

Computergrafik SS 2010

Oliver Vornberger

Kapitel 9:
Pixeldateien

Vorlesung vom 04.05.2010

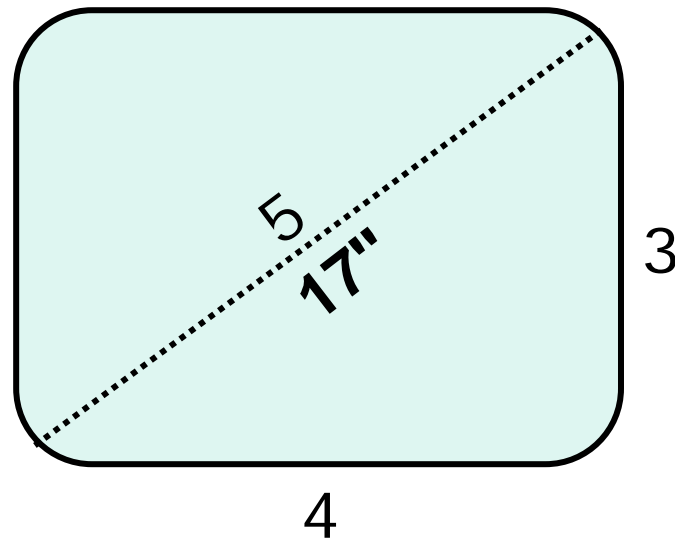
Auflösung

gemessen in dots per inch (dpi)

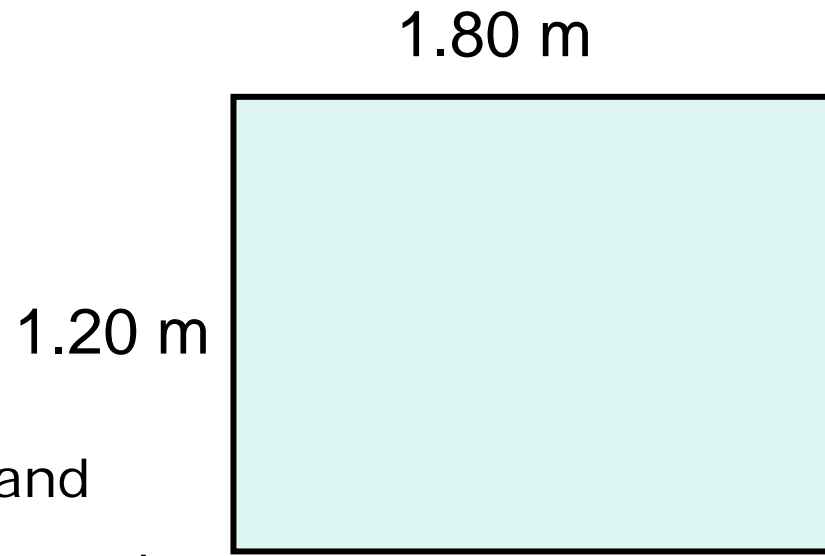
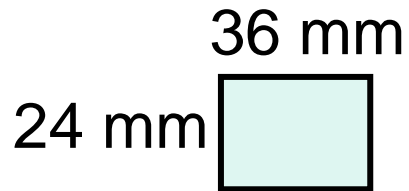
- Scanner-Auflösung
- Scan-Auflösung
- Bild-Auflösung
- Monitor-Auflösung
- Drucker-Auflösung
- Druck-Auflösung

Monitor-Auflösung

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



Dia-Auflösung



10 Linien pro cm Leinwand

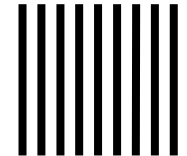
20 dots pro cm auf Leinwand

50-fache Vergrößerung

1000 dots pro cm auf Dia

2500 dots pro inch auf Dia

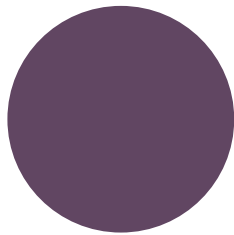
1 cm



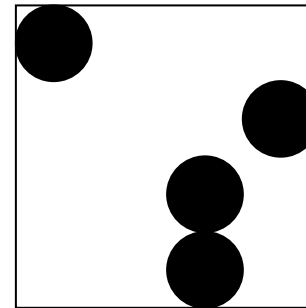
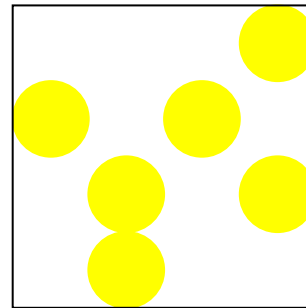
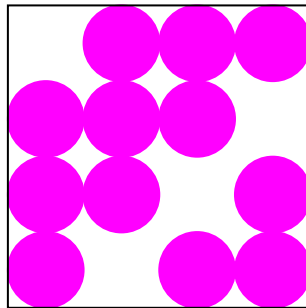
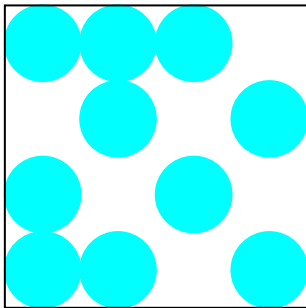
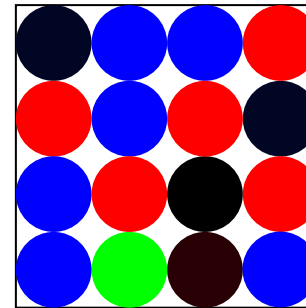
Abzug vom Dia

- 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

Rasterzelle



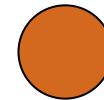
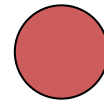
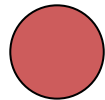
RGB 97 70 98
CMY 158 185 157
CMYK 158 192 97 64
4x4 10 12 6 4
Raster



[Demo in Adobe Photoshop](#)

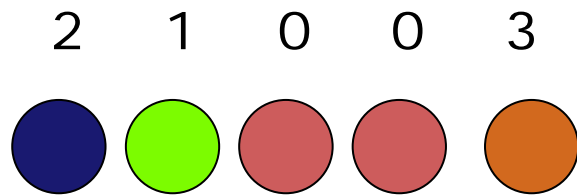
True Color

[25,25,112] [124,252,0] [205,92,92] [205,92,92] [25,25,112]



pro Pixel ein RGB-Wert = 3 Byte

Farbtabelle



bei 256 Einträgen

pro Pixel 1 Byte

bei 2^p Einträgen

pro Pixel p Bits

0	205	92	92
1	124	252	0
2	25	25	112
3	210	105	30
.			
.			
.			
255			

Standard-Farbpalette

- Bilde pro Farbwert 6 Abstufungen

x	0..25	26..76	77..127	128..178	179..229	230..255
q(x)	0	51	102	153	204	255

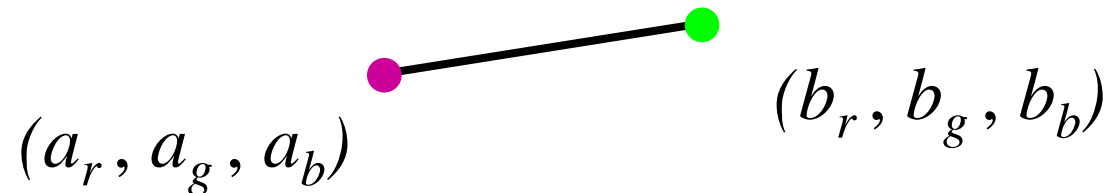
- trage alle Kombinationen in Tabelle ein
- Tabelle enthält $6 \cdot 6 \cdot 6 = 216$ Einträge
- Quantisiere durch $q(R), q(G), q(B)$

$$q(x) := \left\lfloor \frac{x + 25}{51} \right\rfloor \cdot 51$$

- Vergib zuständigen Index

Bildbezogene Farbtabelle

Definiere Abstand zwischen zwei Farben



$$d(a, b) = \sqrt{(a_r - b_r)^2 + (a_g - b_g)^2 + (a_b - b_b)^2}$$

Sei F die Menge der beobachteten Farben.

Suche Menge M von Repräsentanten.

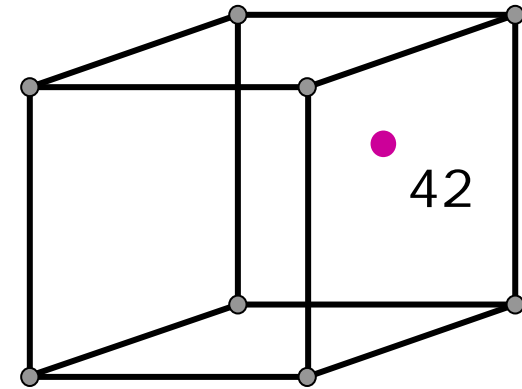
Minimiere $\Delta := \max_{x \in F} \min_{p \in M} d(p, x)$

Popularity-Algorithmus

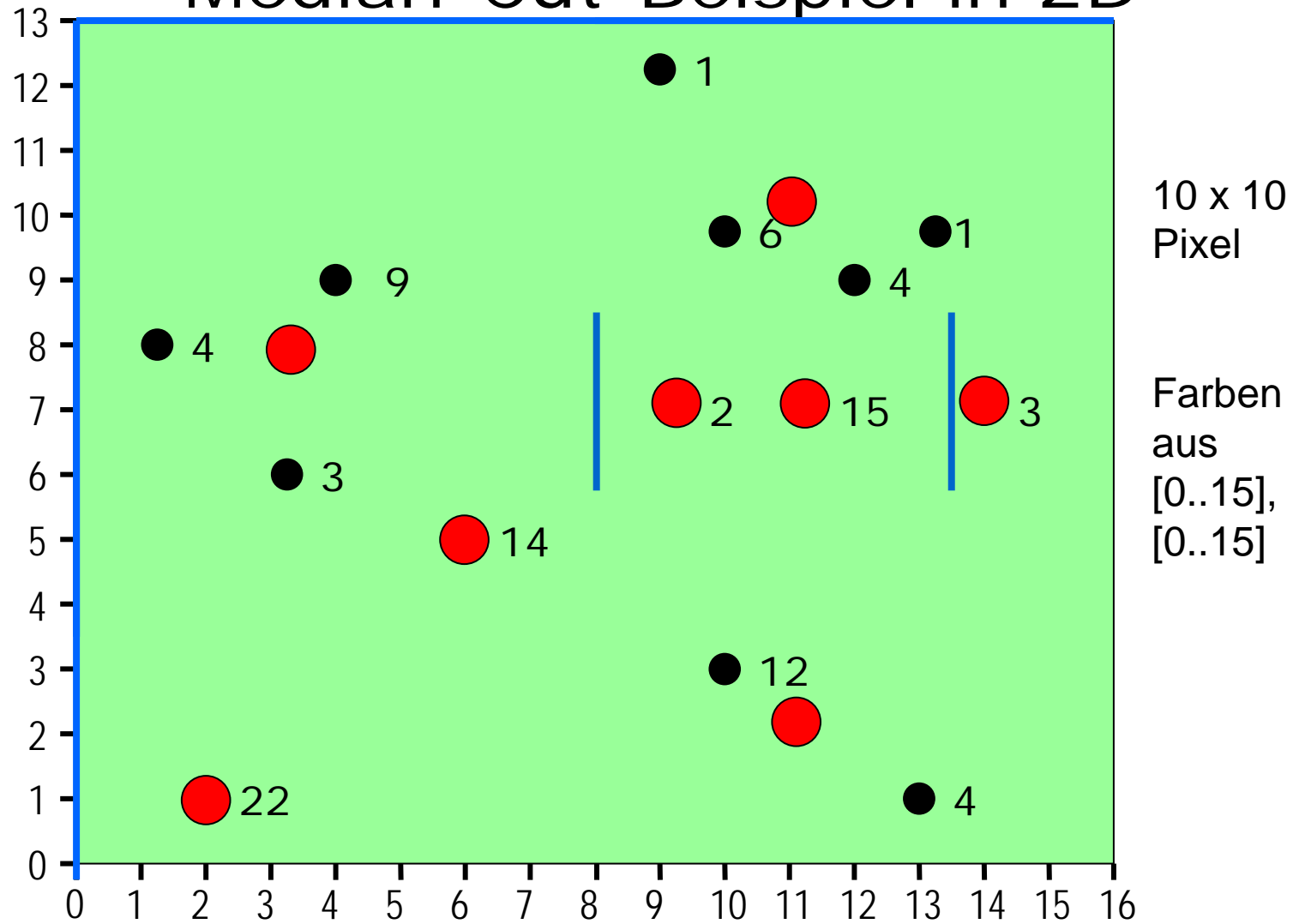
- Wähle die k häufigsten Farben
- Problem: selten vorkommende Farben werden sehr schlecht repräsentiert.

Median Cut

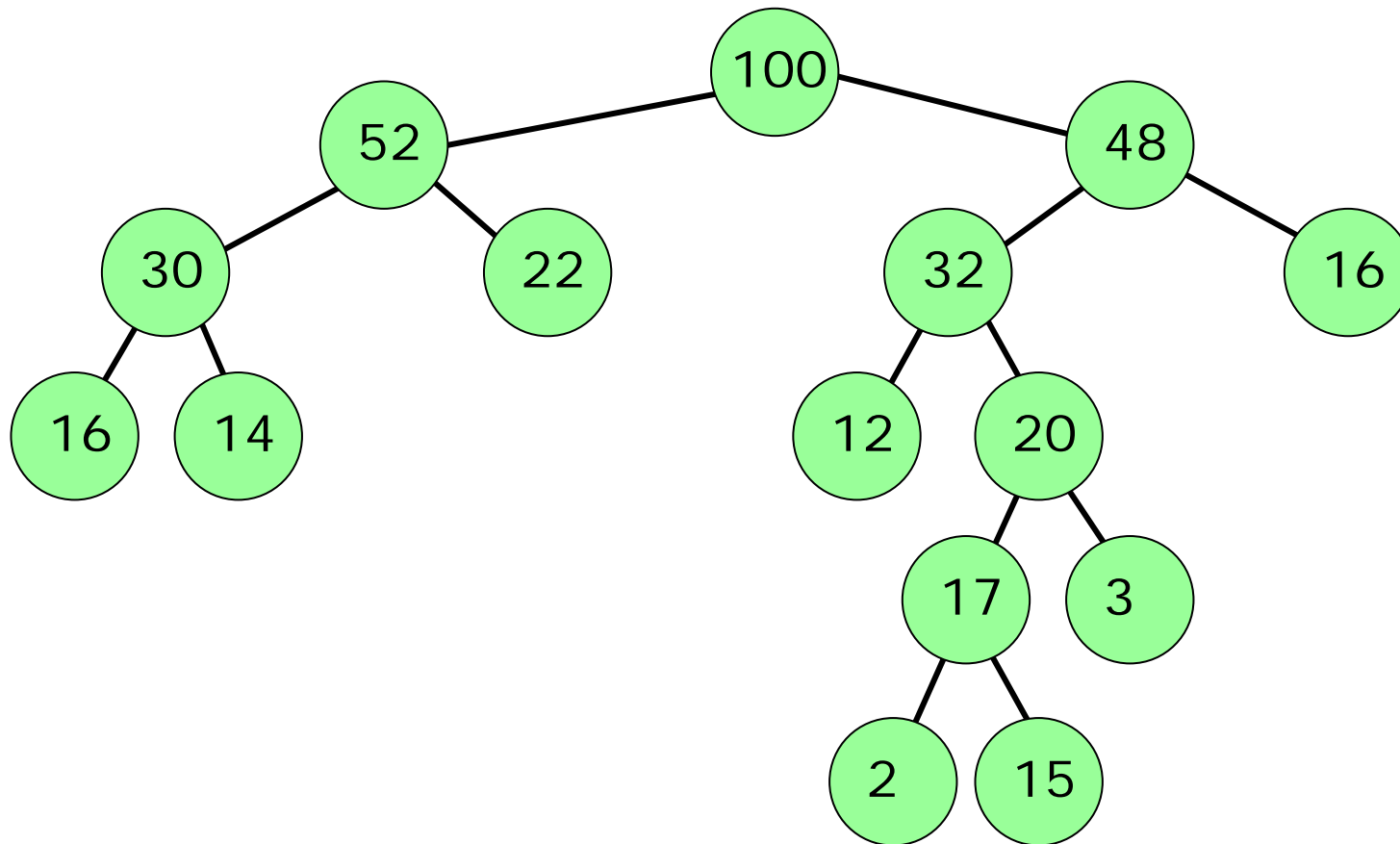
- Gesucht: p Repräsentanten
- Bilde RGB-Würfel
- an Position (x,y,z) vermerke die Häufigkeit der beobachteten Farbe (x,y,z)
- Bilde p Teilwürfel
- Bestimme Repräsentant pro Teilwürfel



Median-Cut-Beispiel in 2D



Median-Cut-Baum



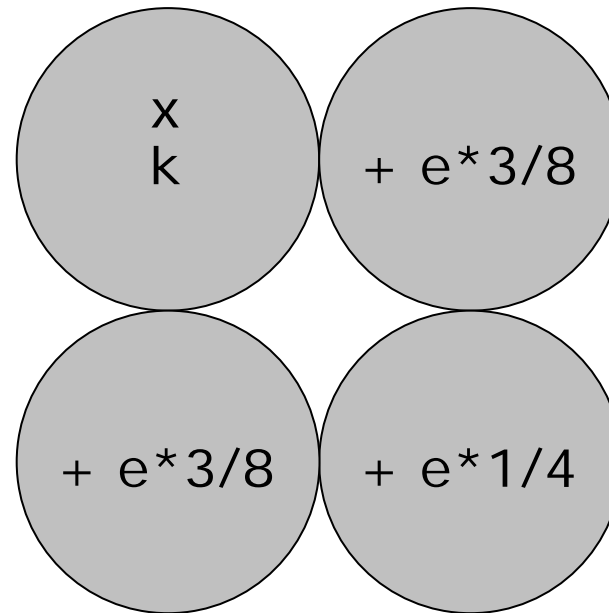
Floyd-Steinberg-Dithering

Farbe x

Repräsentant $k = p(x)$

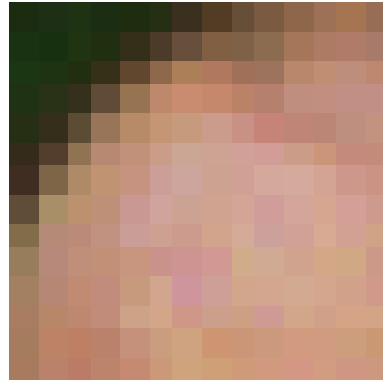
Fehler $e = d(x, k)$

färbe mit k
und verteile Fehler



Floyd-Steinberg-Dithering-Beispiel

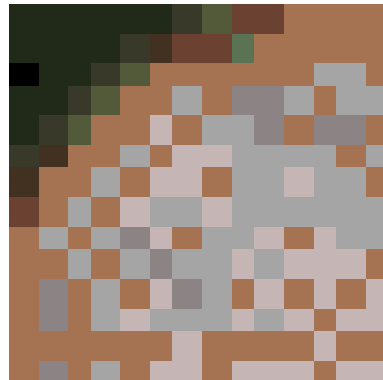
24 Bit



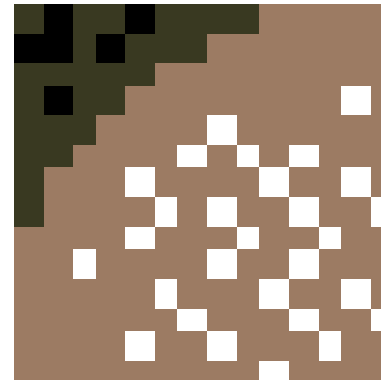
8 Bit



4 Bit



2 Bit



LZW

komprimiere Text
durch Verweise
auf Strings in Tabelle

ababcbab**ababab**

1 2 4 3 5 8

	String	Code
a	. a	1
b	. b	2
c	. c	3
ab	1 b	4
ba	2 a	5
abc	4 c	6
cb	3 b	7
bab	5 b	8
baba	8 a	9

GIF

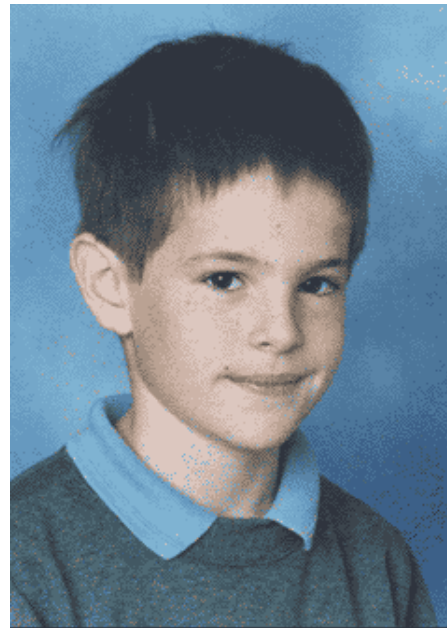
- Farbtabelle mit bis zu 256 Farben
- Transparenz
- LZW-Komprimierung
- [Animation](#)



Adobe Photoshop



jan.tif 141 KB
True-Color 24 Bit



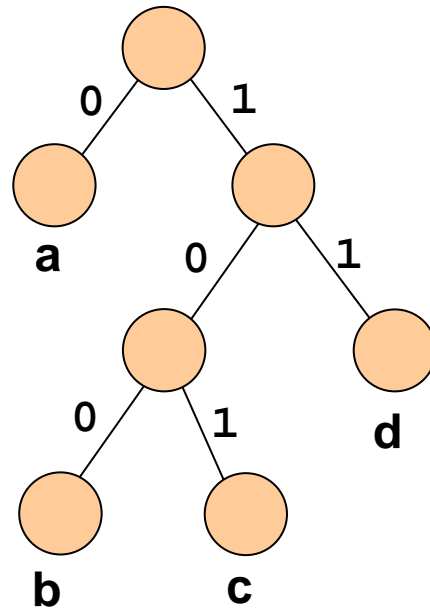
jan.gif 19 KB
Indiziert 4 Bit

Textkompression

aaaaaaaa

Laufängenkodierung: 8a

a	00
b	01
c	10
d	11



Huffmankodierung:

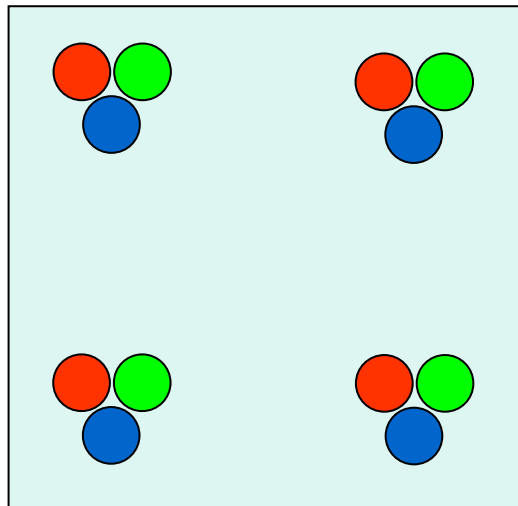
a	0
b	100
c	101
d	11

JPEG

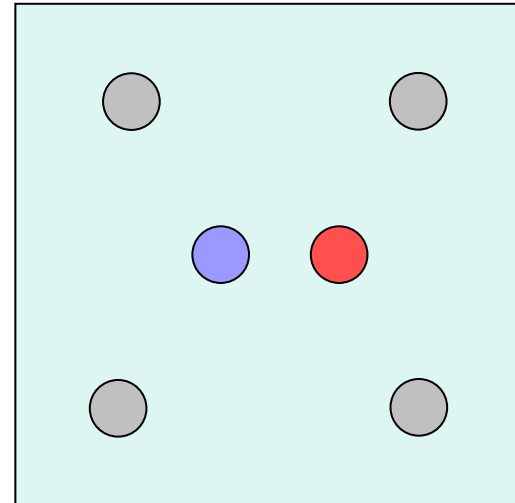
- Transformation nach YUV
- Diskrete Cosinus-Transformation
- Quantisierung
- Lauflängenkodierung
- Huffmankodierung



Transformation nach YUV

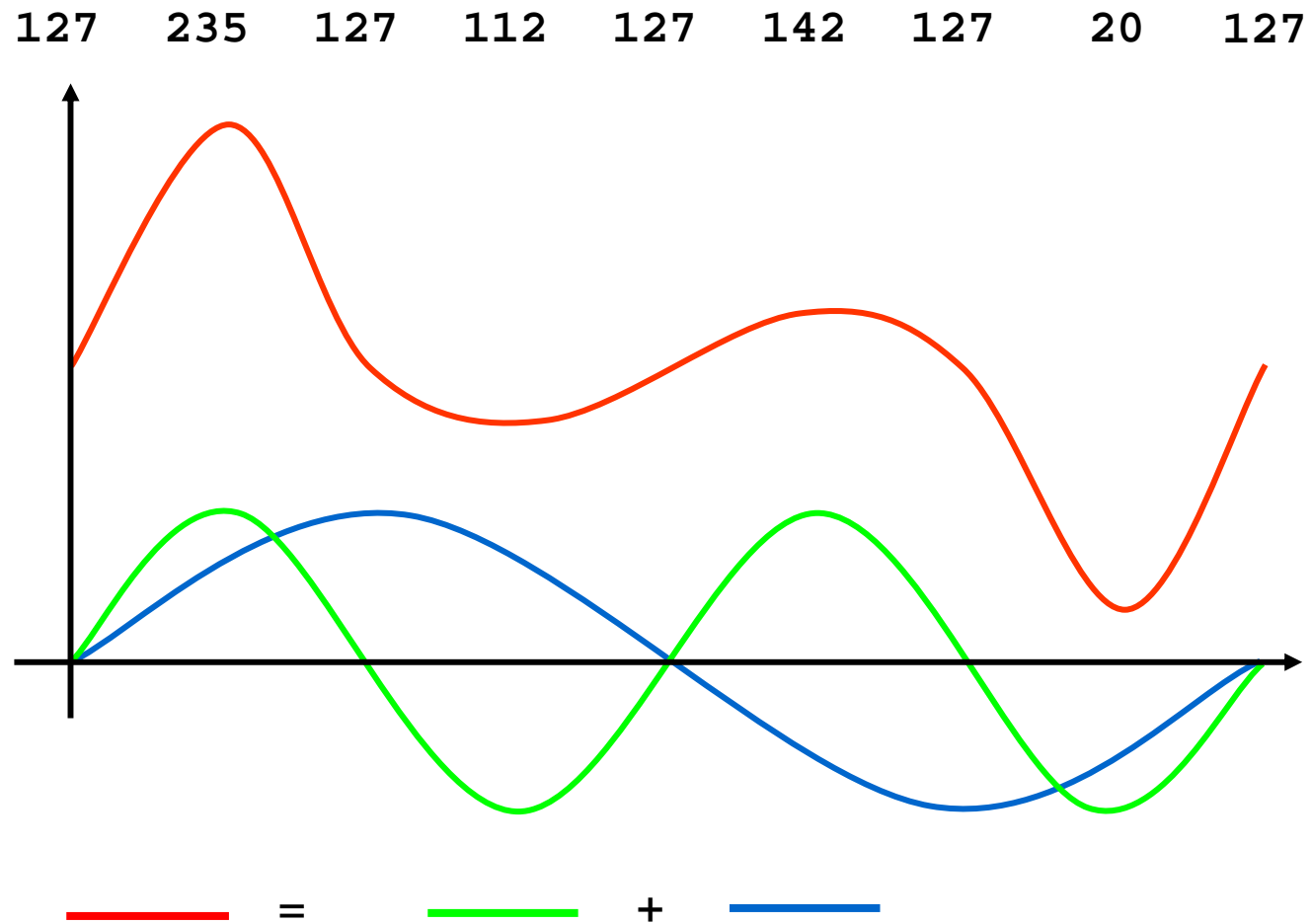


12 Farbwerte



4 Grauwerte
2 Farbdifferenzen

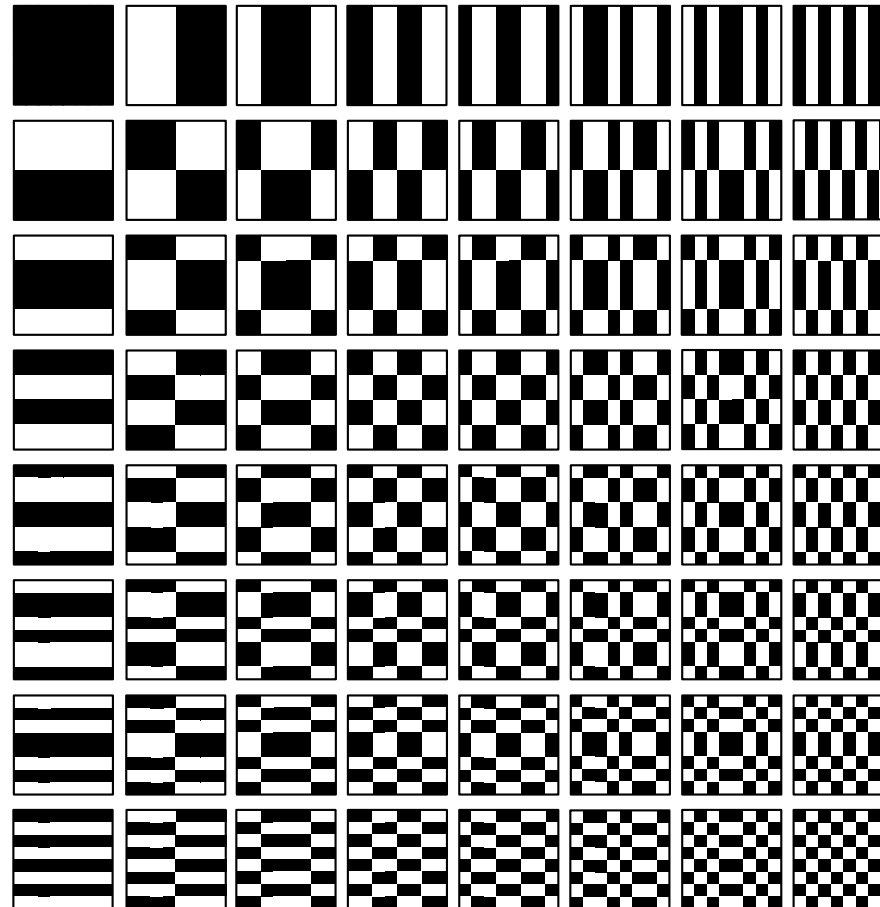
Zerlegung einer Schwingung



Diskrete Cosinus-Transformation

$$s[u, v] := \frac{1}{4} \cdot c_u \cdot c_v \cdot \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f[x, y] \\ \cdot \cos \frac{(2x + 1) \cdot u \cdot \pi}{16} \cdot \cos \frac{(2y + 1) \cdot v \cdot \pi}{16}$$
$$c_u, c_v := \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & u, v = 0 \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Veranschaulichung der DCT



Ausgangsmatrix



A:

95	88	87	95	88	95	95	95
143	144	151	151	153	170	183	181
153	151	162	166	162	151	126	117
143	144	133	130	143	153	159	175
123	112	116	130	143	147	162	189
133	151	162	166	170	188	166	128
160	168	166	159	135	101	93	98
154	155	153	144	126	106	118	133

verschiebe nach [-128..127]

wende DCT an

M :

0.353553	0.353553	0.353553	0.353553	0.353553	0.353553	0.353553	0.353553
0.490393	0.415735	0.277785	0.097545	-0.097545	-0.277785	-0.415735	-0.490393
0.461940	0.191342	-0.191342	-0.461940	-0.461940	-0.191342	0.191342	0.461940
0.415735	-0.097545	-0.490393	-0.277785	0.277785	0.490393	0.097545	-0.415735
0.353553	-0.353553	-0.353553	0.353553	0.353553	-0.353553	-0.353553	0.353553
0.277785	-0.490393	0.097545	0.415735	-0.415735	-0.097545	0.490393	-0.277785
0.191342	-0.461940	0.461940	-0.191342	-0.191342	0.461940	-0.461940	0.191342
0.097545	-0.277785	0.415735	-0.490393	0.490393	-0.415735	0.277785	-0.097545

$$B := M \cdot A \cdot M^T$$

Frequenzkoeffizienten

B:

DC

AC

93	2	-8	-7	3	1	1	-2
-38	-58	11	17	-3	5	5	-3
-84	63	-1	-17	2	7	-4	-0
-51	-37	-10	13	-10	5	-1	-4
-85	-42	50	-8	18	-5	-1	1
-63	66	-13	-1	2	-6	-2	-2
-16	14	-37	18	-12	4	3	-3
-53	31	-7	-10	23	-0	2	2

Quantisierungsmatrix

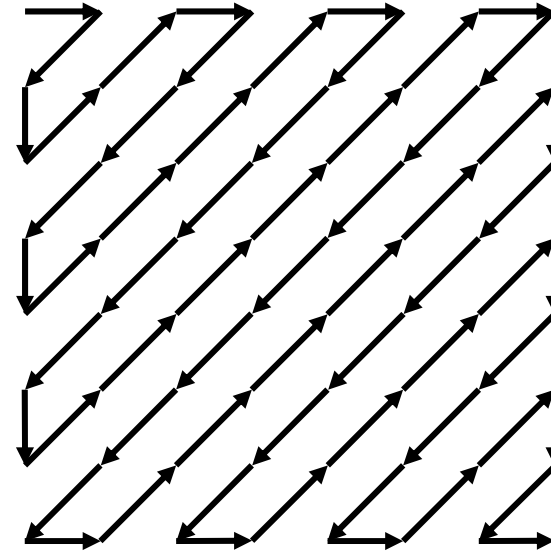
Q:

3	5	7	9	11	13	15	17
5	7	9	11	13	15	17	19
7	9	11	13	15	17	19	21
9	11	13	15	17	19	21	23
11	13	15	17	19	21	23	25
13	15	17	19	21	23	25	27
15	17	19	21	23	25	27	29
17	19	21	23	25	27	29	31

$$r[u, v] := \left\lfloor \frac{b[u, v]}{q[u, v]} \right\rfloor$$

quantisierte Koeffizienten

31	0	-1	0	0	0	0	0
-7	-8	1	1	0	0	0	0
-12	7	0	-1	0	0	0	0
-5	-3	0	0	0	0	0	0
-7	-3	3	0	0	0	0	0
-4	4	0	0	0	0	0	0
-1	0	-1	0	0	0	0	0
-3	1	0	0	0	0	0	0



11,2,-3

i: Zahl der Nullen bis ungleich 0

j: Zahl der erforderlichen Bits

k: Wert mit j Bits kodiert

Huffman-Kodierung

EOB	1010
0/1	00
0/2	01
0/3	100
0/4	1011
0/5	11010
0/6	1111000
0/7	11111000
0/8	1111110110
0/9	1111111110000010
...	
1/1	1100
1/2	11011
1/3	1111001
...	
11/1	1111111001
11/2	111111111010000

7	111
6	110
5	101
4	100
3	11
2	01
1	1
-1	0
-2	10
-3	00
-4	011
-5	010
-6	001
-7	000

111111111101000000

Ausgangsmatrix und Ergebnis

```
01011111 01011000 01010111 01011111 01011000 01011111 01011111 01011111
10001111 10010000 10010111 10010111 10011001 10101010 10110111 10110101
10011001 10010111 10100010 10100110 10100010 10010111 01111110 01110101
10001111 10010000 10000101 10000010 10001111 10011001 10011111 10101111
01111011 01110000 01110100 10000010 10001111 10010011 10100010 10111101
10000101 10010111 10100010 10100110 10101010 10111100 10100110 10000000
10100000 10101000 10100110 10011111 10000111 01100101 01011101 01100010
10011010 10011011 10011001 10010000 01111110 01101010 01110110 10000101
```

DC:

```
00011111
```

AC:

```
1111001000101100111011011100011001100111100010100000010011001
1110100110110010001100010010001111111111111010000000010001010
```


vorher - nachher



Adobe Photoshop



jan.tif 141 KB



jan.jpg 10 KB

TIF

[~cg/2010/skript/node73.html](#)