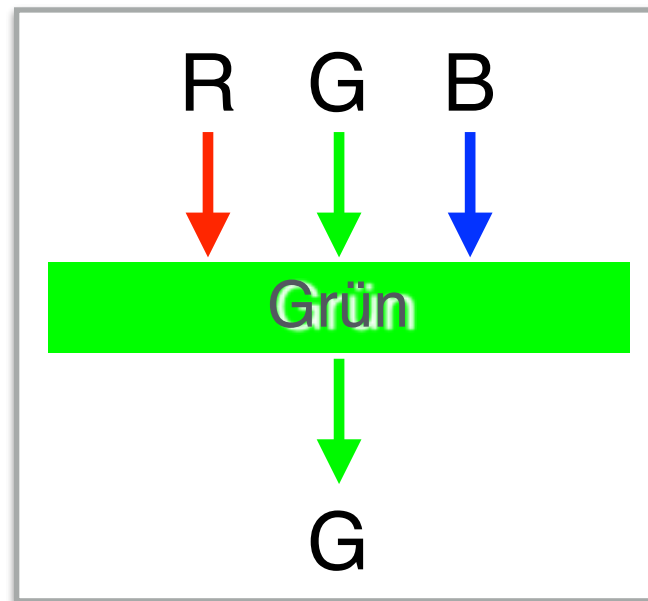
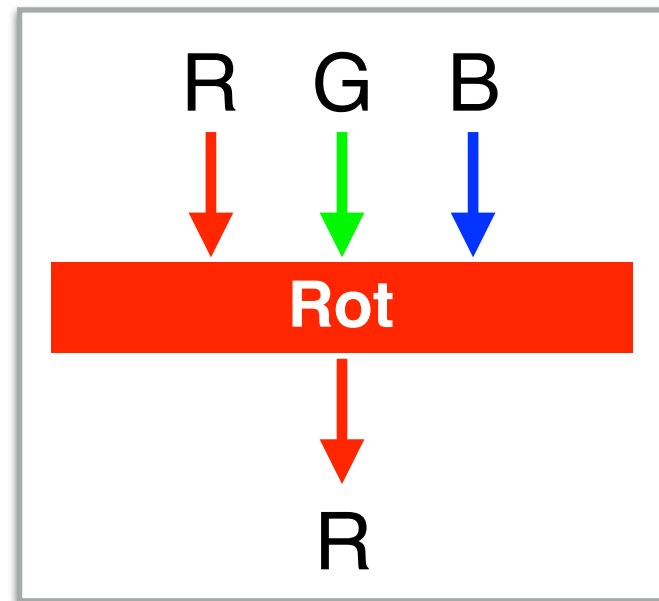
## Komplementärfarben CMY

$$\mathbf{f}_{\text{RGB}_{\text{kompl}}} = \begin{bmatrix} f_{\text{R}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{G}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{B}_{\text{kompl}}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} f_{\text{R}} \\ f_{\text{G}} \\ f_{\text{B}} \end{bmatrix} = \text{weiß}_{\text{RGB}} - \mathbf{f}_{\text{RGB}}$$

$$\mathbf{f}_{\text{CMY}_{\text{kompl}}} = \begin{bmatrix} f_{\text{C}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{M}_{\text{kompl}}} \\ f_{\text{Y}_{\text{kompl}}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \\ f_{\text{max}} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} f_{\text{C}} \\ f_{\text{M}} \\ f_{\text{Y}} \end{bmatrix} = \text{schwarz}_{\text{CMY}} - \mathbf{f}_{\text{CMY}}$$

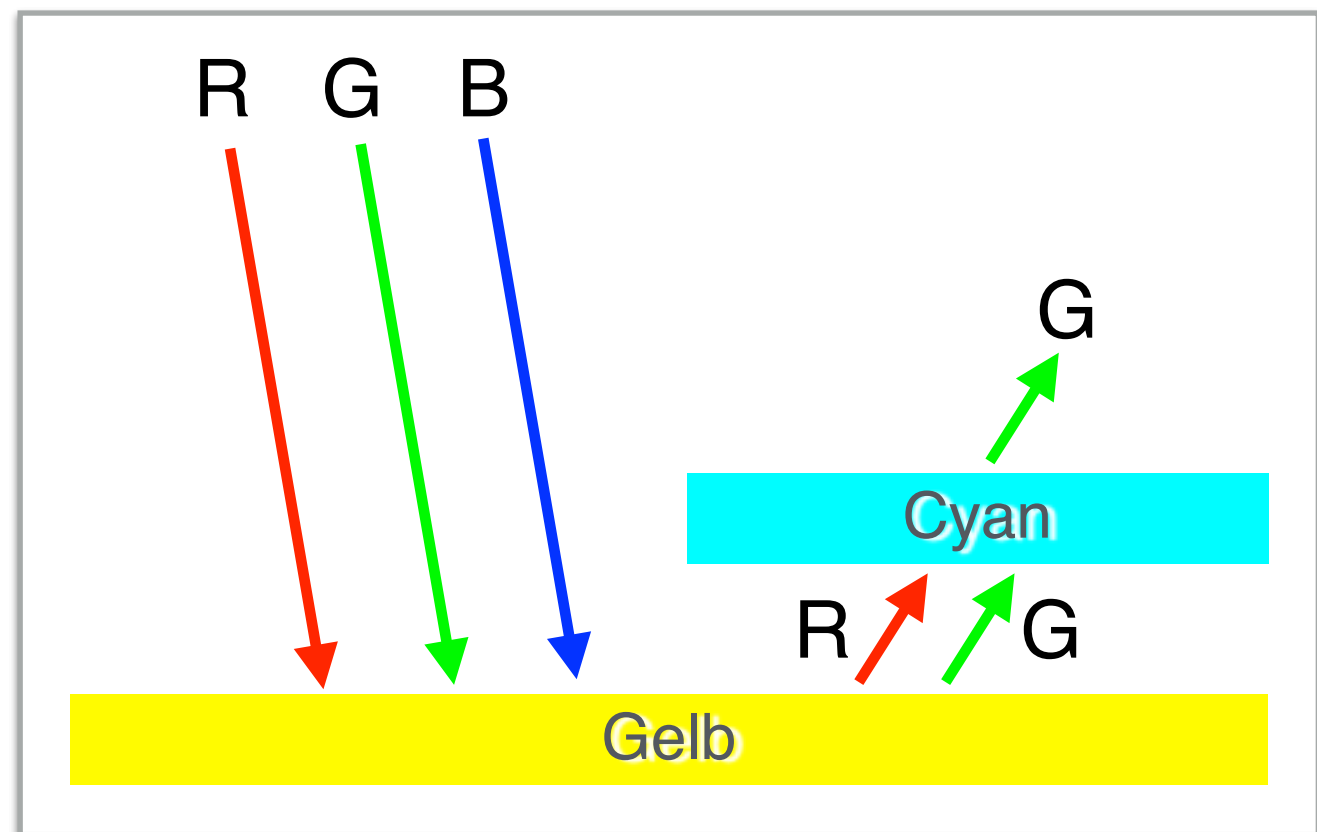
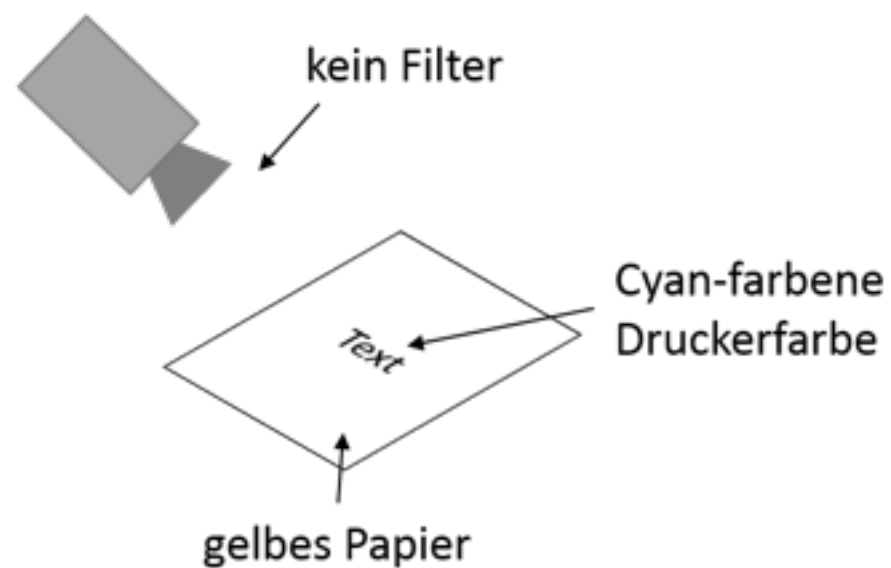
# Aufgabe 4

## Absorption



# Aufgabe 4

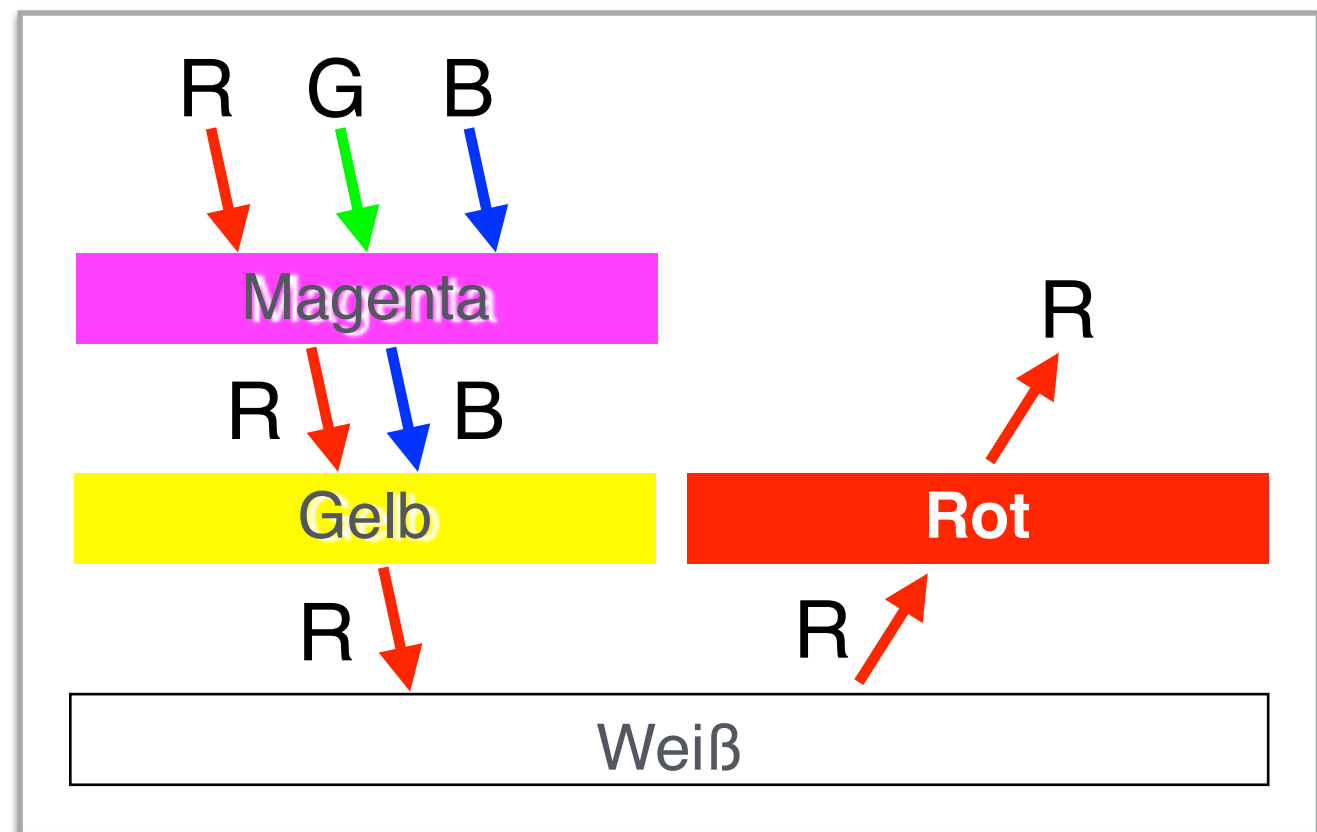
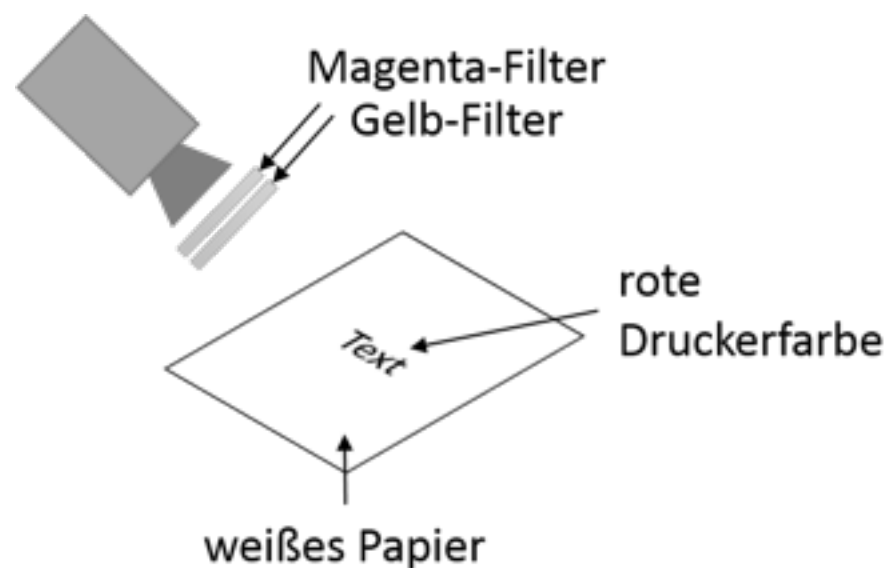
## Szenario 1



Papier: Gelb  
Text: Grün

# Aufgabe 4

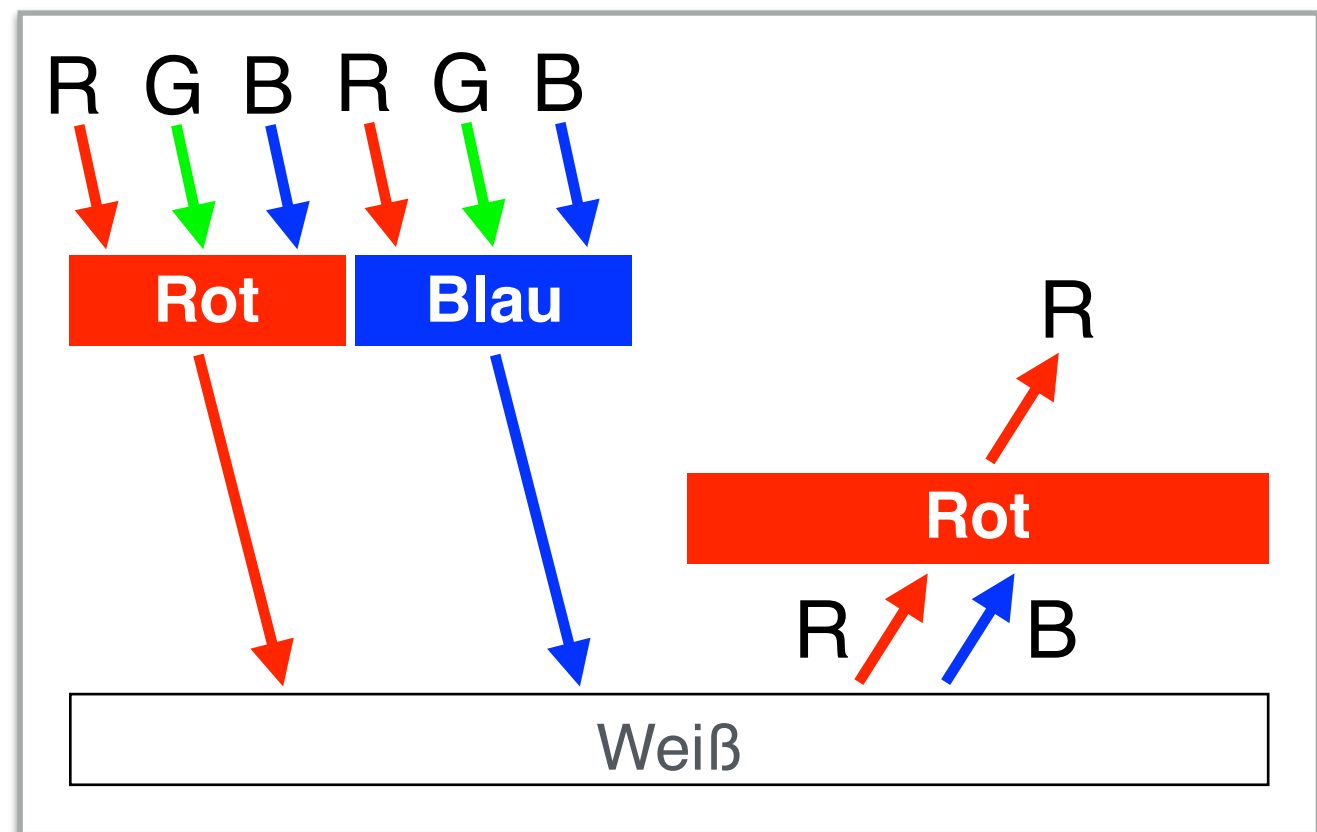
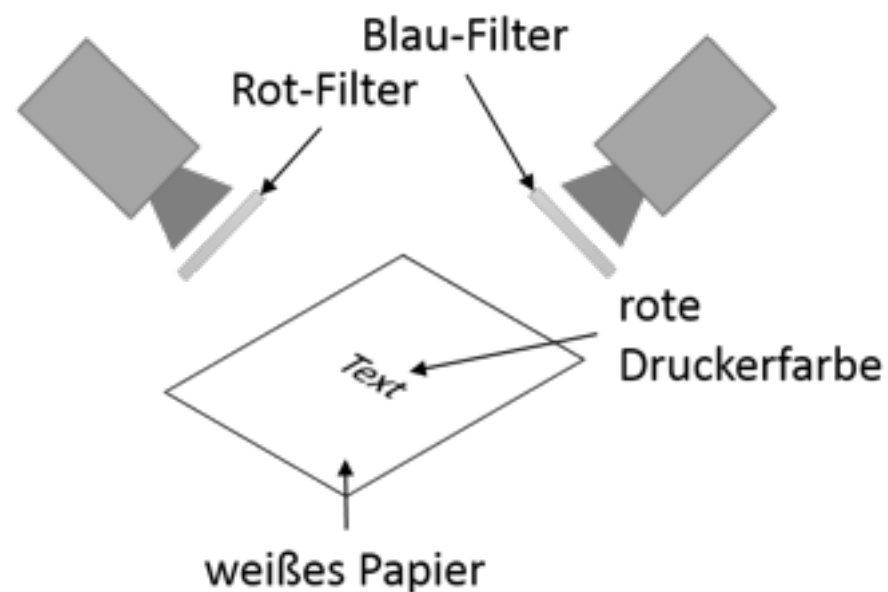
## Szenario 2



Papier: Rot  
Text: Rot

# Aufgabe 4

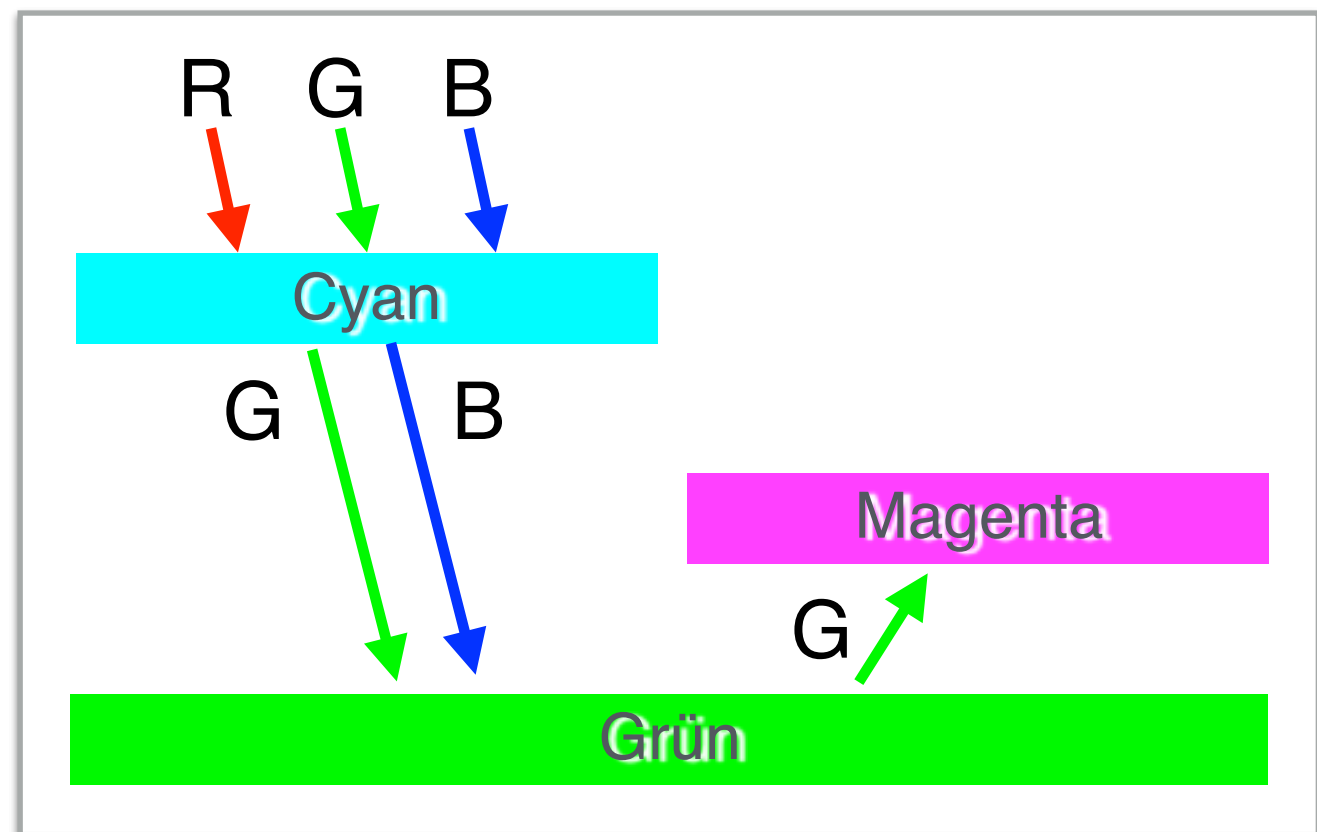
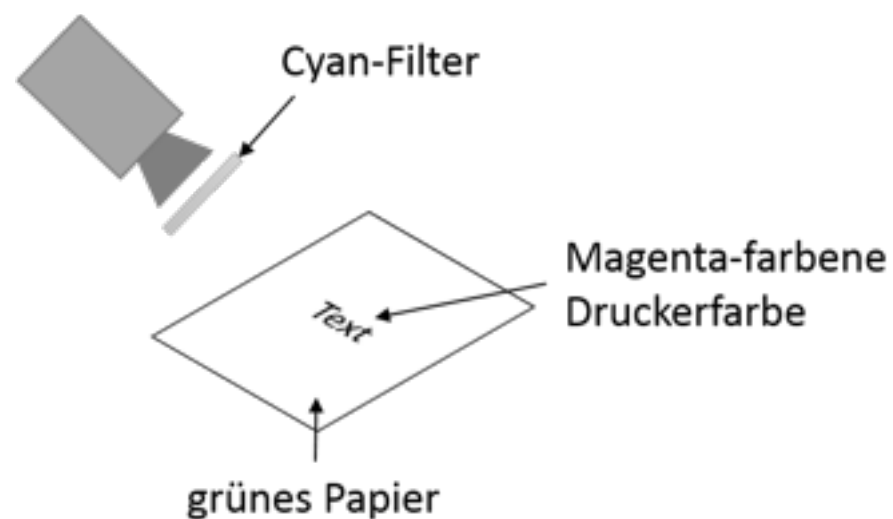
## Szenario 3



Papier: Magenta  
Text: Rot

# Aufgabe 4

## Szenario 4

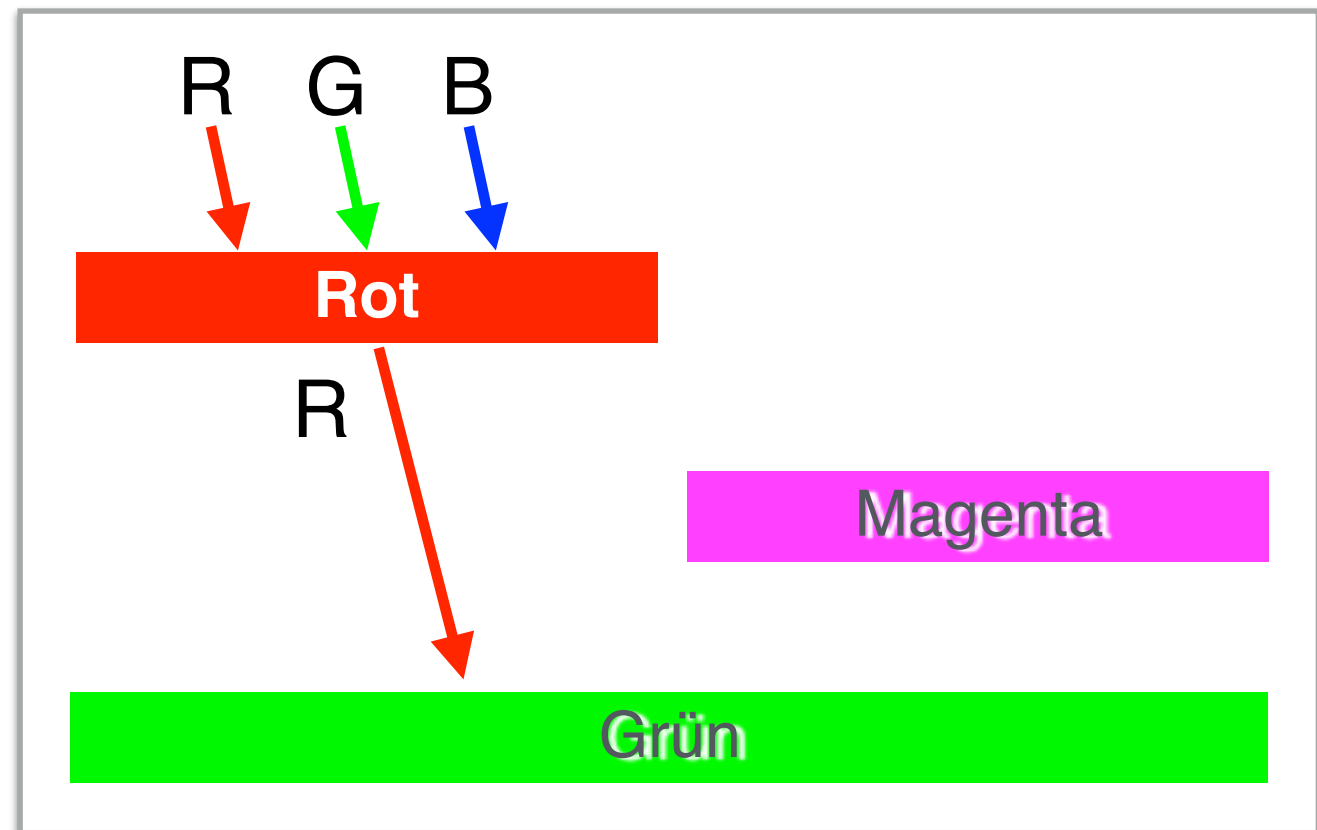
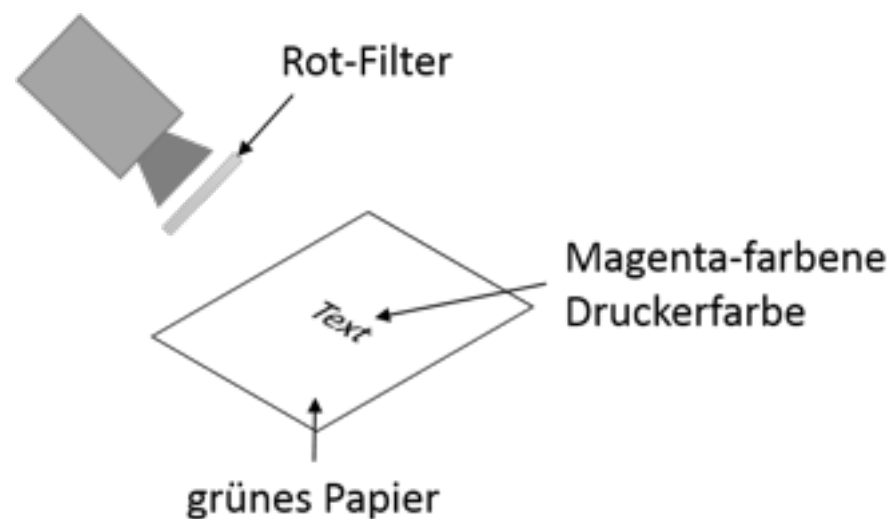


Papier: Grün

Text: Schwarz

# Aufgabe 4

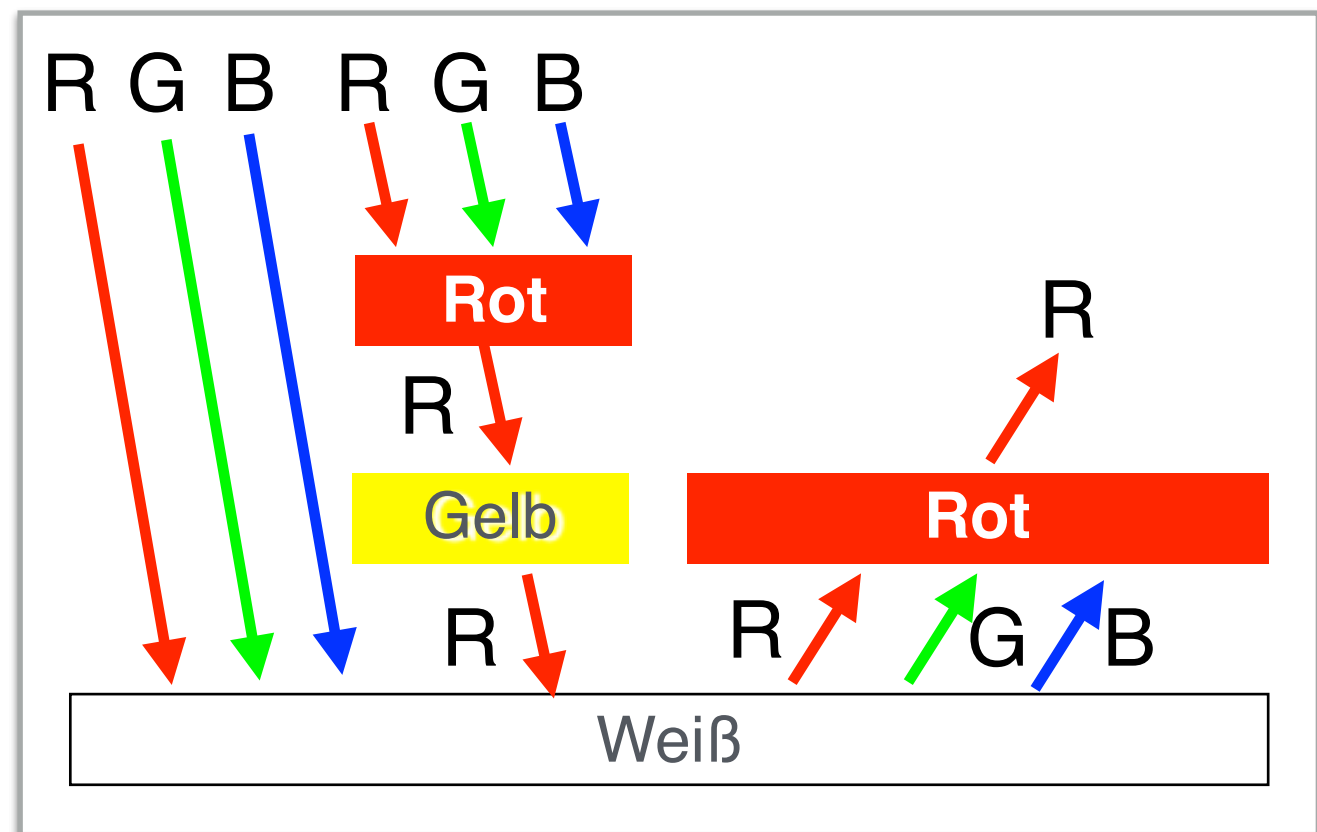
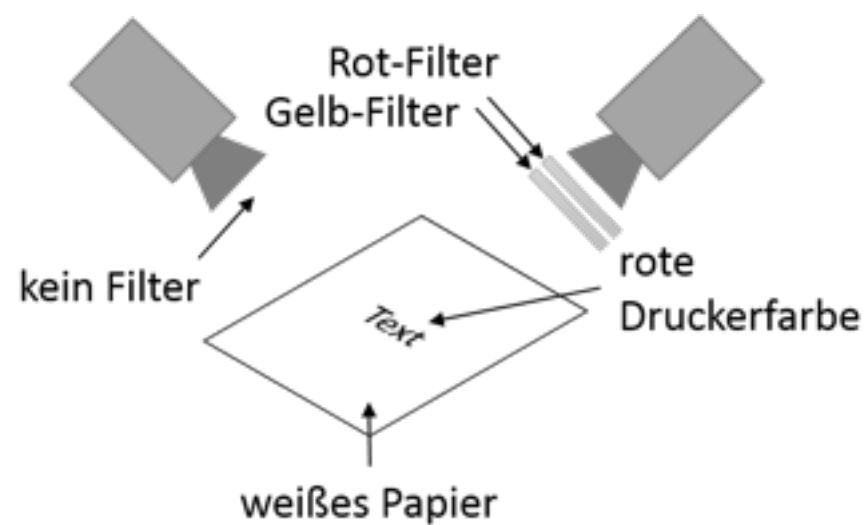
## Szenario 5



Papier: Schwarz  
Text: Schwarz

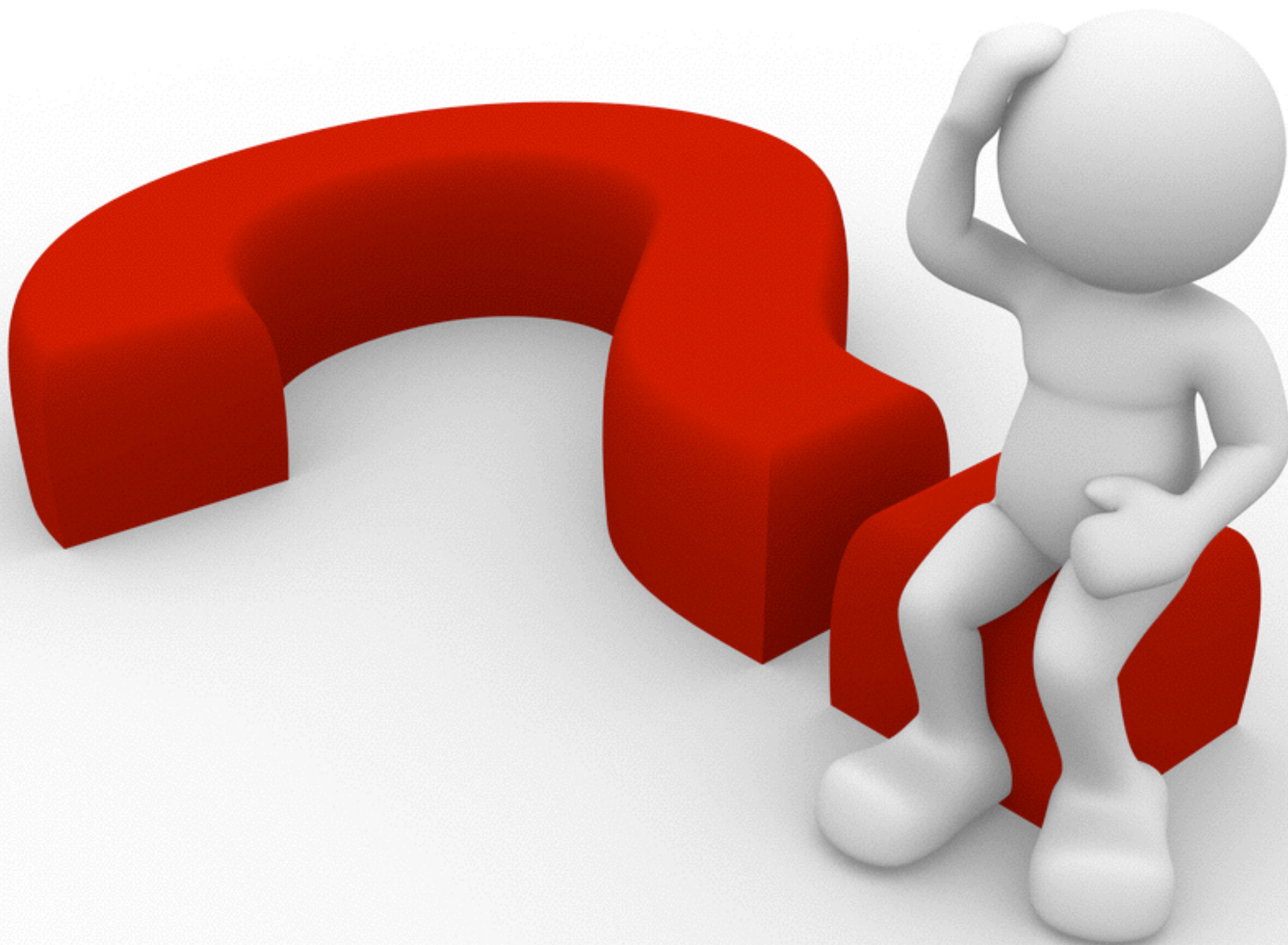
# Aufgabe 4

## Szenario 6



Papier: Weiß  
Text: Rot







# Interaktive Medien

## Übung 10

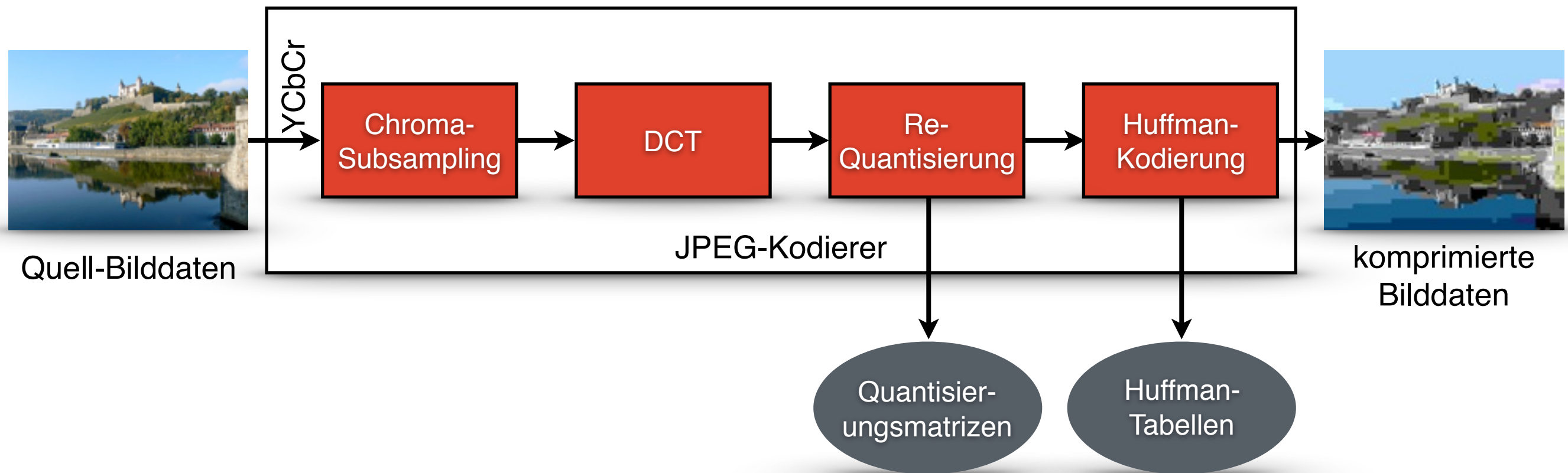
Wiederholung Bildkompression

# Rastergrafikformate

- GIF:      Abspeicherung der  
             Farbinformationen in Farbpalette
- PNG: prädiktive Kodierung mit  
       Vorfiltern
- JPEG: Reduktion der Diskretisierung  
       und Quantisierung

# JPEG-Kompression

## Algorithmus



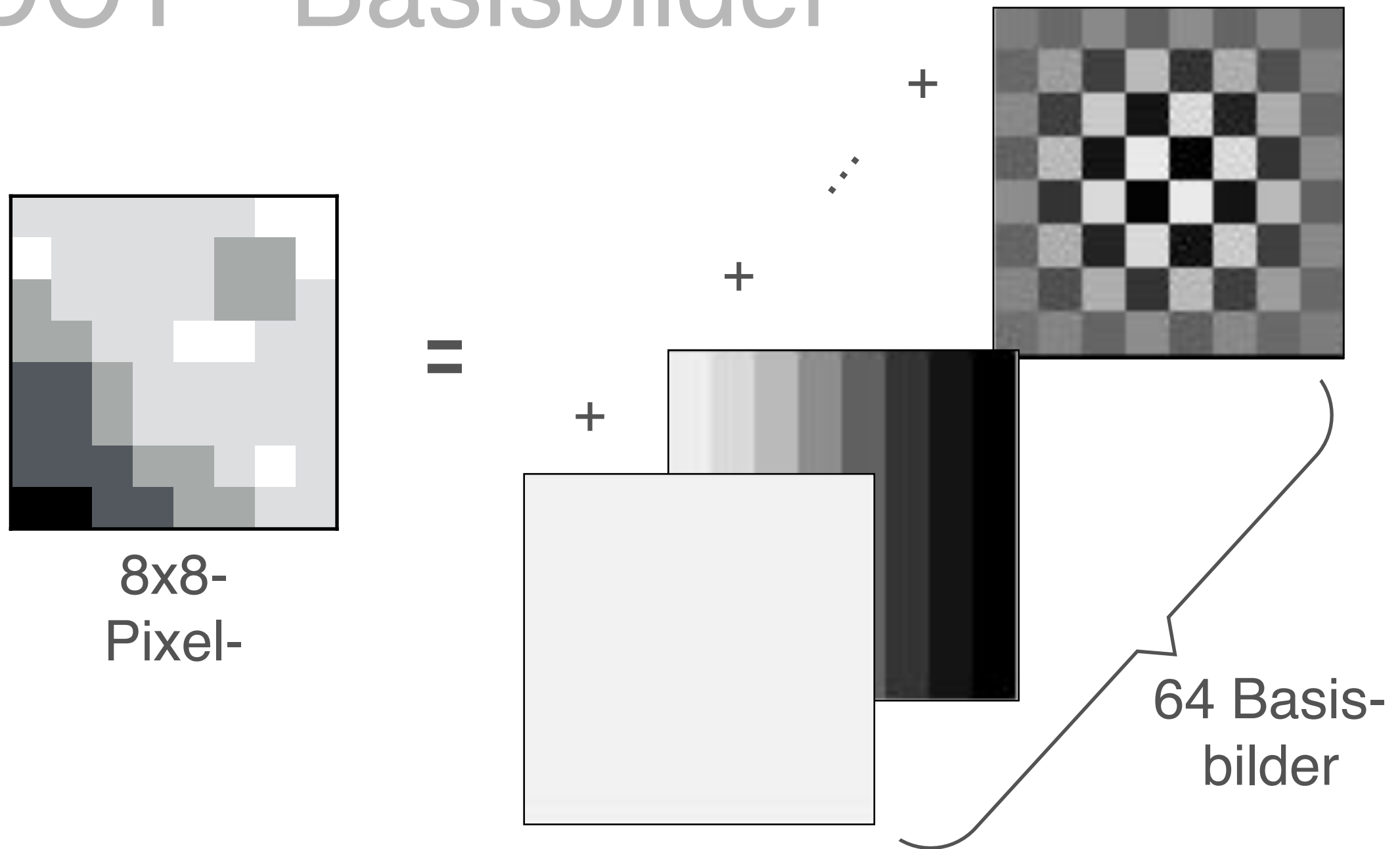
# JPEG

## DCT

- Ausgangspunkt: Graustufenbild (= Y-, Cb- oder Cr-Kanal)
- Zerlege Graustufenbild in 8x8-Pixel-Blöcke
- Betrachte für jeden Pixelblock, wie stark jedes der 64 Basisbilder einfließt

# JPEG

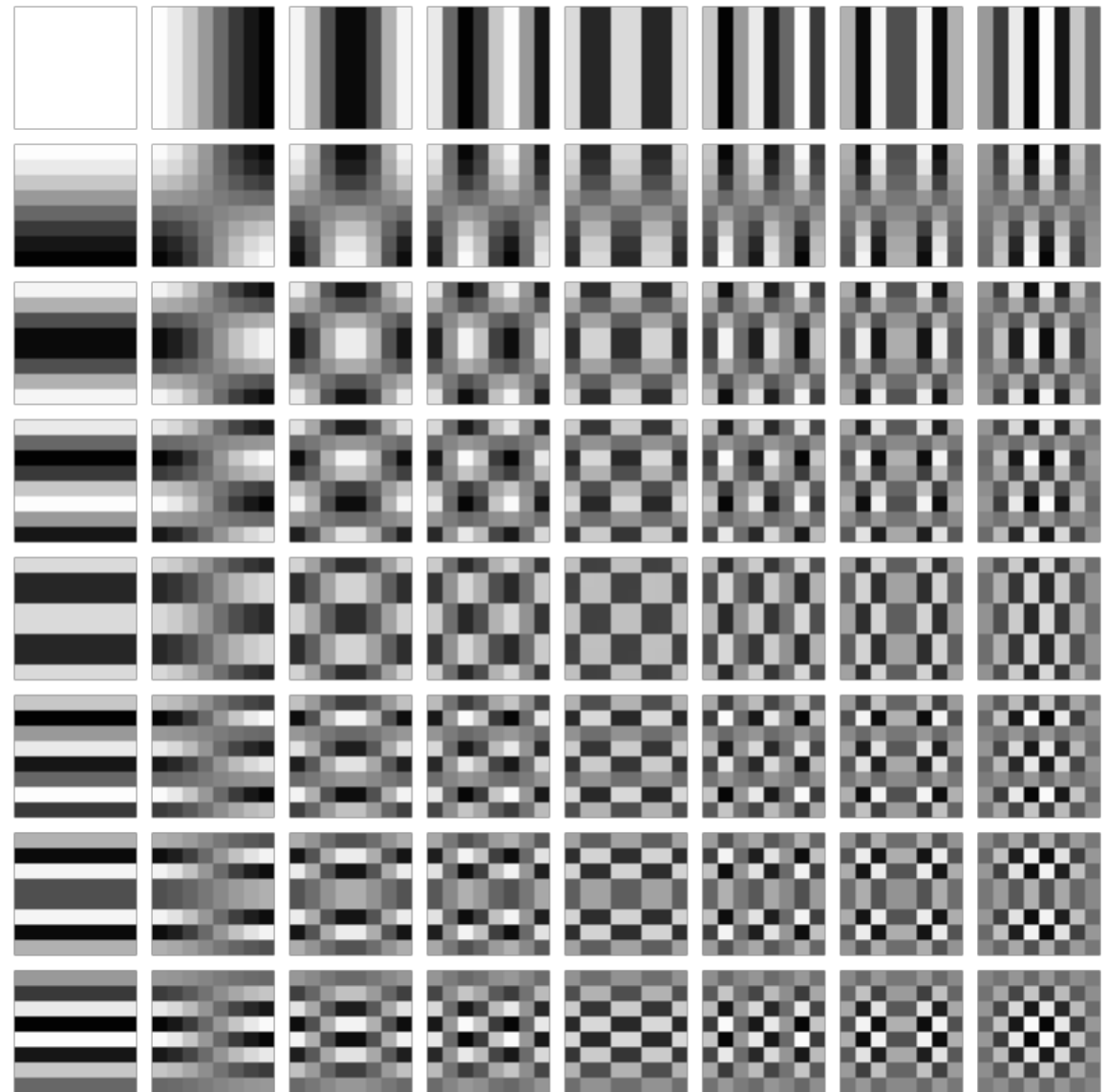
## DCT - Basisbilder



# JPEG

## DCT - Basisbilder

- Matrixförmige Anordnung der 64 Basisbilder zur besseren Darstellbarkeit

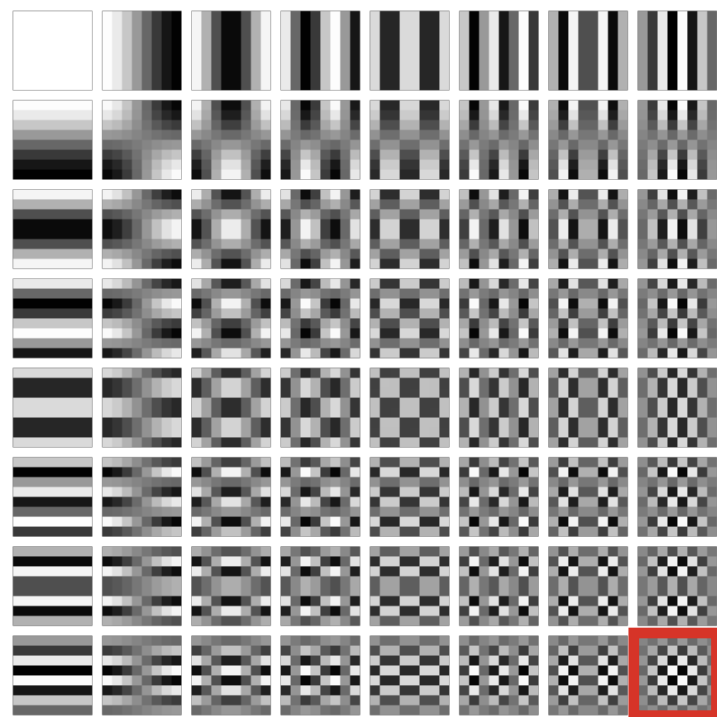




# JPEG

## DCT-Matrix

- enthält für jedes Basisbild einen Koeffizienten, der angibt wie stark dieses Basisbild in das Zielbild eingeht



Basisbilder

782,91	44,93	172,52	-35,28	-20,58	35,93	2,88	-3,85
-122,35	-75,46	-7,52	55,00	30,72	-17,73	8,29	1,97
-2,99	-32,77	-57,18	-30,07	1,76	17,63	12,23	-13,57
-7,98	0,66	2,41	-21,28	-31,07	-17,20	-9,68	16,94
3,87	7,07	0,56	5,13	-2,47	-15,09	-17,70	-3,76
-3,77	0,80	-1,46	-3,50	1,48	4,13	-6,32	-18,47
1,78	3,28	4,63	3,27	2,39	-2,31	5,21	11,77
-1,75	0,43	-2,72	-3,05	3,95	-1,83	1,98	3,87

DCT-Matrix F





# JPEG

## Quantisierungsmatrix

$$Q = \begin{bmatrix} 10 & 15 & 25 & 37 & 51 & 66 & 82 & 100 \\ 15 & 19 & 28 & 39 & 52 & 67 & 83 & 101 \\ 25 & 28 & 35 & 45 & 58 & 72 & 88 & 105 \\ 37 & 39 & 45 & 54 & 66 & 79 & 94 & 111 \\ 51 & 52 & 58 & 66 & 76 & 89 & 103 & 119 \\ 66 & 67 & 72 & 79 & 89 & 101 & 114 & 130 \\ 82 & 83 & 88 & 94 & 103 & 114 & 127 & 142 \\ 100 & 101 & 105 & 111 & 119 & 130 & 142 & 156 \end{bmatrix}$$

- Jeder DCT-Koeffizient wird durch entsprechenden Quantisierungswert dividiert und anschließend gerundet

# JPEG

## Quantisierungsmatrix

- Beispiel:

$$F = \begin{bmatrix} 782,91 & 44,93 & 172,52 & -35,28 & -20,58 & 35,93 & 2,88 & -3,85 \\ -122,35 & -75,46 & -7,52 & 55,00 & 30,72 & -17,73 & 8,29 & 1,97 \\ -2,99 & -32,77 & -57,18 & -30,07 & 1,76 & 17,63 & 12,23 & -13,57 \\ -7,98 & 0,66 & 2,41 & -21,28 & -31,07 & -17,20 & -9,68 & 16,94 \\ 3,87 & 7,07 & 0,56 & 5,13 & -2,47 & -15,09 & -17,70 & -3,76 \\ -3,77 & 0,80 & -1,46 & -3,50 & 1,48 & 4,13 & -6,32 & -18,47 \\ 1,78 & 3,28 & 4,63 & 3,27 & 2,39 & -2,31 & 5,21 & 11,77 \\ -1,75 & 0,43 & -2,72 & -3,05 & 3,95 & -1,83 & 1,98 & 3,87 \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} 10 & 15 & 25 & 37 & 51 & 66 & 82 & 100 \\ 15 & 19 & 28 & 39 & 52 & 67 & 83 & 101 \\ 25 & 28 & 35 & 45 & 58 & 72 & 88 & 105 \\ 37 & 39 & 45 & 54 & 66 & 79 & 94 & 111 \\ 51 & 52 & 58 & 66 & 76 & 89 & 103 & 119 \\ 66 & 67 & 72 & 79 & 89 & 101 & 114 & 130 \\ 82 & 83 & 88 & 94 & 103 & 114 & 127 & 142 \\ 100 & 101 & 105 & 111 & 119 & 130 & 142 & 156 \end{bmatrix}$$

$$F(3,7) = 16,94$$

$$Q(3,7) = 111$$

$$F'(3,7) =$$

$$\text{Runden}(16,94 / 111)$$

# JPEG

## Quantisierungsmatrix

- Auge ist weniger empfindlich gegenüber hohen Frequenzen → höhere Werte in Quantisierungsmatrix für Basisbilder im unteren rechten Bereich
- Quantisierungsmatrix kontrolliert die eigentliche Kompressionsrate und entsprechend die Qualität des komprimierten Bildes

# Diskussion



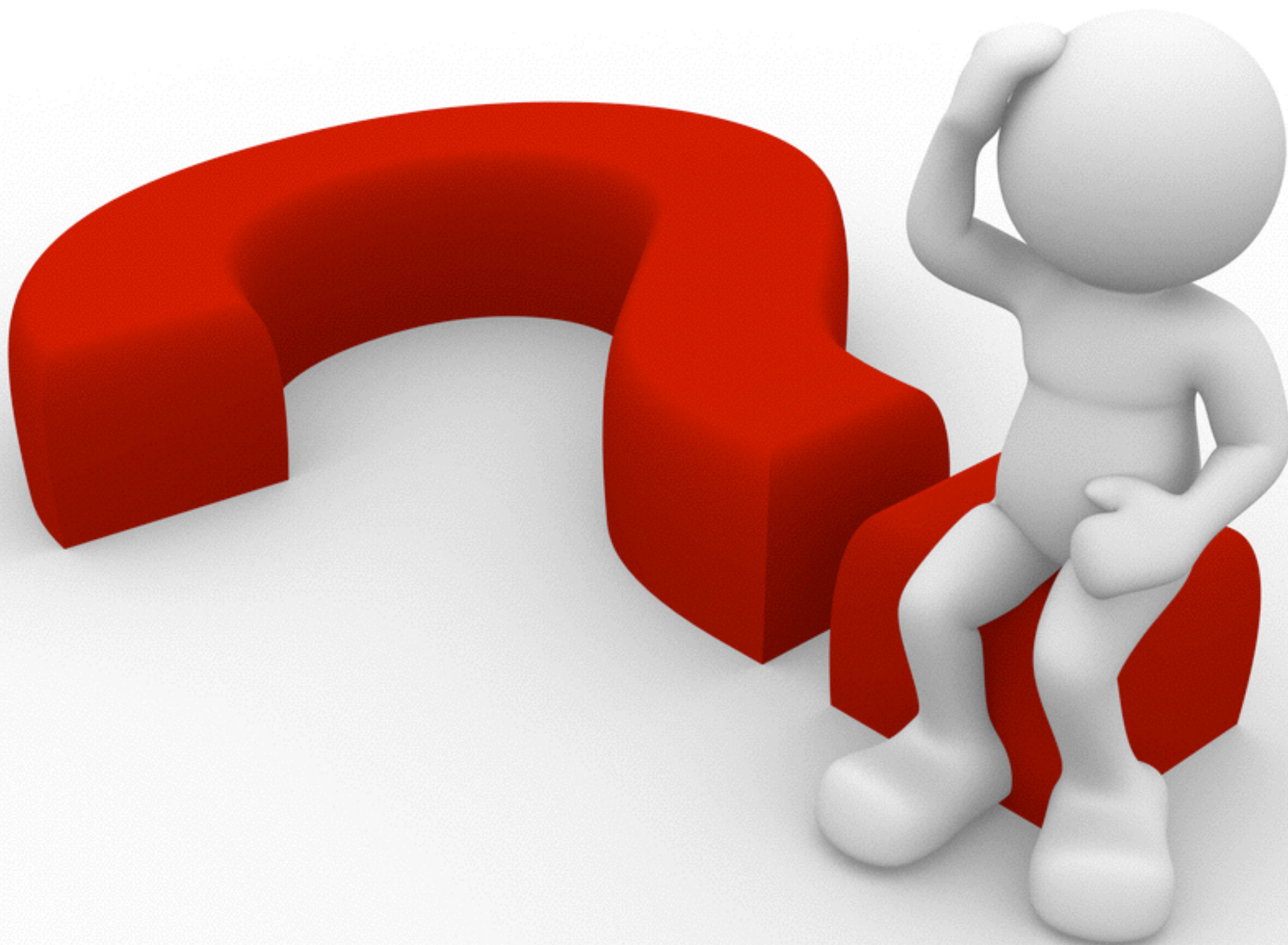
In welchen Schritten der JPEG-Kompression wird der Speicherplatzbedarf reduziert?

# Partnerarbeit



Entwerfen Sie ein Bild, dessen Speicherbedarf durch JPEG-Kompression möglichst wenig verringert werden kann.





# PNG

## Vorfilter

$$\text{Farbwert}_{\text{neu}} = \text{Farbwert}_{\text{alt}} - \text{Farbwert}_{\text{vorhergesagt}}$$

vorhergesagt

Filter	Vorhergesagter Farbwert
None	0
Sub	D
Up	B
Average	$\text{floor}((D + B) / 2)$
Paeth	A, B oder D, je nachdem was am nächsten zu $D + B - A$ ist

	A	B	C
	D	<b>X</b>	

# PNG

## Vorfilter - None

0	0	0	0	0
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4

Original

1 - 0 =1	2 - 0 =2	3 - 0 =3	4 - 0 =4
1 - 0 =1	2 - 0 =2	3 - 0 =3	4 - 0 =4
1 - 0 =1	2 - 0 =2	3 - 0 =3	4 - 0 =4
1 - 0 =1	2 - 0 =2	3 - 0 =3	4 - 0 =4



# PNG

## Vorfilter - Sub

0	0	0	0	0
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4

Original

1 - 0 =1	2 - 1 =1	3 - 2 =1	4 - 3 =1
1 - 0 =1	2 - 1 =1	3 - 2 =1	4 - 3 =1
1 - 0 =1	2 - 1 =1	3 - 2 =1	4 - 3 =1
1 - 0 =1	2 - 1 =1	3 - 2 =1	4 - 3 =1

# PNG

## Vorfilter - Up

0	0	0	0	0
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4

Original

1 - 0 =1	2 - 0 =2	3 - 0 =3	4 - 0 =4
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0

# PNG

## Vorfilter - Average

0	0	0	0	0
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4

Original

$1 - \lfloor 0 \rfloor$ =1	$2 - \lfloor 0.5 \rfloor$ =2	$3 - \lfloor 1 \rfloor$ =2	$4 - \lfloor 1.5 \rfloor$ =3
$1 - \lfloor 0.5 \rfloor$ =1	$2 - \lfloor 1.5 \rfloor$ =1	$3 - \lfloor 2.5 \rfloor$ =1	$4 - \lfloor 3.5 \rfloor$ =1
$1 - \lfloor 0.5 \rfloor$ =1	$2 - \lfloor 1.5 \rfloor$ =1	$3 - \lfloor 2.5 \rfloor$ =1	$4 - \lfloor 3.5 \rfloor$ =1
$1 - \lfloor 0.5 \rfloor$ =1	$2 - \lfloor 1.5 \rfloor$ =1	$3 - \lfloor 2.5 \rfloor$ =1	$4 - \lfloor 3.5 \rfloor$ =1

# PNG

## Vorfilter - Paeth

0	0	0	0	0
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4
0	1	2	3	4

Original

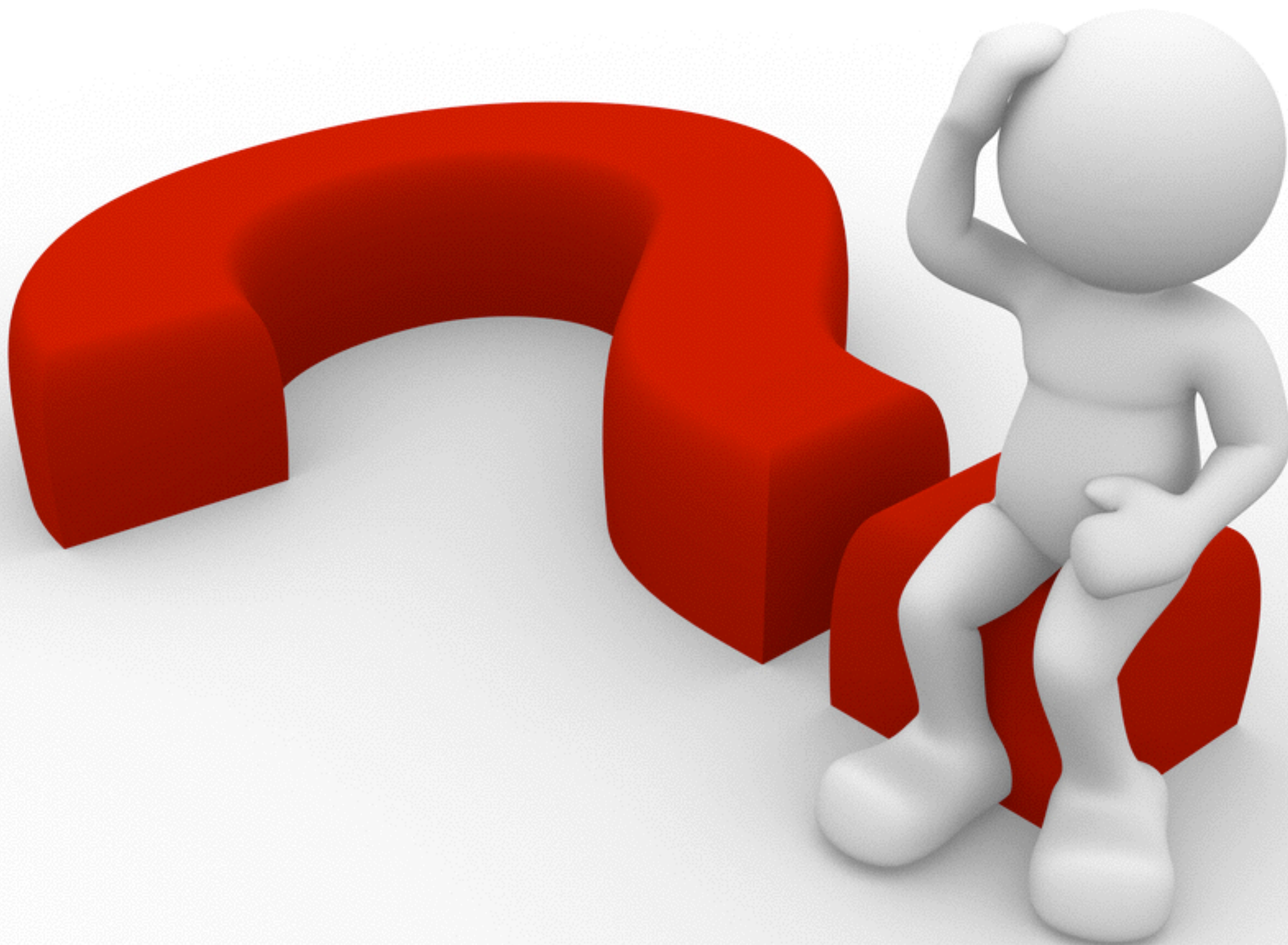
$$x = D + B - A = 3$$

$$|A - x| = 1$$

$$|B - x| = 0 \rightarrow \min$$

$$|D - x| = 1$$

1 - 0 =1	2 - 1 =1	3 - 2 =1	4 - 3 =1
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0
1 - 1 =0	2 - 2 =0	3 - 3 =0	4 - 4 =0



# Partnerarbeit



Entwickeln Sie Pseudocode, um eine GIF mit mehr als 256 verschiedenen Farben auf eine vorgegebene Farbpalette mit 256 Farben zu

# GIF-Farbtabelle

## Vordefiniert

- „Nearest color“:

Finde zu jeder Farbe  $F=(r_1,g_1,b_1)$  im Bild die Farbe  $F'=(r_2,g_2,b_2)$  aus der vorgegebenen Farbpalette mit der kleinsten euklidischen Distanz

$$d=\sqrt{(r_1-r_2)^2+(g_1-g_2)^2+(b_1-b_2)^2}$$



# Diskussion

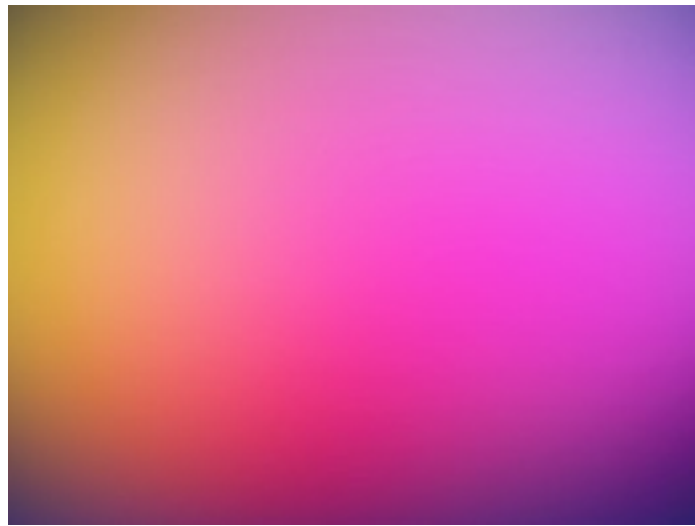


Welchen Nachteil haben vordefinierte  
Farbtabellen?

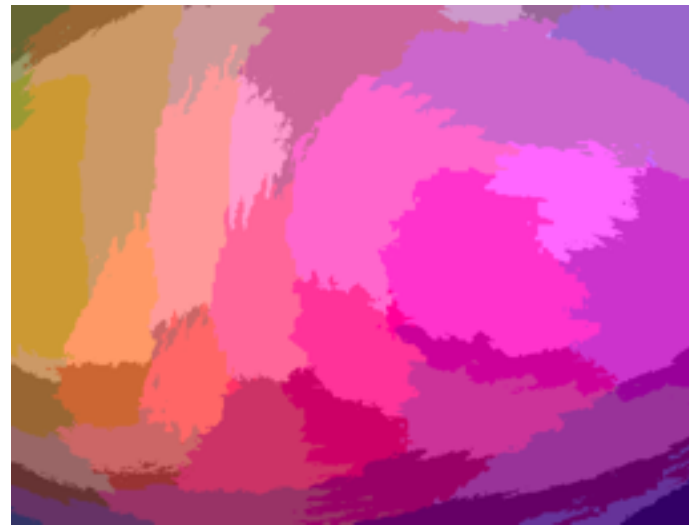


# GIF-Farbtabelle

Vordefiniert



Originalbild



vordefinierte  
Palette



optimale  
Palette

