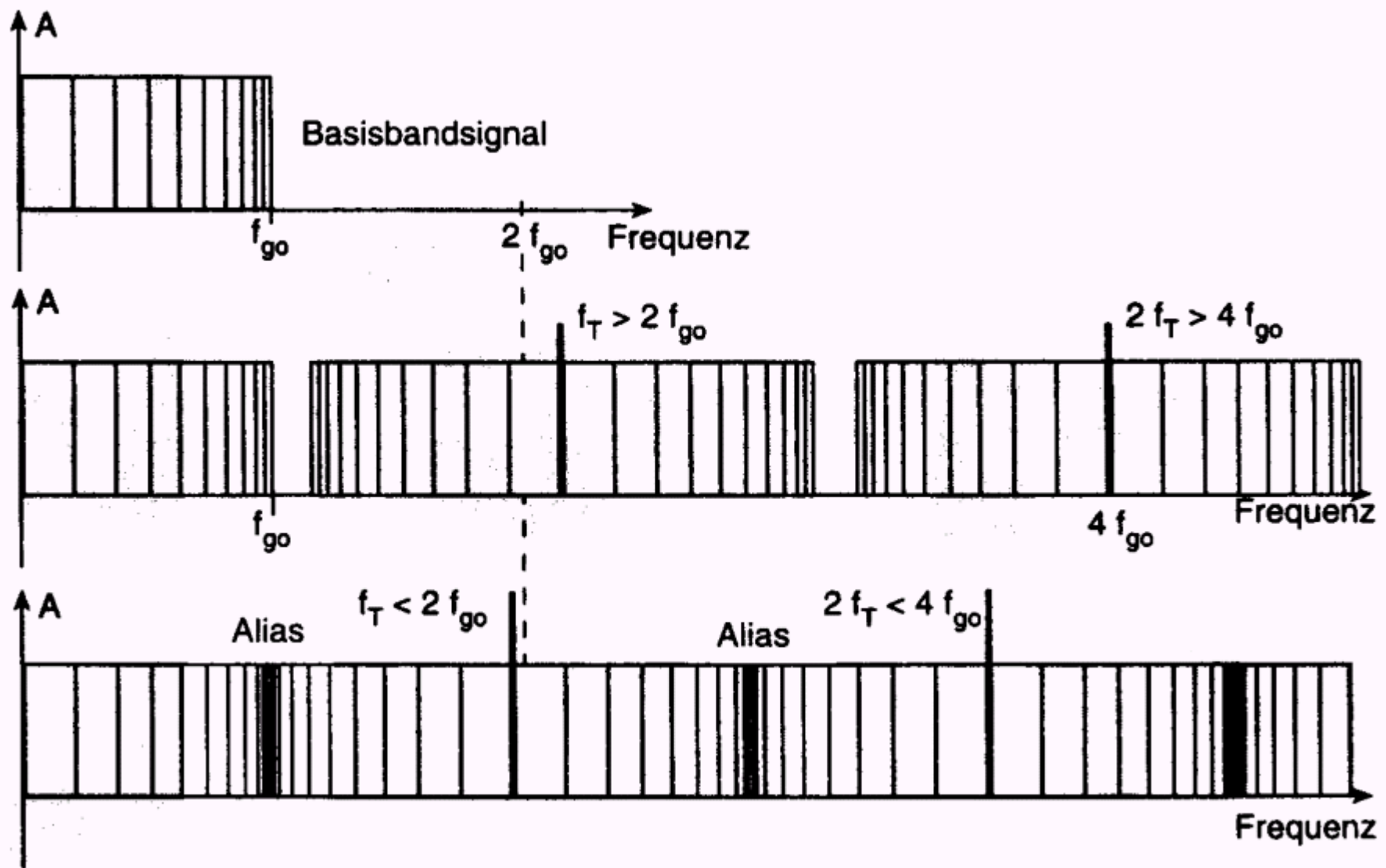


---

# Digitale Bilder

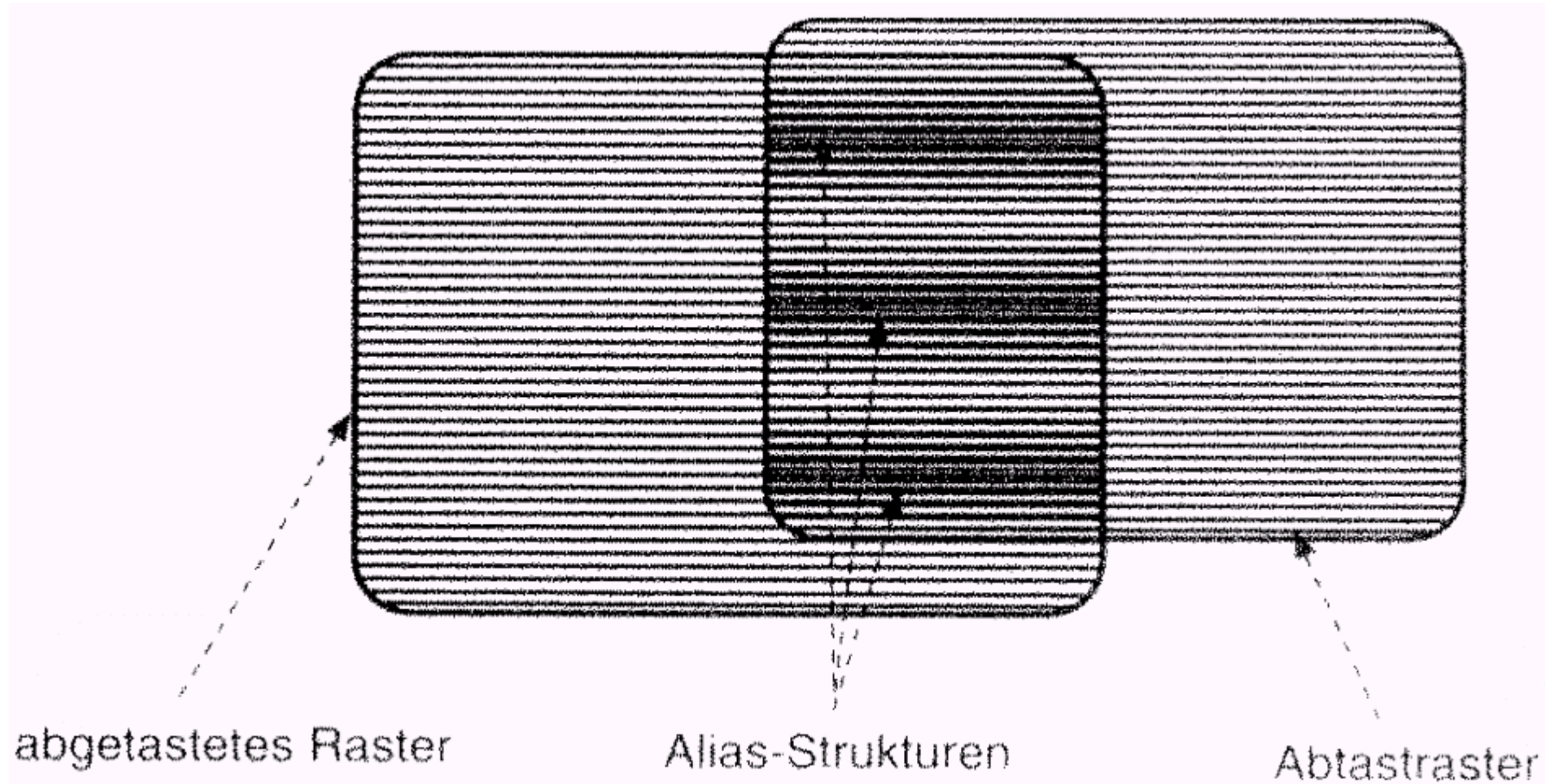
Dipl.-Ing. Guido Heising

# 1. Digitalisierung von Video-Signalen



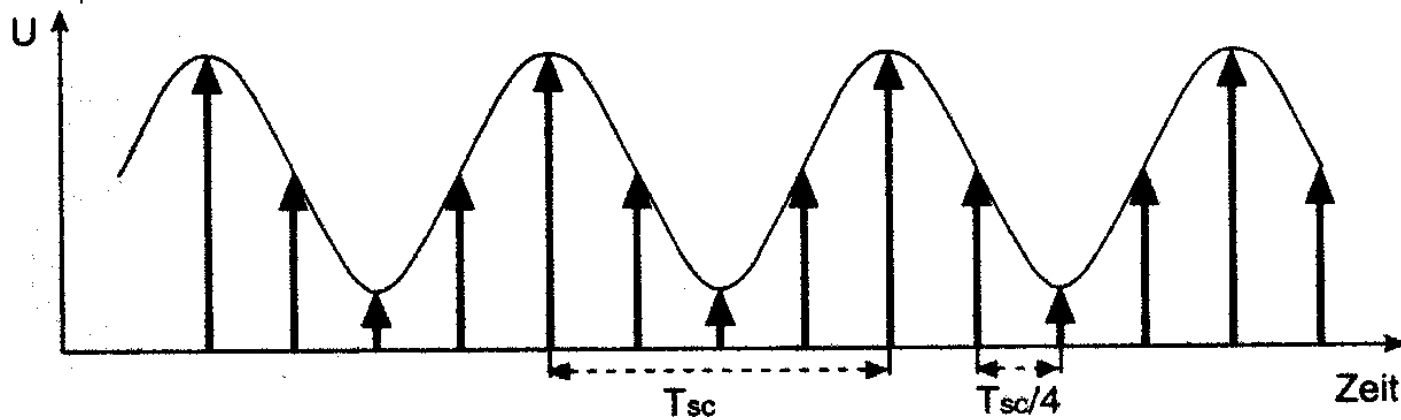
Alias-Entstehung im Frequenzband

# 1. Digitalisierung von Video-Signalen

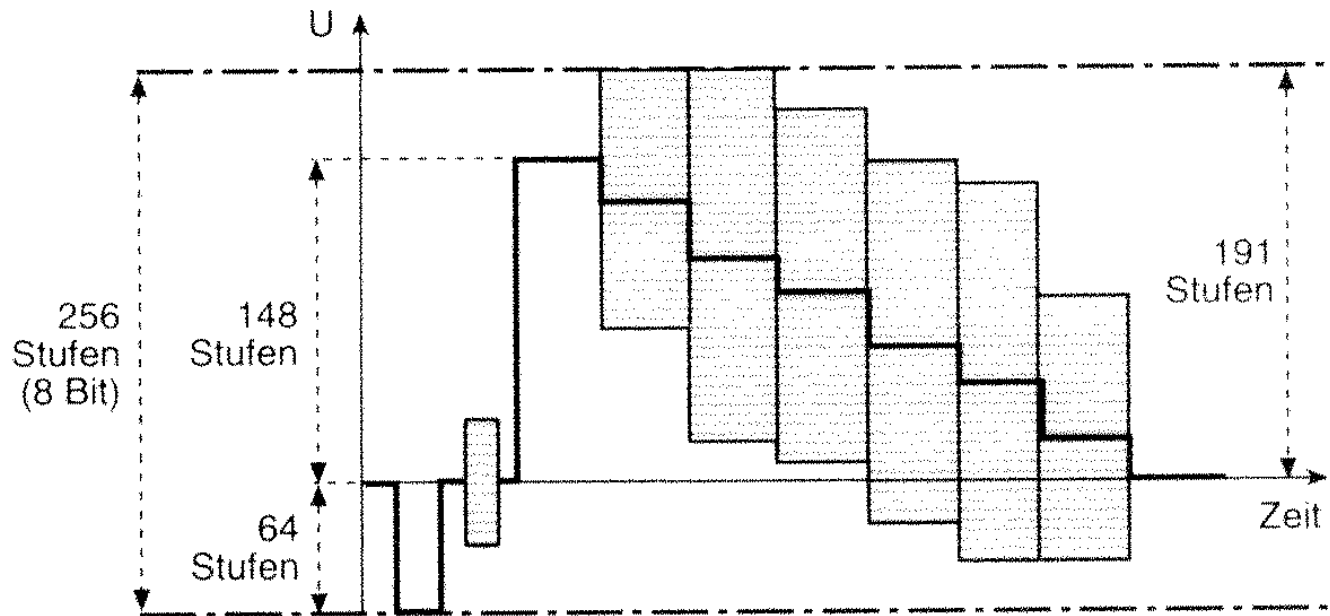


## Entstehung von Alias-Strukturen

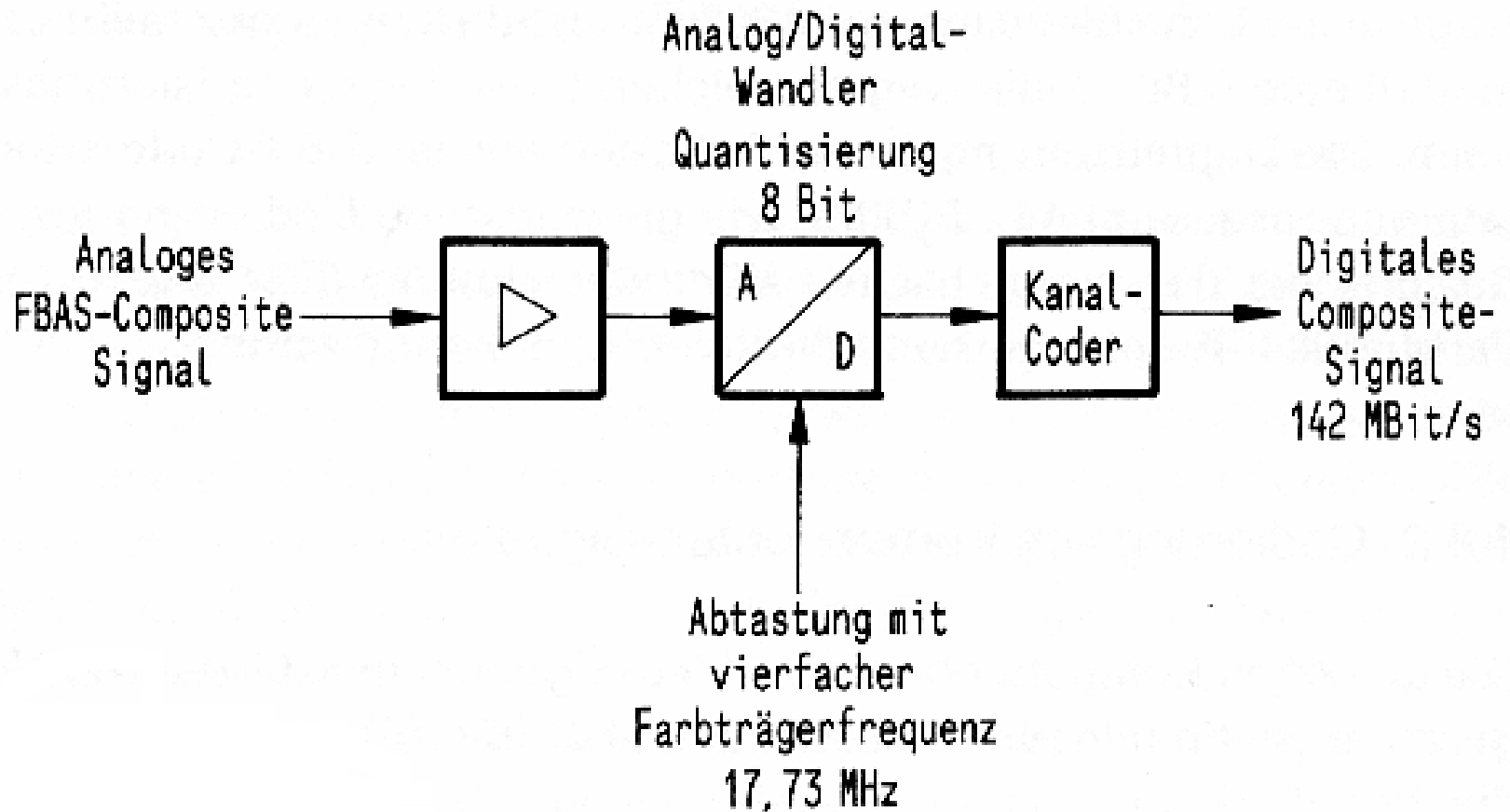
# 1. Digitalisierung von Video-Signalen



**Abtastung mit der vierfachen Farbträgerfrequenz**



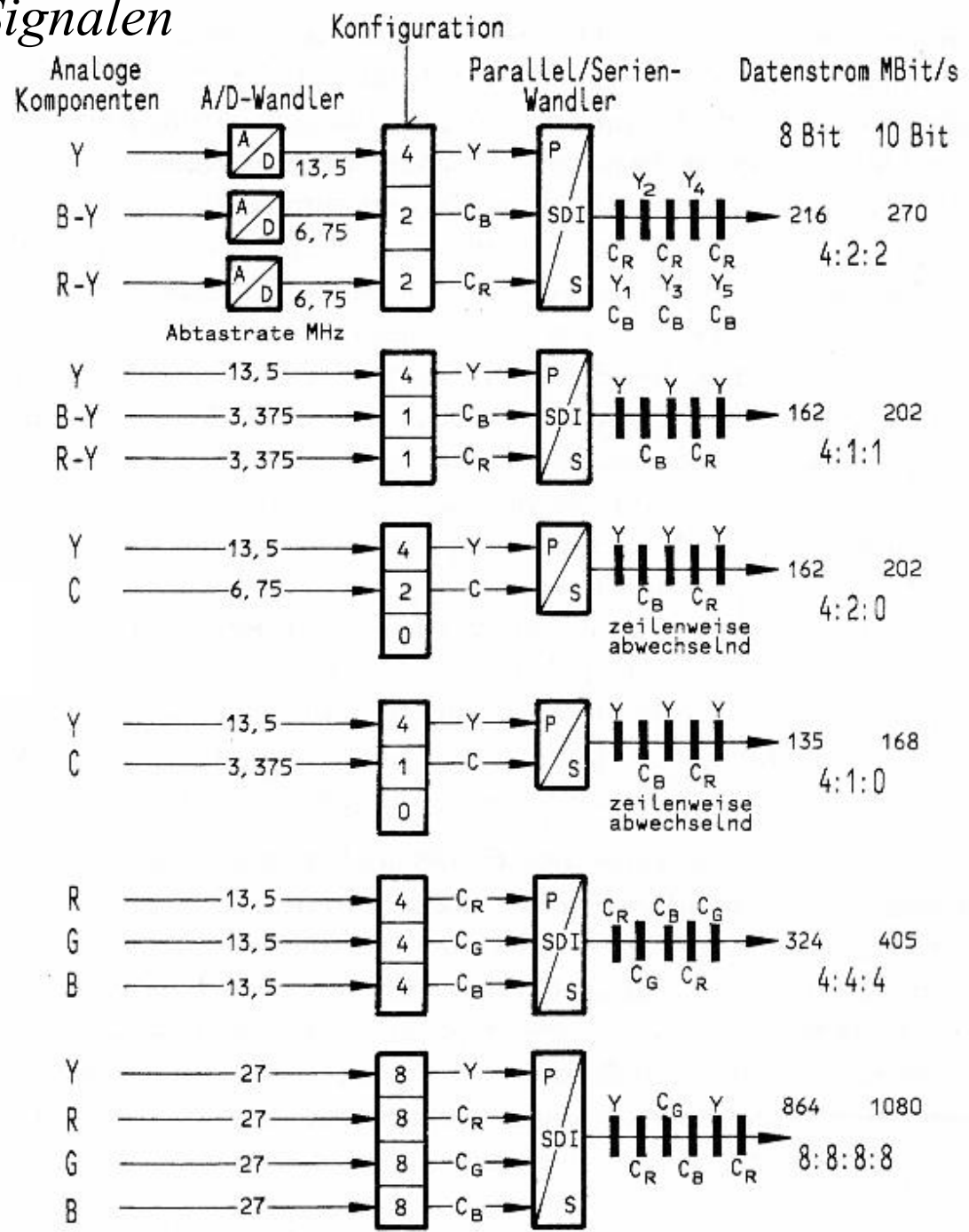
# 1. Digitalisierung von Video-Signalen



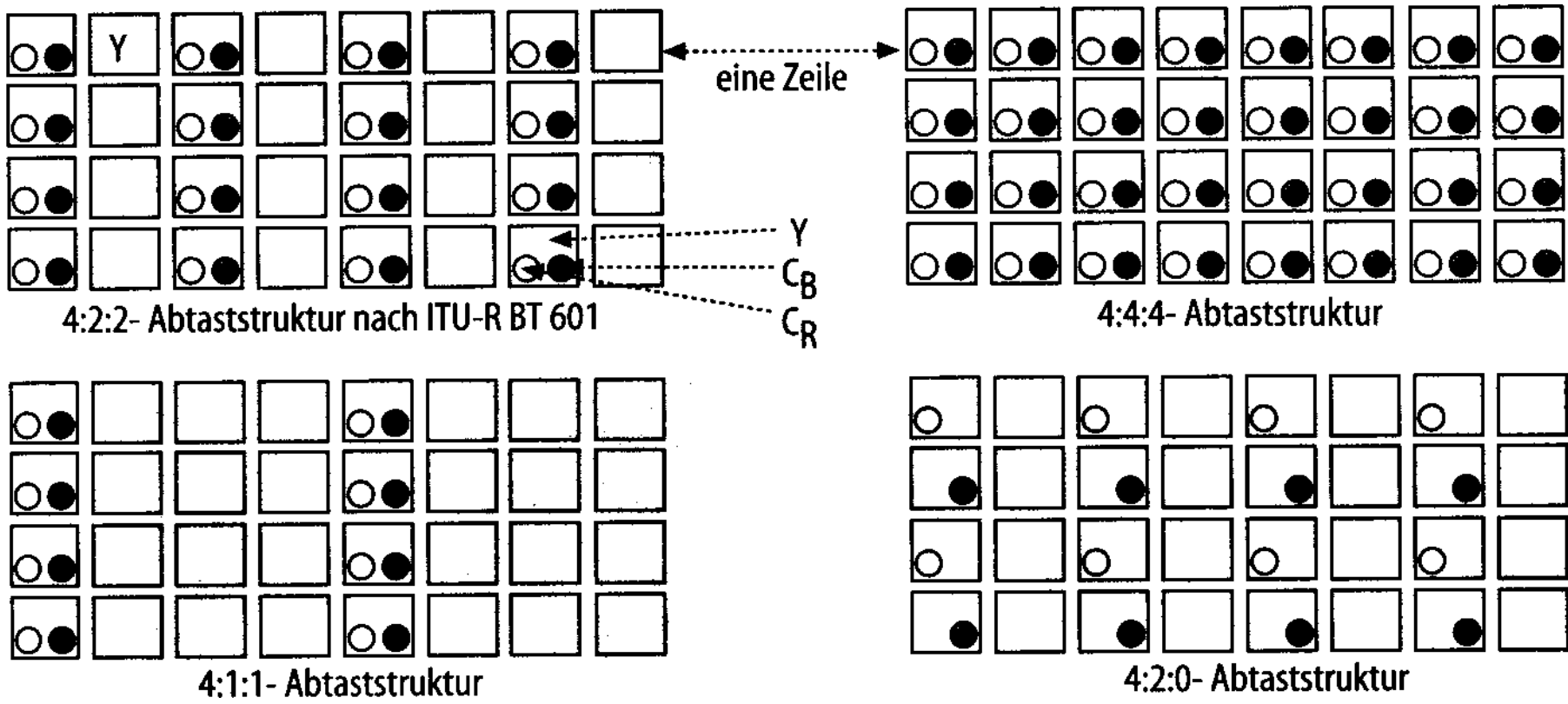
## Digitalisierung des FBAS-Signals

# 1. Digitalisierung von Video-Signalen

## Digitalisierung von Komponentensignalen

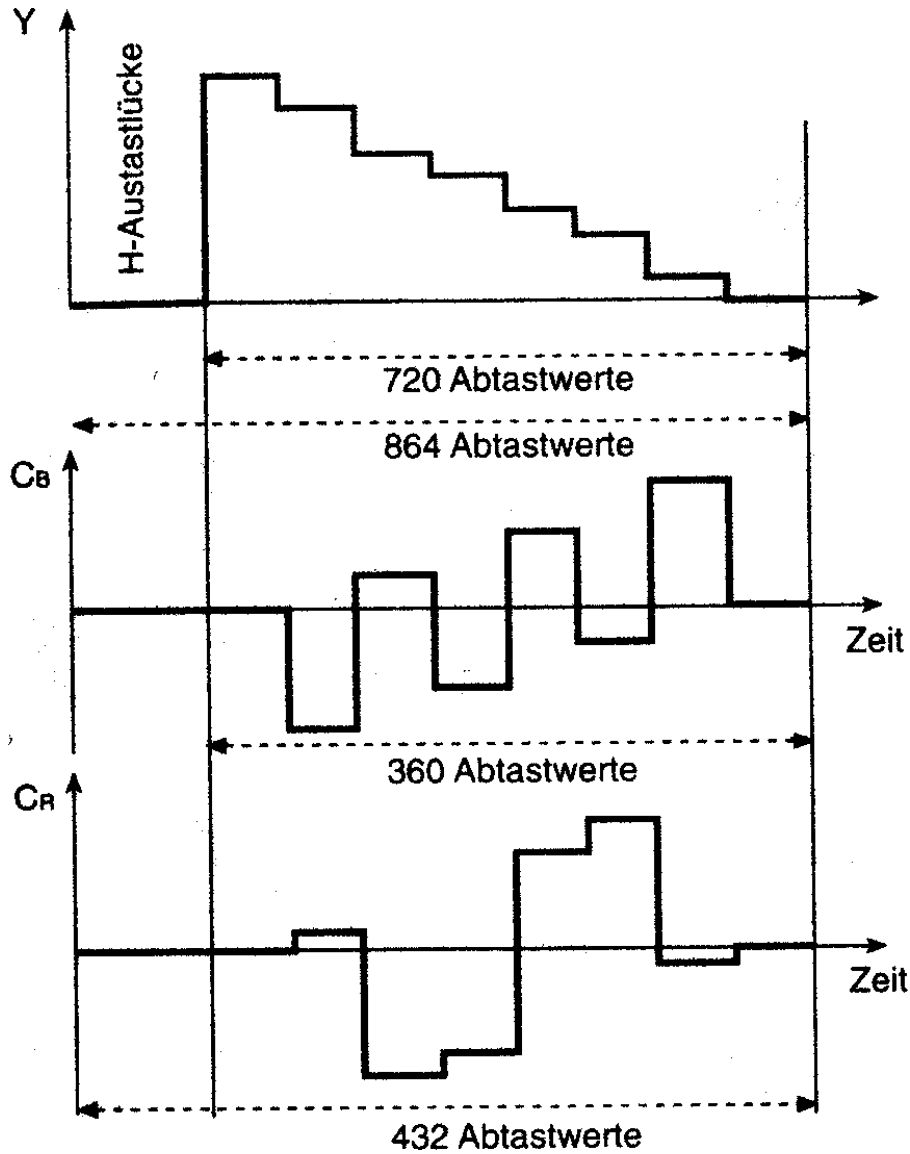


# 1. Digitalisierung von Video-Signalen

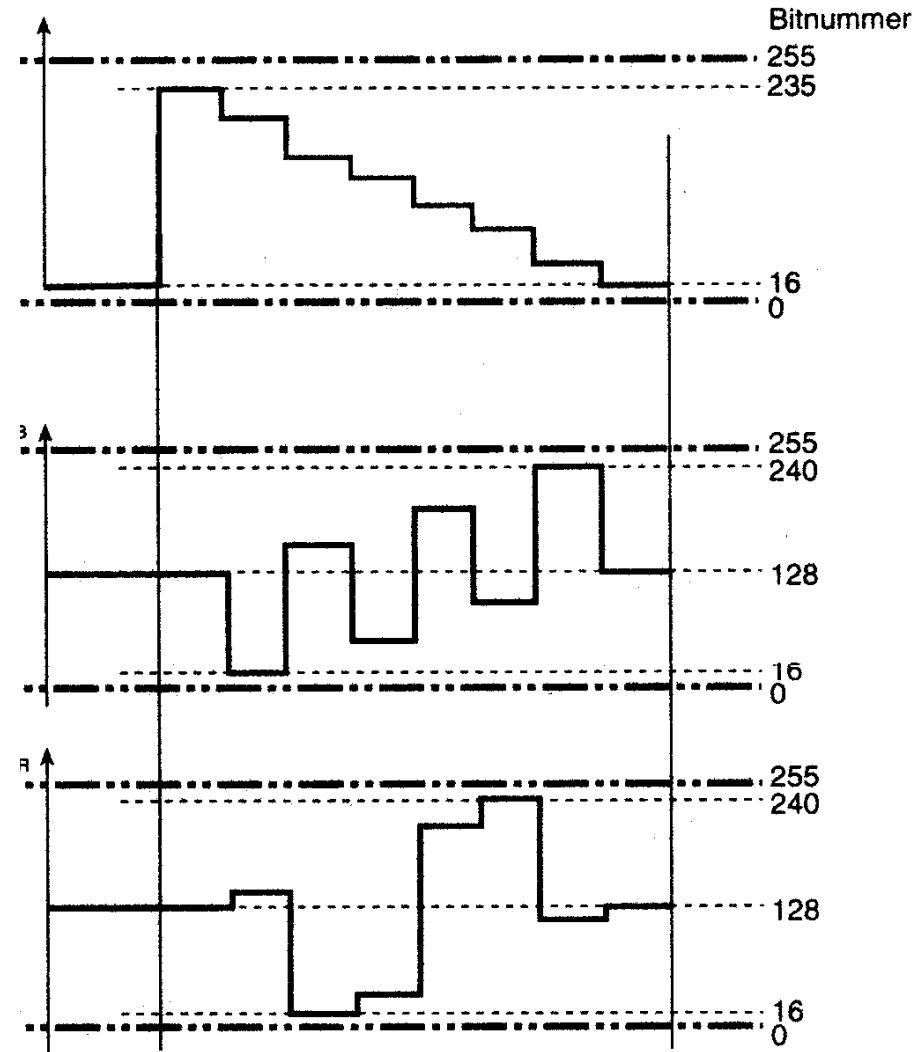


## Gebräuchliche Abtaststrukturen und deren Bezeichnungen

# 1. Digitalisierung von Video-Signalen

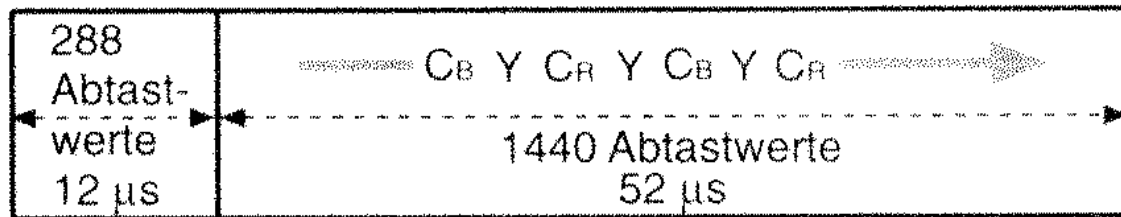
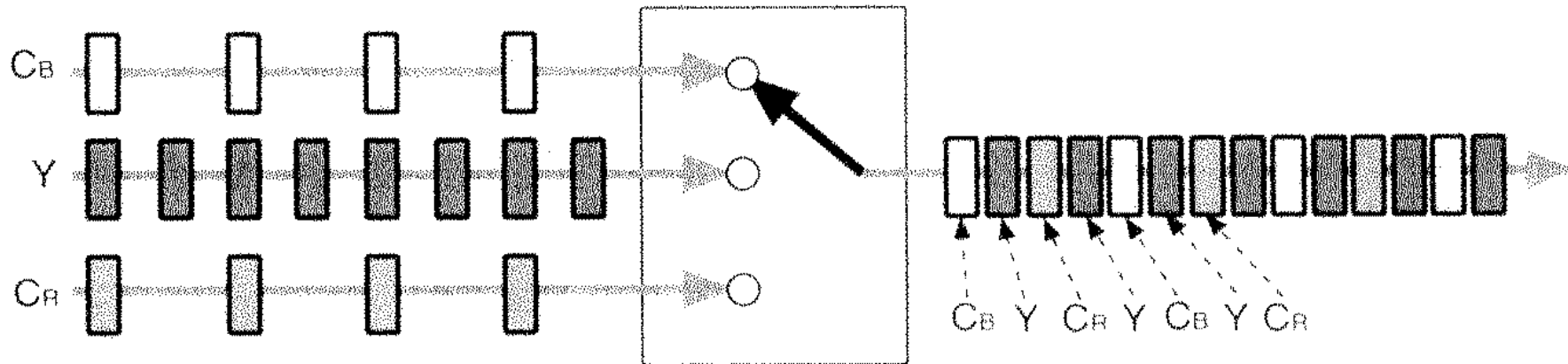


Abtastwerte pro Zeile nach CCIR 601

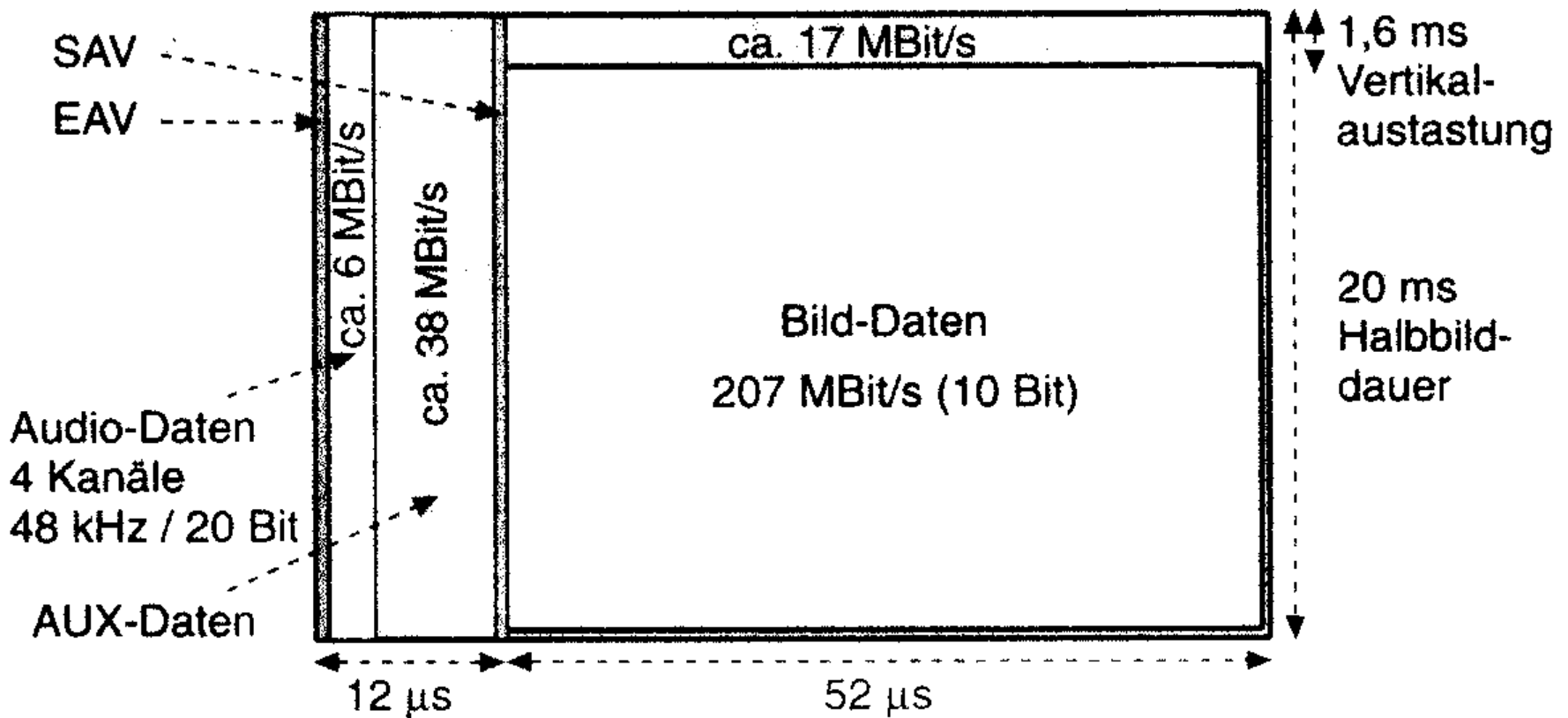


Quantisierung der Komponenten nach CCIR 601

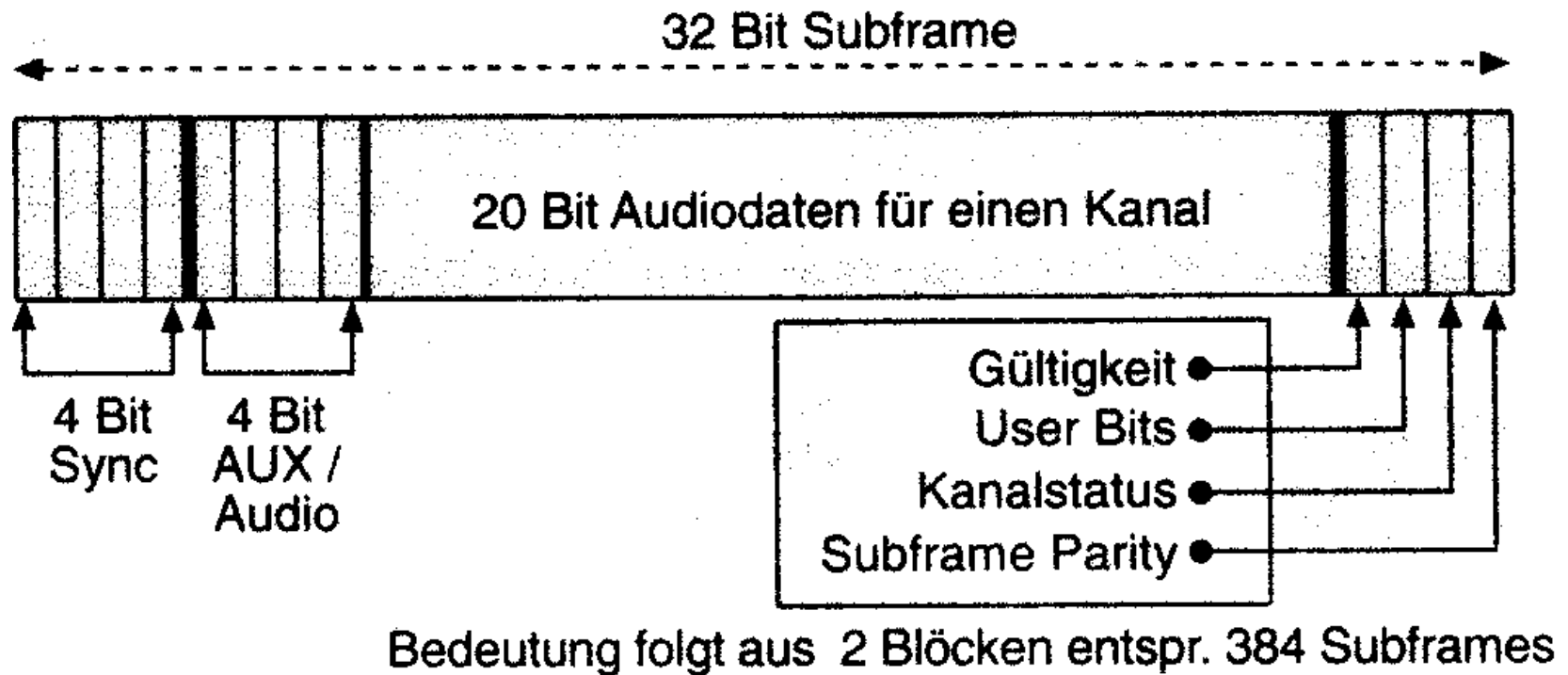




Multiplexbildung von  $Y$ ,  $C_B$  und  $C_R$  bei der Signalspeicherung



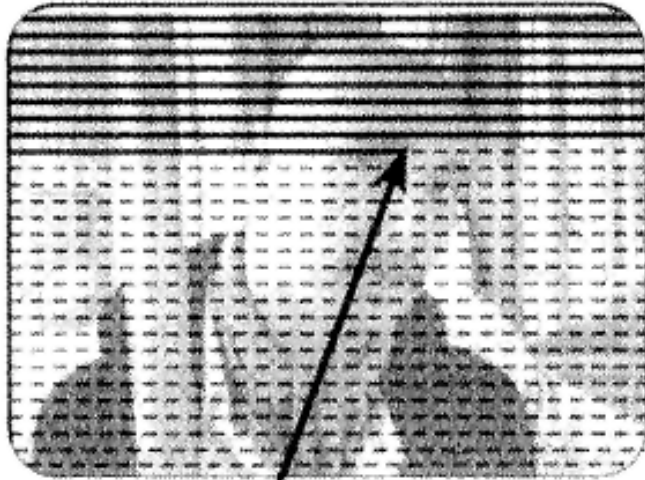
Verteilung der Zusatzdaten in den Austastlücken



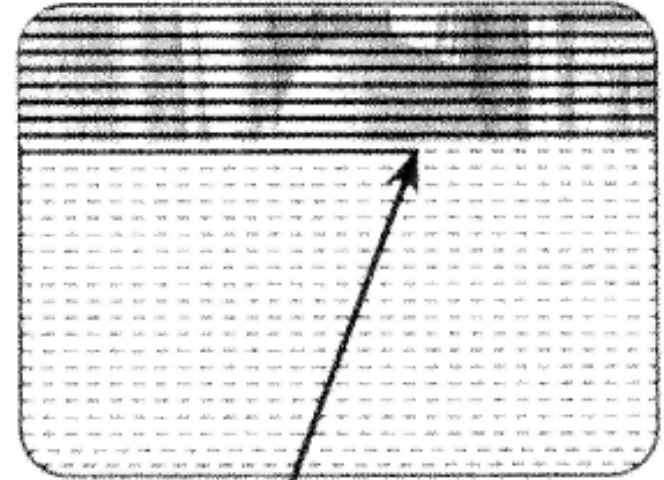
## Digitales Audioformat nach AES/EBU

# Bildübertragungsprinzip

## Bildvorlage



## Bildwiedergabe



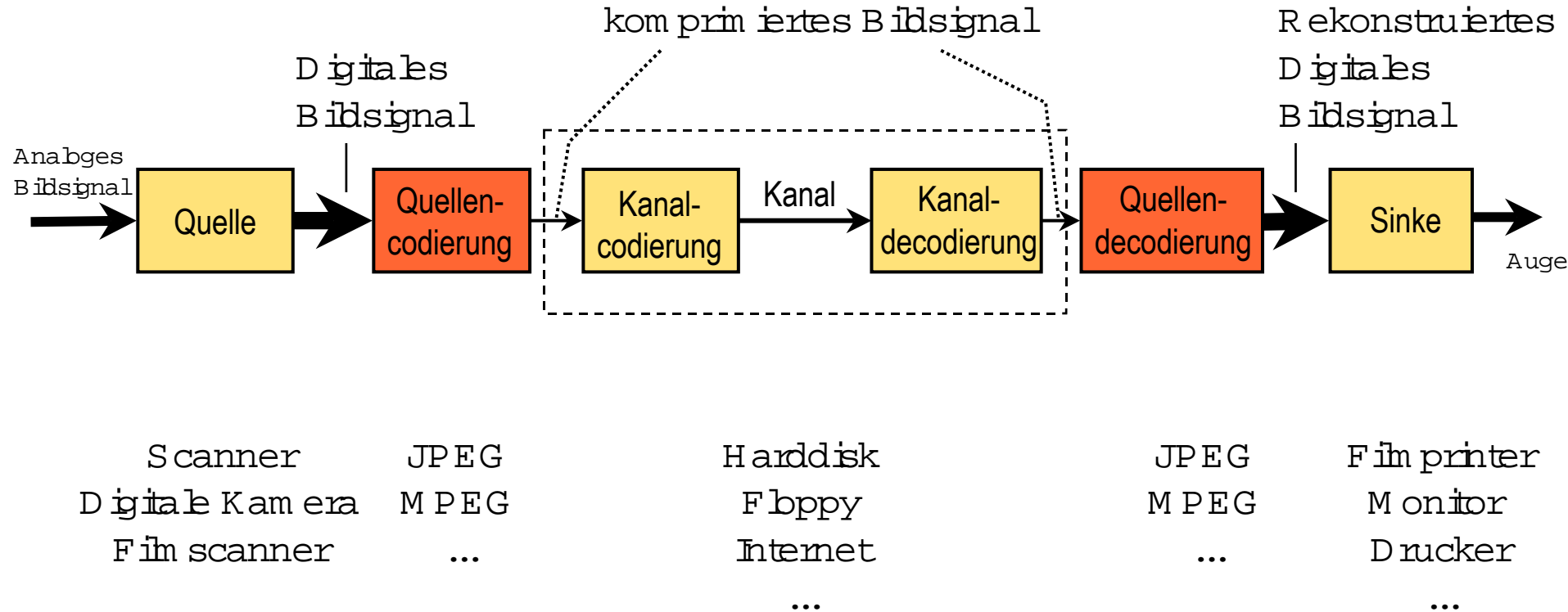
Synchronisation

Signalübertragung

opt./ elektr.  
Wandler

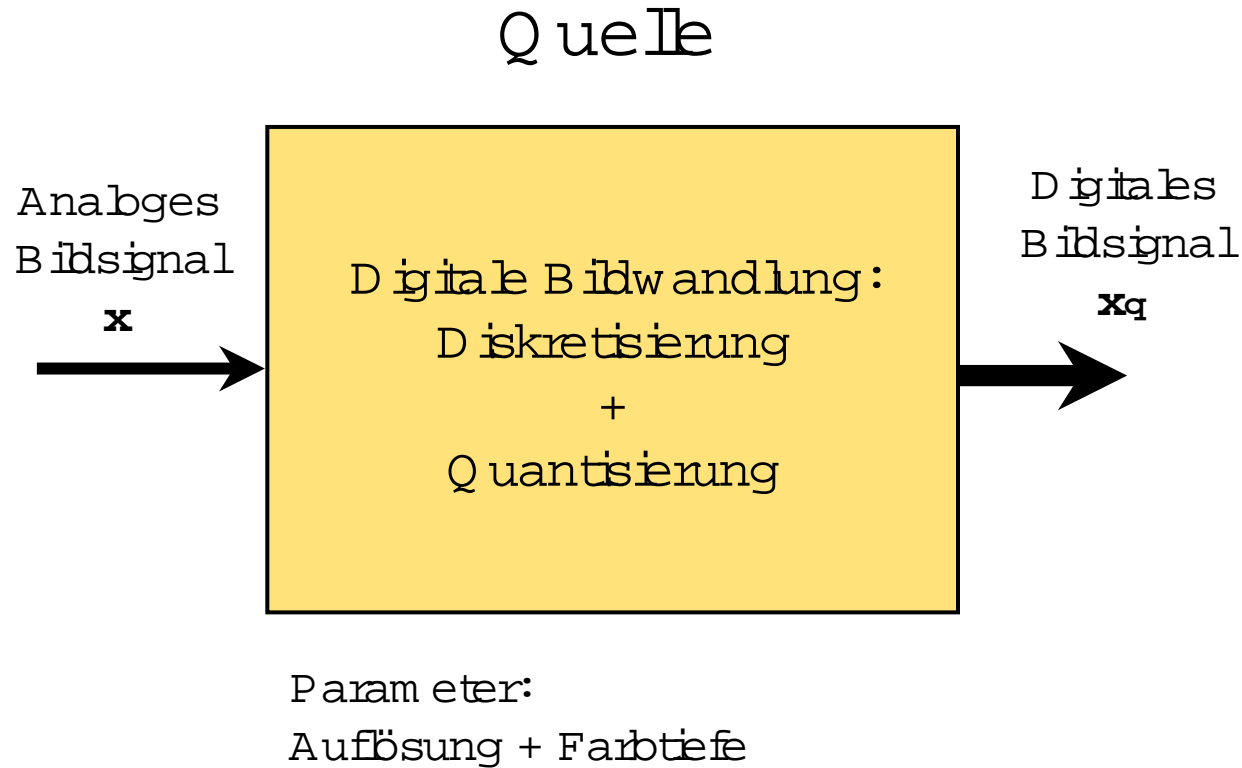
elektr./ opt.  
Wandler

# Digitale Bildübertragungstrecke

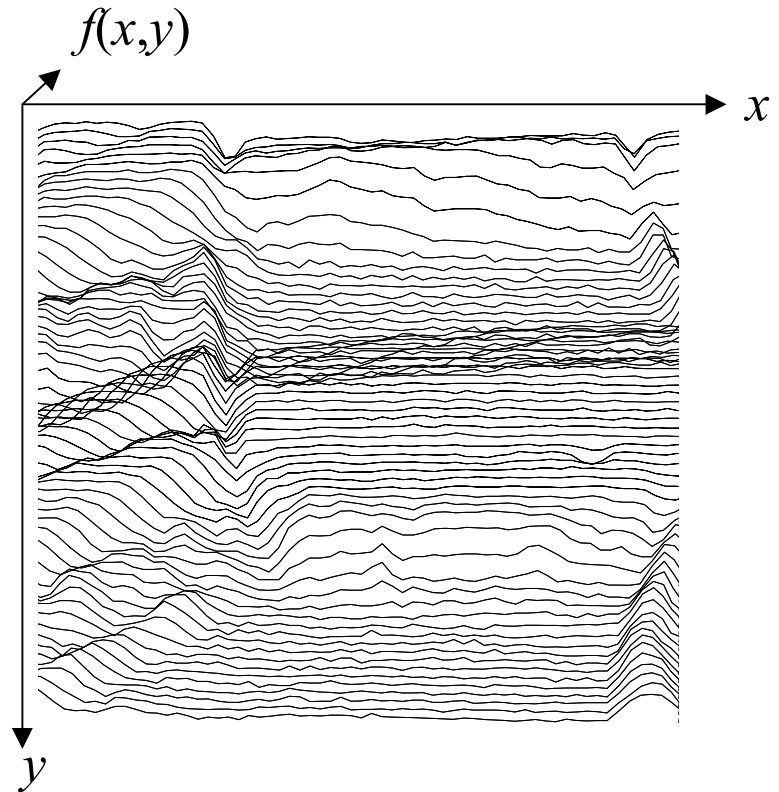
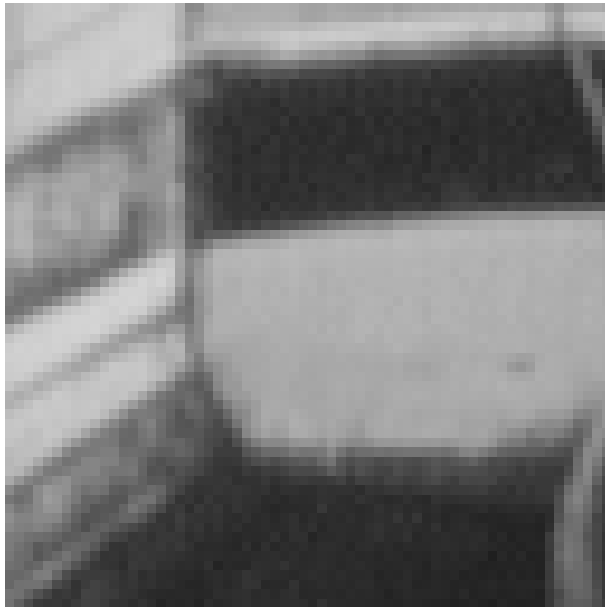


Was passiert bei einer  
Analog-Digital-Wandlung?

# Digitalisierung

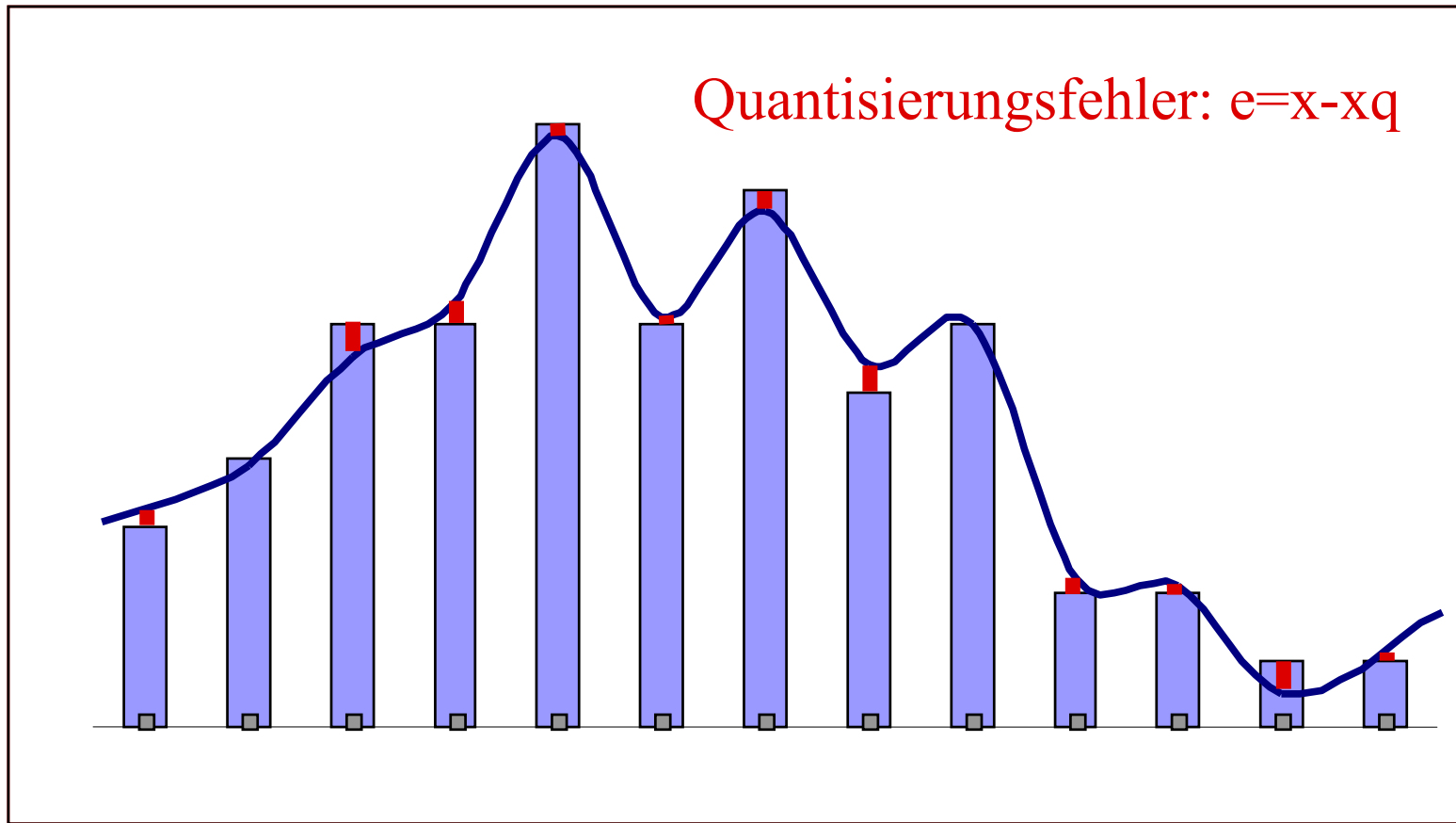


# Ein Bild als Funktion abhängig vom Ort $f(x,y)$



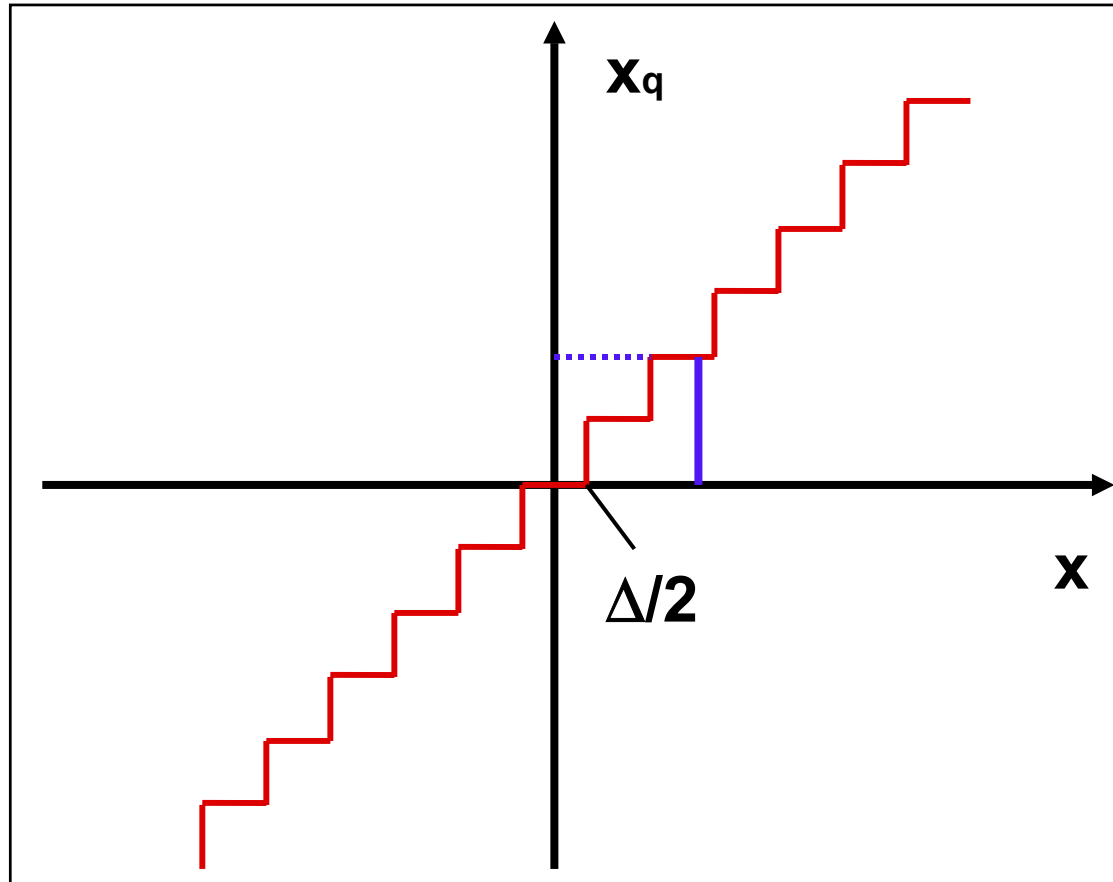


# Diskretisierung (Wert und Zeit bzw. Ort)



**Abtastung** = zeitliche/ örtliche Diskretisierung  
**Quantisierung** = Wertdiskretisierung

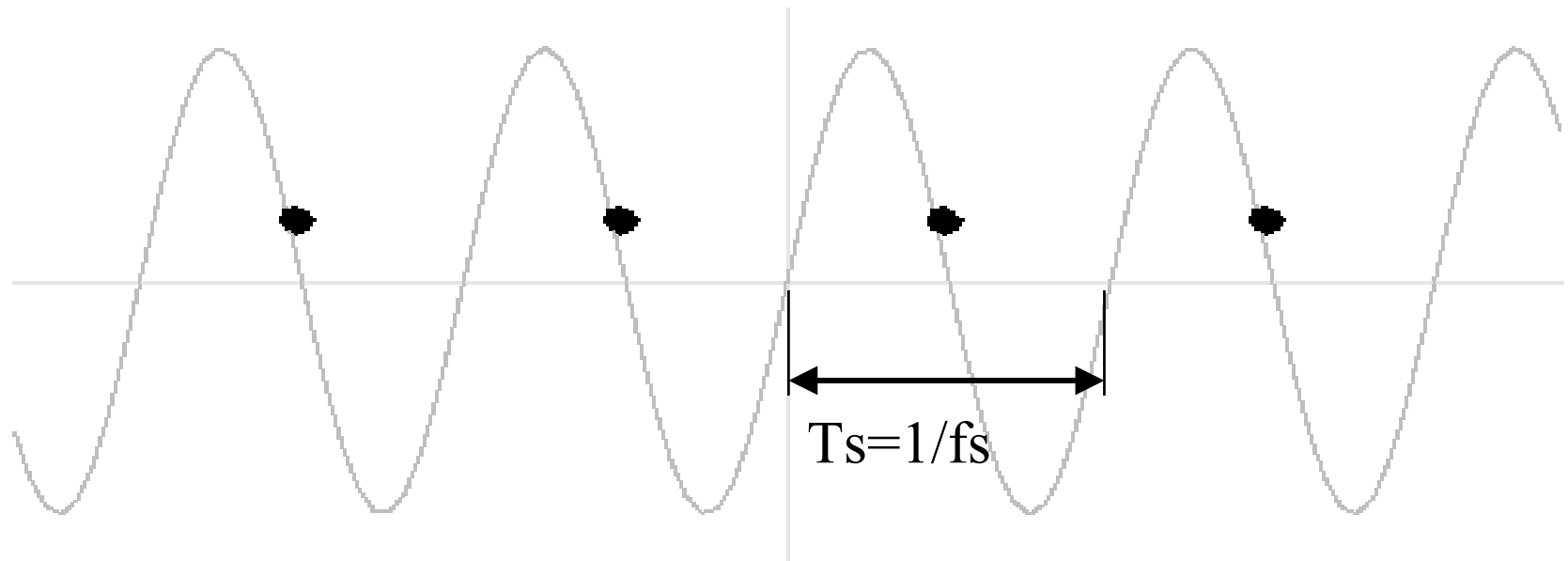
# Quantisierungskennlinie



Gleichförmige Quantisierung mit Quantisiererstufenhöhe  $\Delta$   
Bsp: Werte  $3\Delta/2 < x \leq 5\Delta/2$  werden mit  $x_q = 2\Delta$  rekonstruiert

# Wie hoch muß die Auflösung / Abtastung sein?

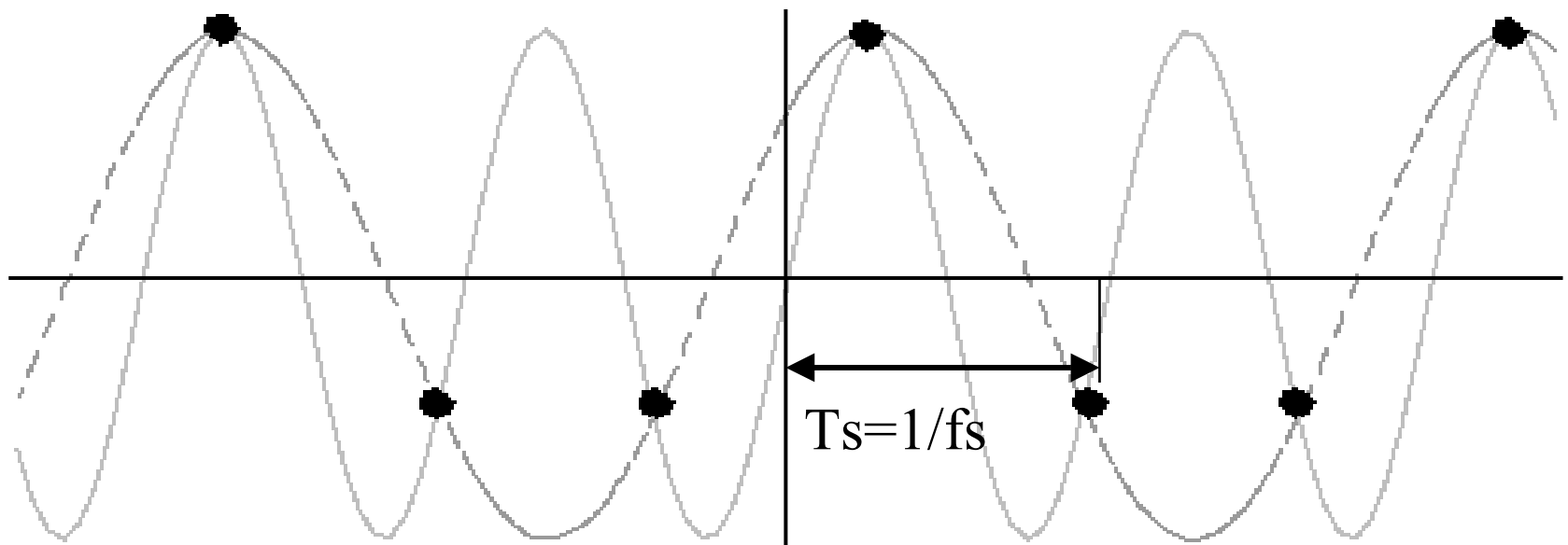
Abtastfrequenz  $f_T$  als Funktion der max.  
Signalfrequenz  $f_s$  (Abtasttheorem) ?



**Beispiel:  $f_T = f_s$**

# Wie hoch muß die Auflösung / Abtastung sein?

Abtastfrequenz  $f_T$  als Funktion der max.  
Signalfrequenz  $f_S$  (Abtasttheorem) ?

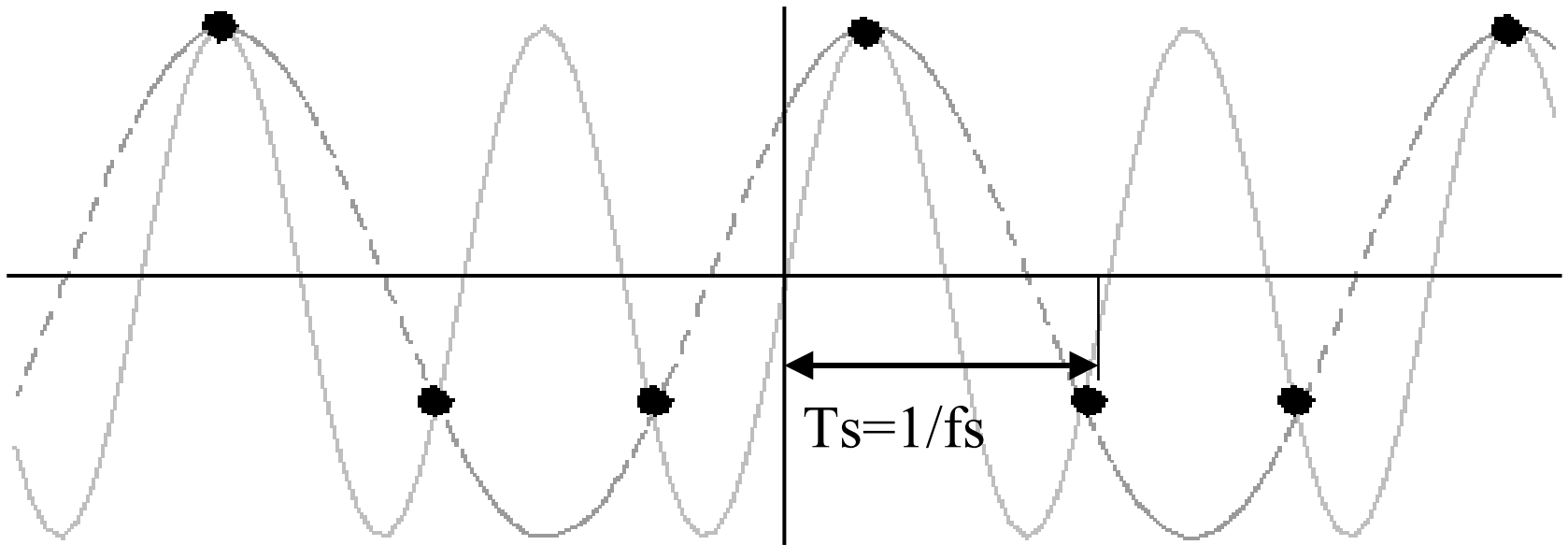


**Beispiel:**  $f_T = 7/4 f_S$

# Wie hoch muß die Auflösung / Abtastung sein?

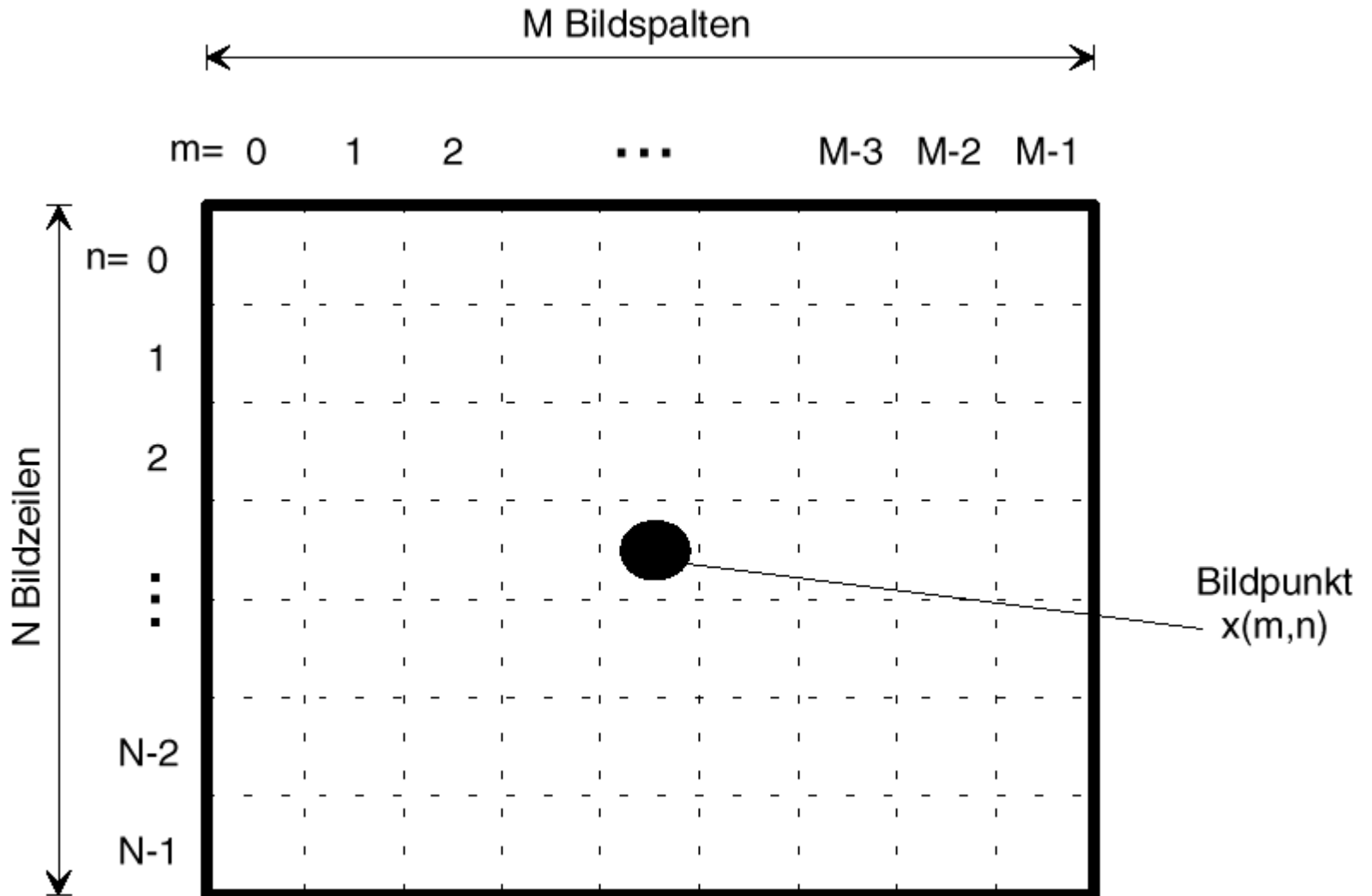
Abtastfrequenz  $f_T$  als Funktion der max.  
Signalfrequenz  $f_s$  (Abtasttheorem):

$$f_T \geq 2 \cdot f_s$$



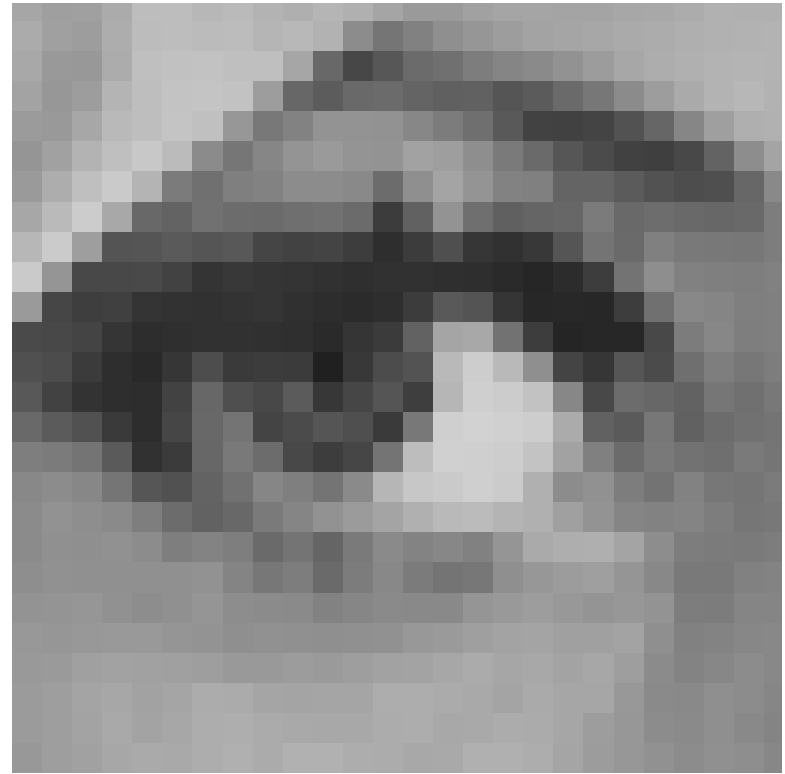
**Beispiel:**  $f_T = 7/4 f_s$

# Digitale Bilder



# Digitale Bilder

---



# Quantisierung (Farbtiefe)

8 Bit

4 Bit

2 Bit

1 Bit



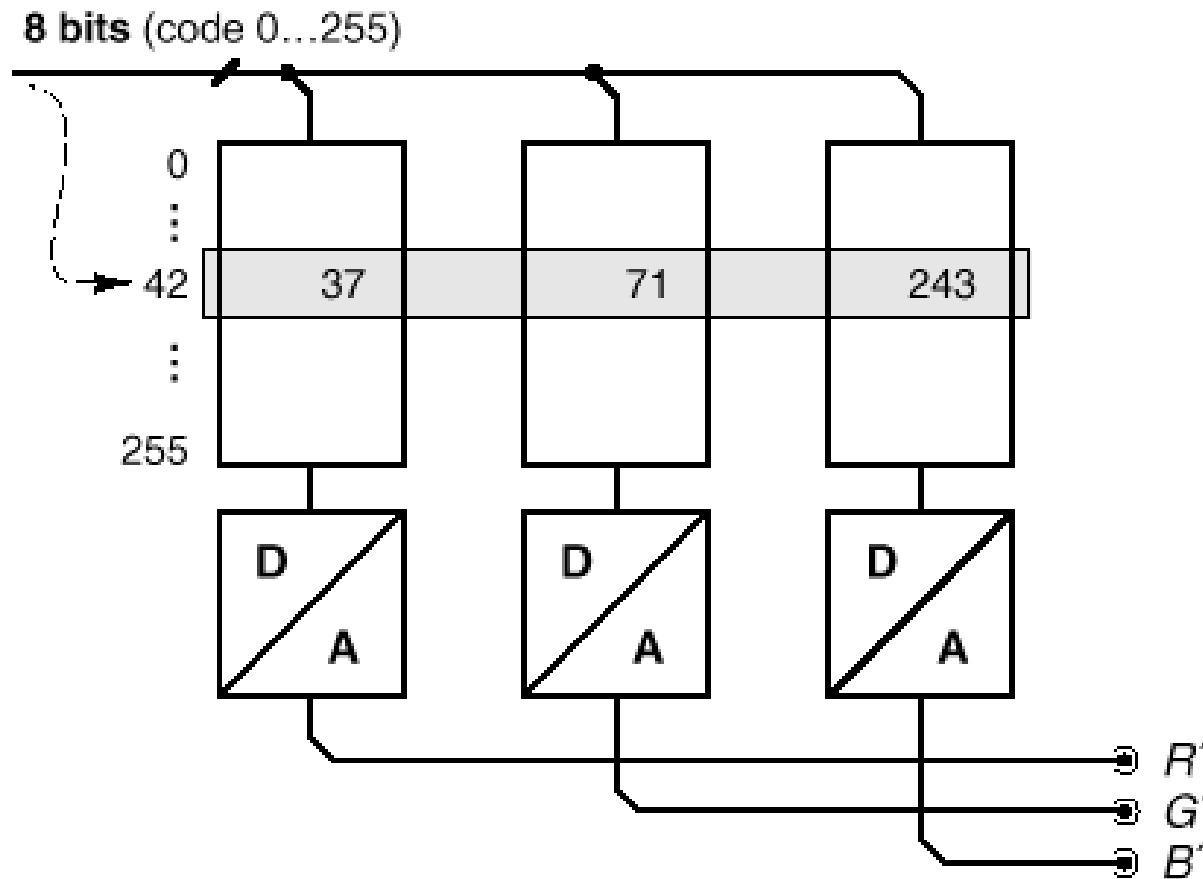


# Farbtiefe (Wieviele Bits pro Pixel (bpp))

---

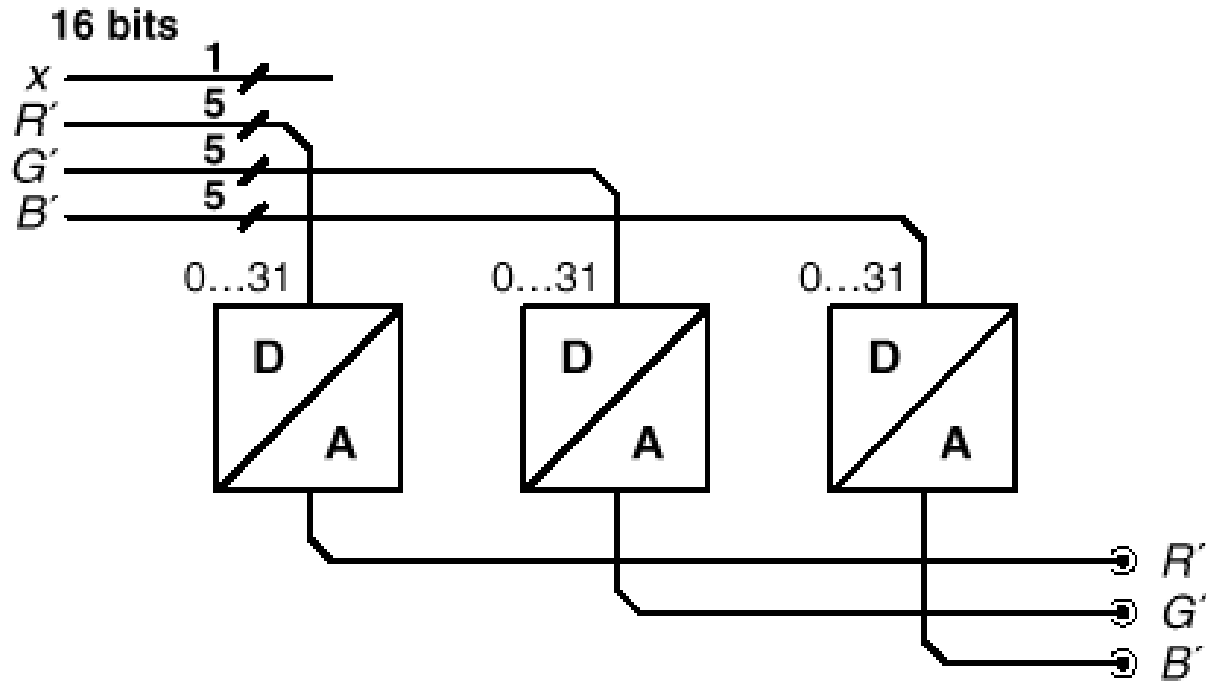
<u>Bits</u>	<u>mögliche Farben</u>	<u>Name</u>
1	2 (schwarz + weiß)	bitonal
8	256 schwarz bis weiß	Graustufen
8	256 versch. Farben	Palette
16	65536 schwarz bis weiß	16 Bit Graustufen
16	65536 fast alle Farben	High Color
24	16,7 Mio alle Farben	24 Bit True Color
32	16,7 Mio alle Farben	24 Bit True Color mit Transparenz Alpha-Kanal

# Pseudocolor (Palettendarstellung 8 bpp)

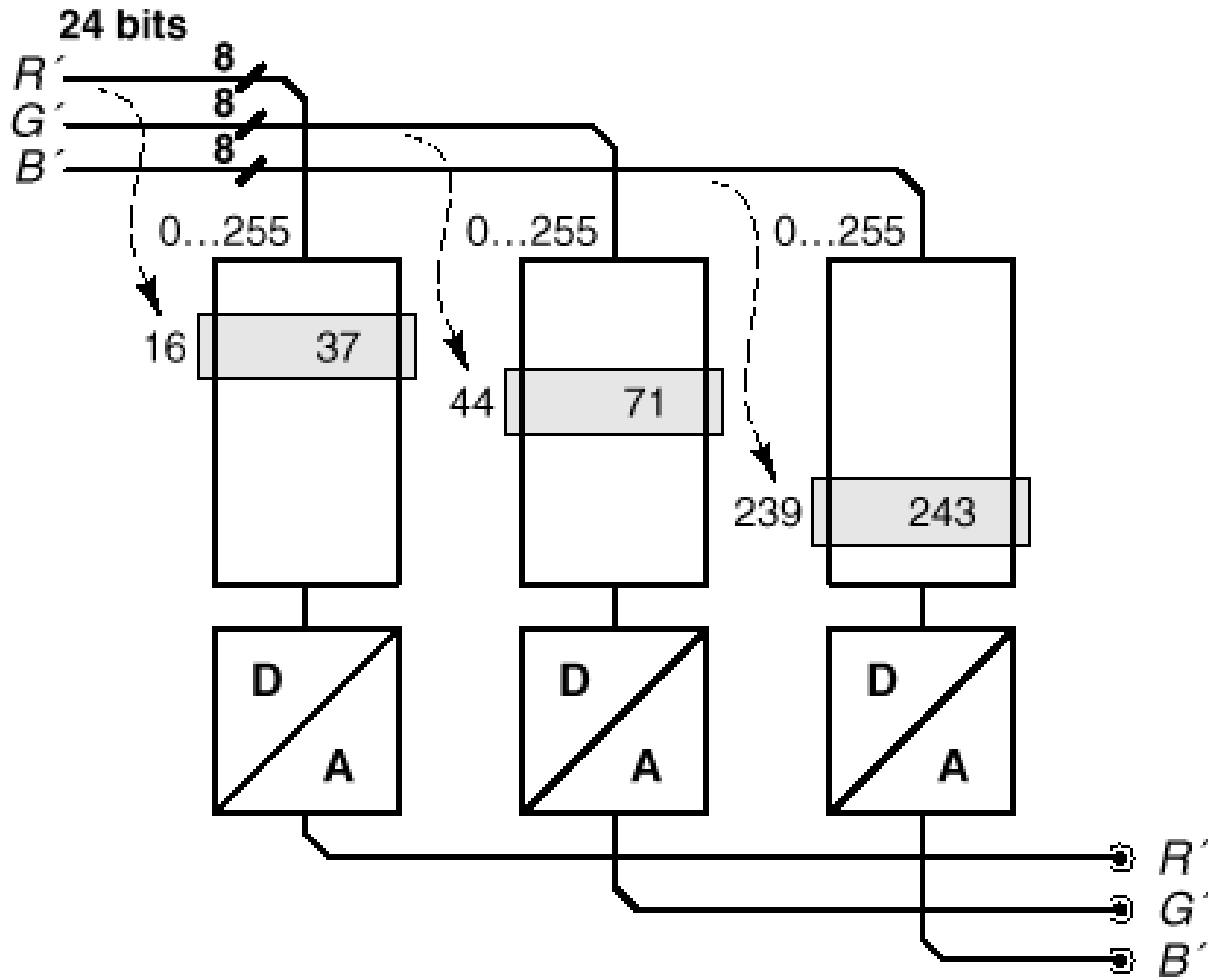


- Zugriff auf 256 RGB-Farbkombinationen per colour look-up table (8-bit LUT)
- Paletten können dynamisch geladen werden

# Highcolor (15 bzw. 16 bpp)



# Truecolor (24 bpp)



# Palettenbilder

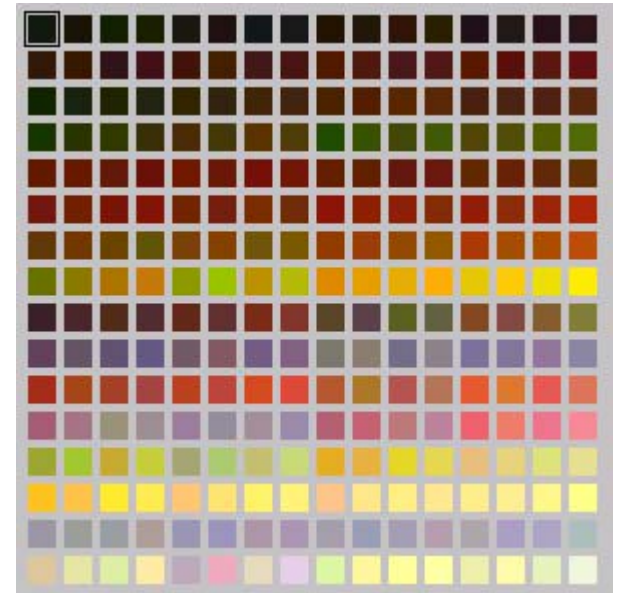
sind historisch bedingt, aus Zeiten, in denen Computer nur eine begrenzte Zahl an Farben gleichzeitig darstellen konnten (meist 256).



66470 Pixel  
38012 Farben



256 Farben



Palette

# Kompression von Palettenbildern

Palettenbilder benötigen nur ein Drittel der Größe von Truecolor-Bildern. Sie besitzen aber unnatürlichen Strukturen, die sich schlechter komprimieren lassen.

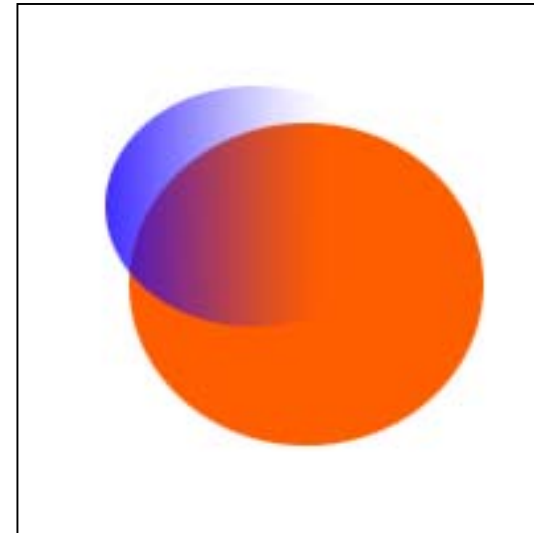
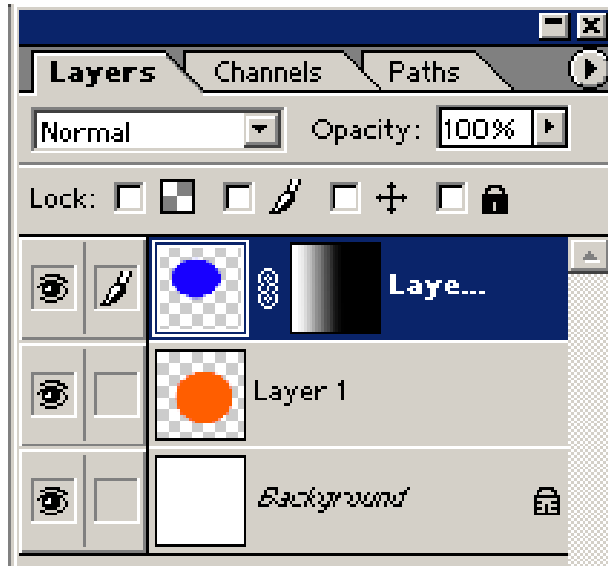


38012 Farben



256 Farben

# Transparenzen



Transparenz als Grauwertkanal

# Transparenz

---

- Überlagerung des Vordergrundpixels  $P_V$  mit dem Hintergrundpixel  $P_H$  mit der Transparenz  $A$

*RGBA*: *RGB*-Wert mit Transparenz  $A$   
(0..255) (transparent bis opak)

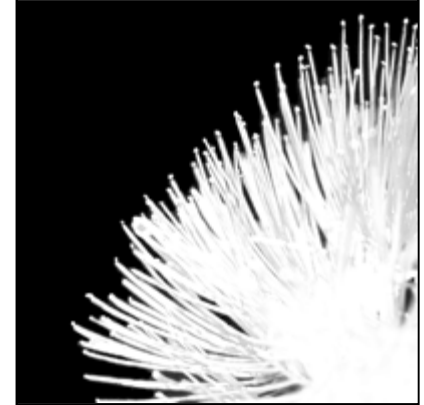
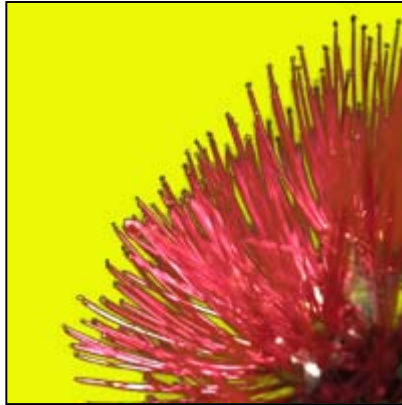
$$R = \frac{R_V \cdot A + R_H \cdot (255 - A)}{255}$$

$G$  und  $B$  entsprechend

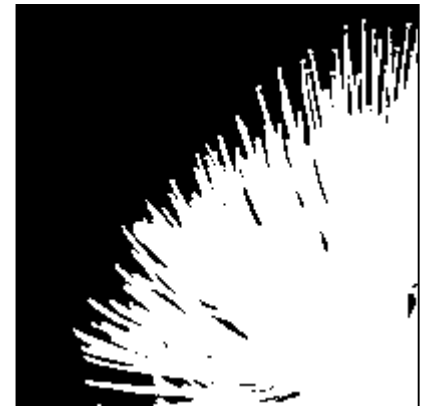
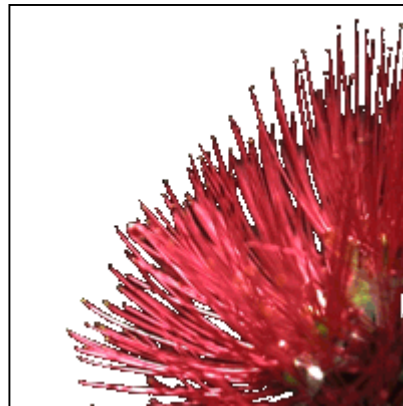


# Transparenz (Alpha)

PNG  
(8 bit Alpha)



GIF  
(1 bit Alpha)



Transparenztest: <http://entropymine.com/jason/testbed/pngtrans/>

# Transparenz



GIF



PNG

# Digitale Bilder (Dateigröße)

---

$$\begin{aligned} \text{Dateigröße} &= \text{Spaltenzahl} \cdot \text{Zeilenzahl} \cdot \text{Farbtiefe} && [\text{Bit}] \text{ b} \\ &= \text{Spaltenzahl} \cdot \text{Zeilenzahl} \cdot \text{Farbtiefe} / 8 && [\text{Byte}] \text{ B} \end{aligned}$$

Beispiel:

Bildschirmabzug (screen shot):

$$\begin{aligned} 1280 \cdot 1024 \cdot 24 / 8 &= 3932160 \text{ Bytes} \\ &= 3932160 \text{ Bytes} \cdot \frac{1 \text{ MB}}{1024^2 \text{ Bytes}} \\ &= 3.75 \text{ MB} \end{aligned}$$

# Auflösung / Abtastung



**256x256**



**128x128**



**64x64**

# Digitale Bilder (Auflösung)

---

**Auflösung** (Punkte bzw. Pixel pro cm oder inch)

Einheit [dpi = dots per inch] (1 inch = 2,54 cm)

Beispiel:

Dateigröße einer gescannten farbigen DinA4 Seite (300 dpi):

$$\begin{aligned} \text{Dateigröße} &= \text{Pixelanzahl} \cdot 3 \\ &= \frac{21 \text{ cm}}{2.54 \frac{\text{cm}}{\text{inch}}} \cdot \frac{300}{\text{inch}} \cdot \frac{29.7 \text{ cm}}{2.54 \frac{\text{cm}}{\text{inch}}} \cdot \frac{300}{\text{inch}} \cdot 3 \\ &= 8.26 \text{ inch} \cdot \frac{300}{\text{inch}} \cdot 11.69 \text{ inch} \cdot \frac{300}{\text{inch}} \cdot 3 \\ &= 8700632 \cdot 3 \\ &= 26101897 [\text{Bytes}] = 24.9 [\text{MB}] \end{aligned}$$

# Beispiele Auflösungen

---

Gerät	Auflösung (dpi)
PC-Monitor	50 - 150
Drucker	150 - 1200
Scanner	75 - 1200

Beispiel:

Laptop mit 14,1 inch Bildschirmdiagonale und 1024x768  
Bildpunkten:

$$14,1^2 = x^2 + y^2 = x^2 + (3/4x)^2 = 25/16x^2$$

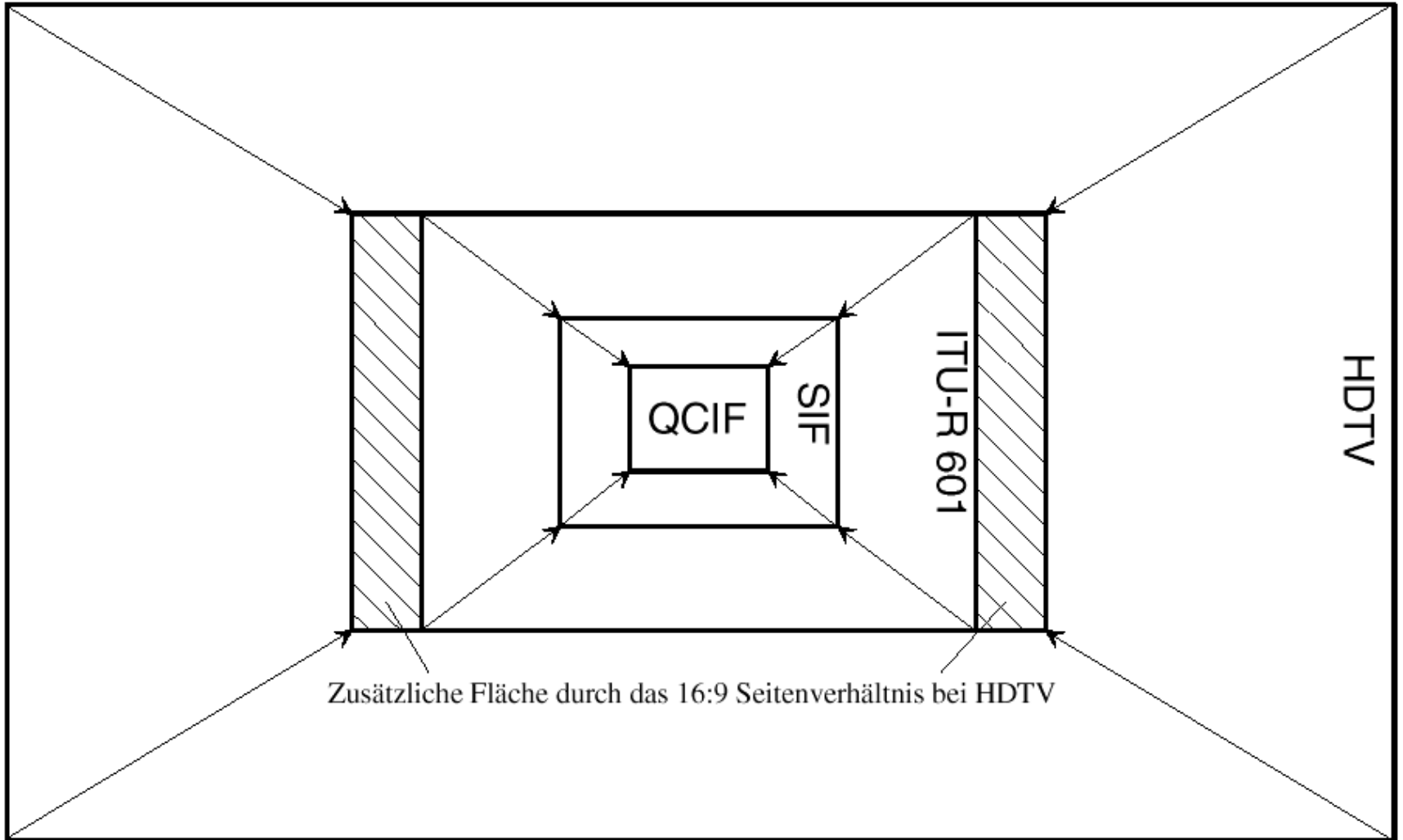
$$x = 14,1 \cdot 5/4 = 11,28 \text{ inch} \Rightarrow 1024 \text{ dot} / 11,28 \text{ inch} = 90,78 \text{ dpi}$$

# Standard Bildgrößen

---

	QCIF	CIF	CCIR601
	(quarter)	common intermediate format	Fernsehen
Spalten	176	352	720
Zeilen	144	288	576
Bildfrequenz [Hz] (Frame Rate)	5-15	10-30	25
Daten (pro Bild) [kB]	38	152	829
Daten (pro sec)[Mb/sec]	1-4	10-30	166

# Bildgrößen





# Bildorganisation

## Pixelanordnung

(z.B. Bild mit 3 Zeilen à 4 Pixel)

Pixel Interleaved:

RGBRGBRGBRGB  
RGBRGBRGBRGB  
RGBRGBRGBRGB

Line Interleaved:

RRRRGGGGBBBB  
RRRRGGGGBBBB  
RRRRGGGGBBBB

Plane Interleaved:

RRRRRRRRRRRR  
GGGGGGGGGGGG  
BBBBBBBBBBBB

## Zeilenanordnung

**Interlaced:**

Zeile1  
Zeile3  
...  
Zeile2  
Zeile4  
... (z. B. TV)

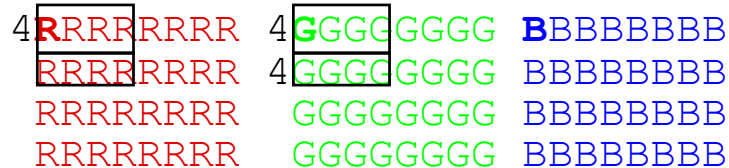
**Non Interlaced,  
oder progressiv:**

Zeile1  
Zeile2  
Zeile3  
Zeile4  
... (z. B. Monitor)

# A:B:C Notation

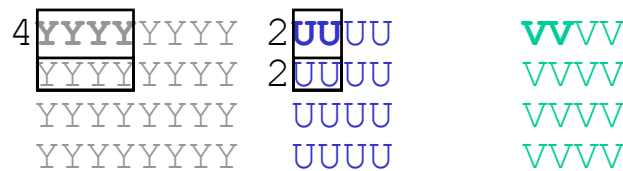
Diese Notation gibt das Verhältnis der Anzahl zwischen Luminanz- und Chrominanz-Pixeln (das Unterabtastungsschema) an.

**4:4:4**

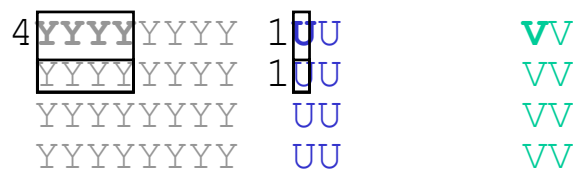


z. B. Bild der Größe:  
4 Zeilen x 8 Spalten

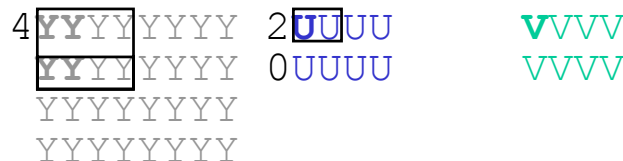
**4:2:2**



**4:1:1**

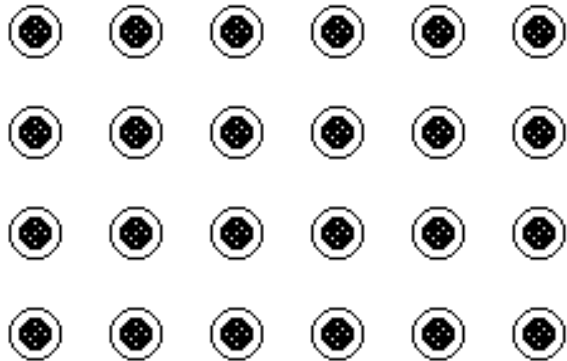


**4:2:0**

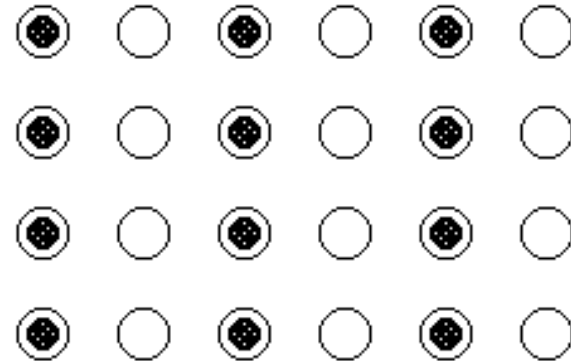


(z.B. MPEG)

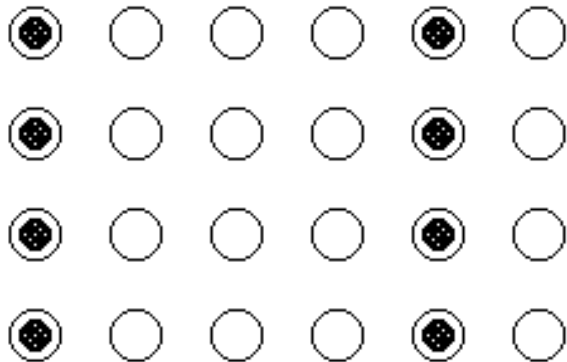
# A:B:C Notation



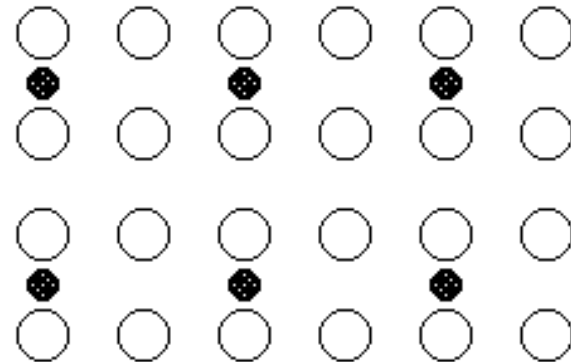
4:4:4



4:2:2



4:1:1

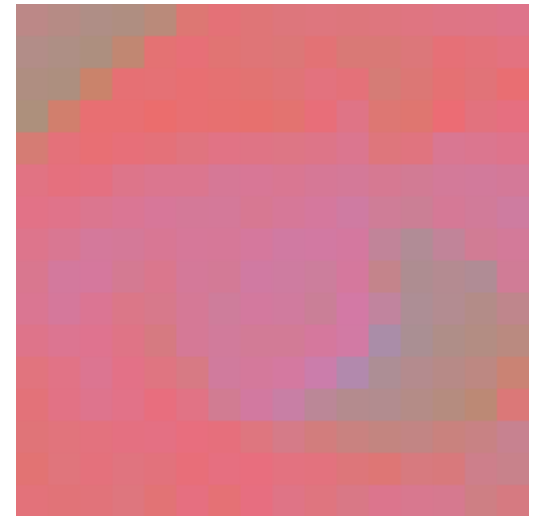
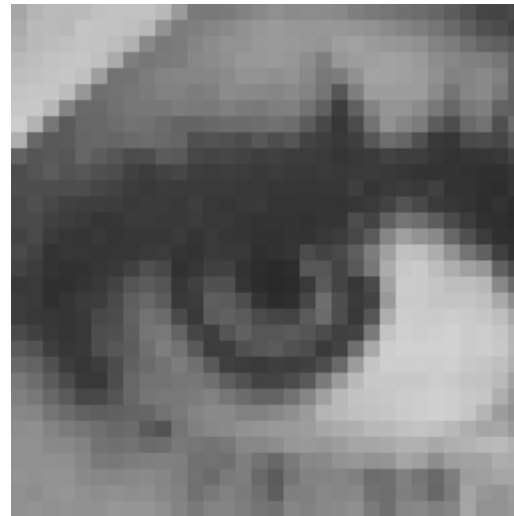
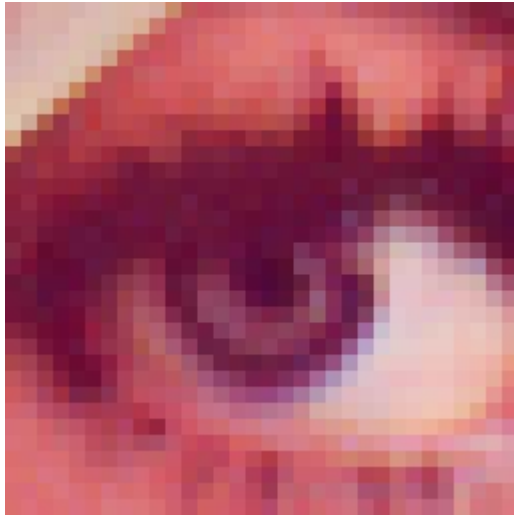


4:2:0

Lage von Luminanz- und Chrominanzbildpunkten

4:4:4

4:2:0



# Auflösung von Bildschirmbildern

- 0,33 bis 1,0 Pixel pro Bildschirmpixel
- Höchste Qualität mit 1 Pixel pro Bildschirmpixel



0,33



0,5



1

(Zahlen sind exakt bei einer Bildschirm auflösung von 1024x768 Pixeln)