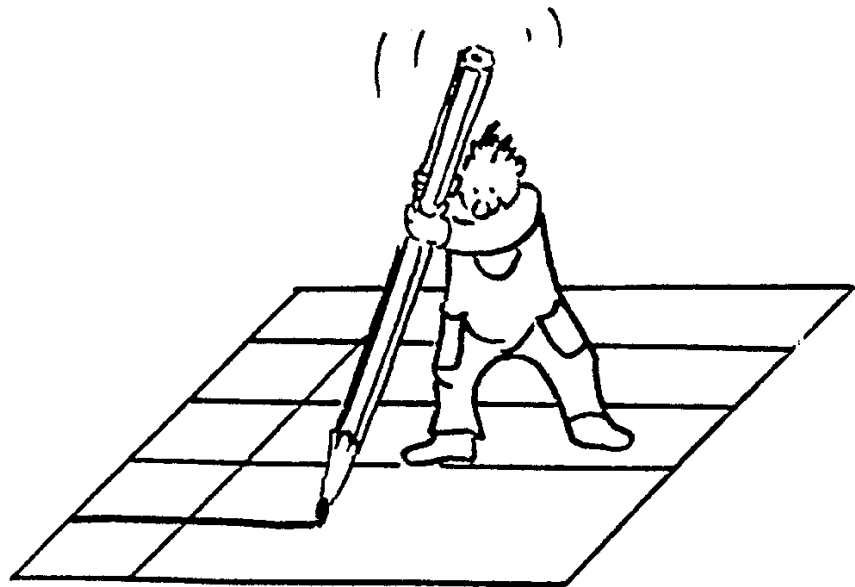
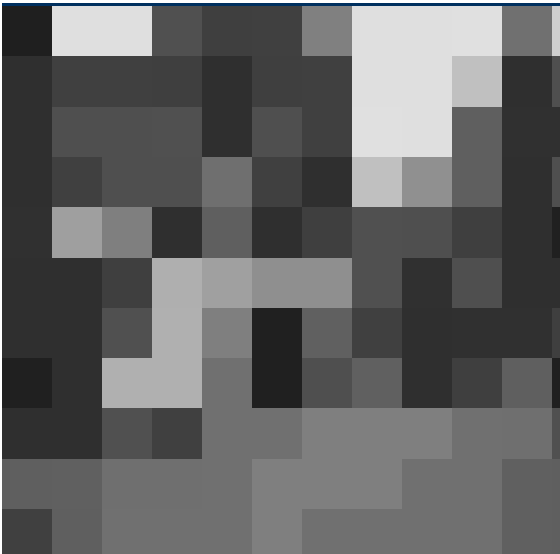




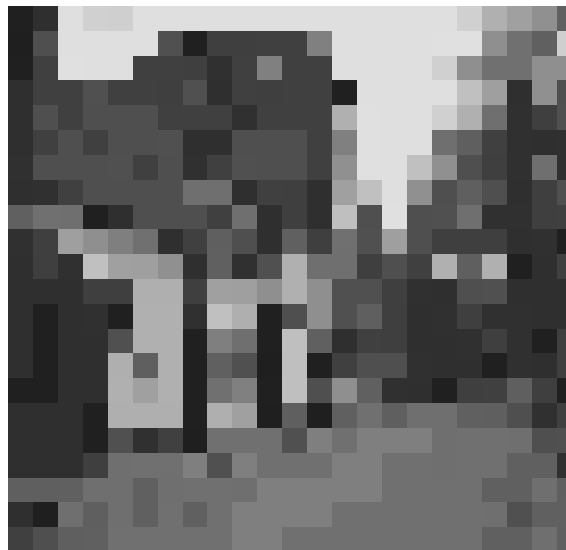
Digitale Bildverarbeitung

1. Einführung
2. Digitalisierung
3. Technische Komponenten
4. Grauwertstatistik
5. Punktoperatoren
6. Lokale Operatoren
7. Globale Operatoren
8. Merkmalsextraktion
9. Klassifikation
10. Codierung





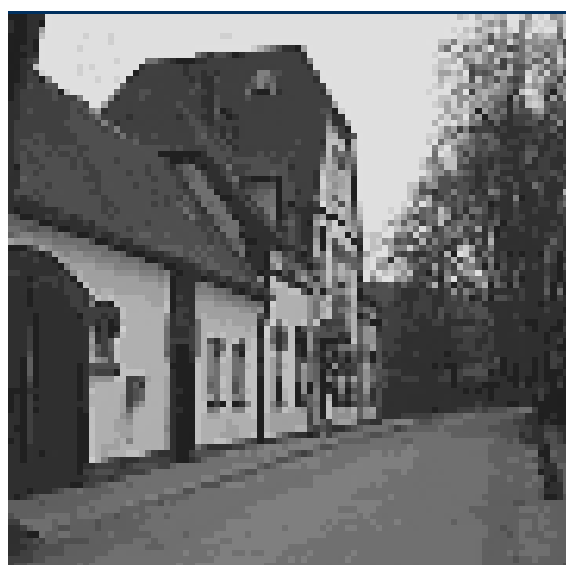
fa = 1/8 fg (127 Byte)



fa = 1/4 fg (506 Byte)



fa = 1/2 fg (2 k Byte)



fa = fg (8 k Byte)



fa = 2 fg (32 k Byte)



fa = 4 fg (128 k Byte)



8 Bit (256 Graustufen)



7 Bit (128 Graustufen)



6 Bit (64 Graustufen)



5 Bit (32 Graustufen)



4 Bit (16 Graustufen)



3 Bit (8 Graustufen)



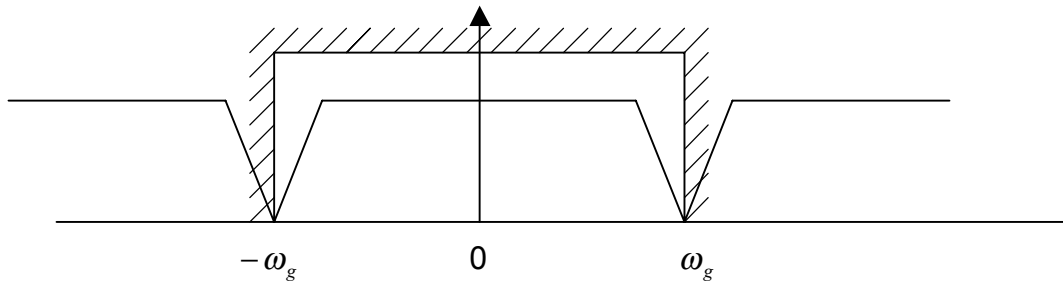
2 Bit (4 Graustufen)



1 Bit (2 Graustufen)



Je nachdem, wie groß $\omega_a = 2\pi / T_a$ ist, überlappen sich die Spektren oder nicht. Die Signalerückgewinnung erfolgt über einen idealen Tiefpaß mit der Grenzfrequenz.



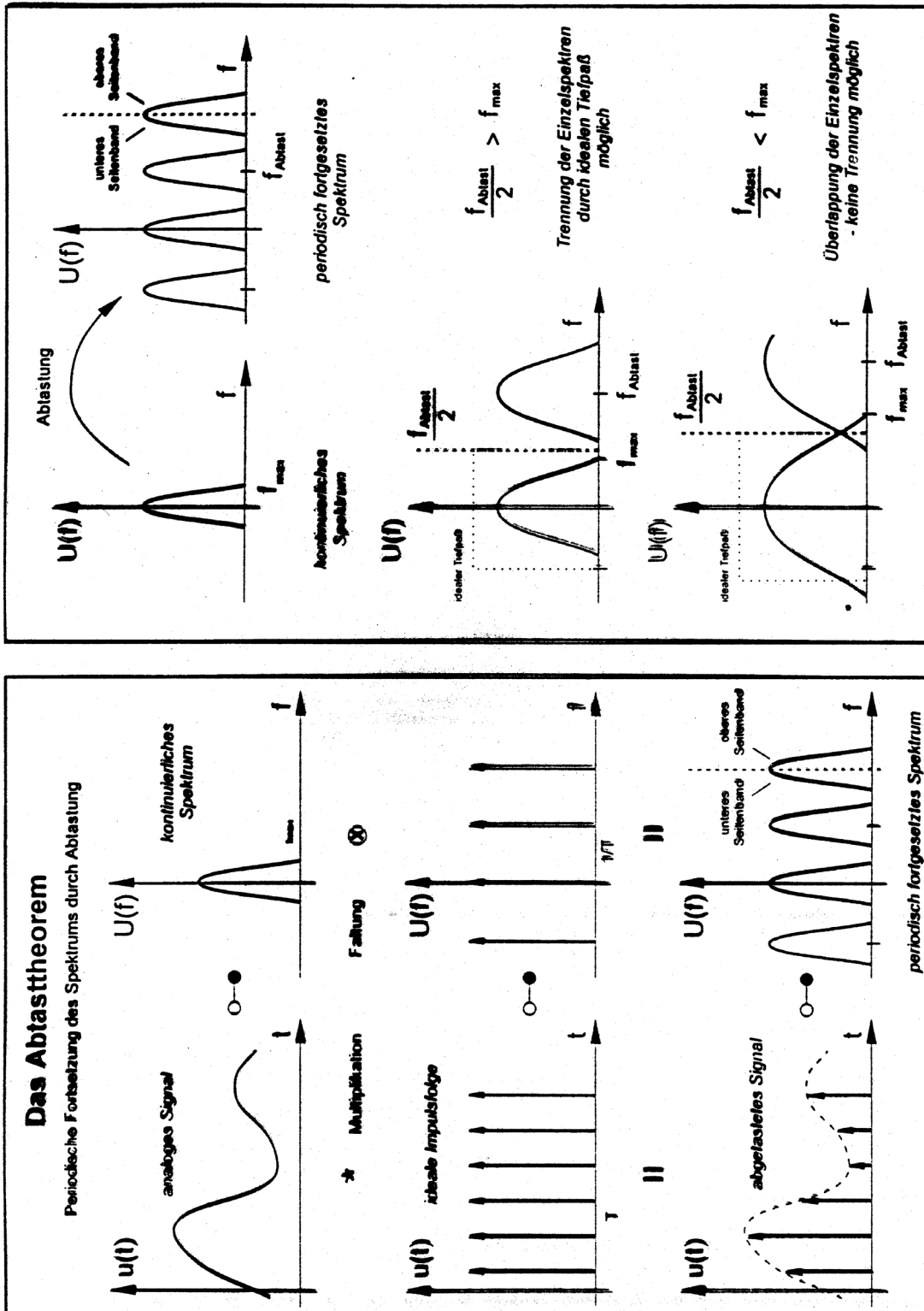
Um Überlappungen (und somit Störungen) zu vermeiden, muß gelten:

$$\begin{aligned}\omega_a &\geq 2\omega_g \\ f_a &\geq 2f_g \\ t_a &\leq \frac{1}{2}T_g\end{aligned}$$

Diese Aussage ist uns als **Nyquist-Theorem** (Abtast-Theorem) bekannt.

Die optimale Abtastfrequenz ist die Nyquist-Frequenz f_N

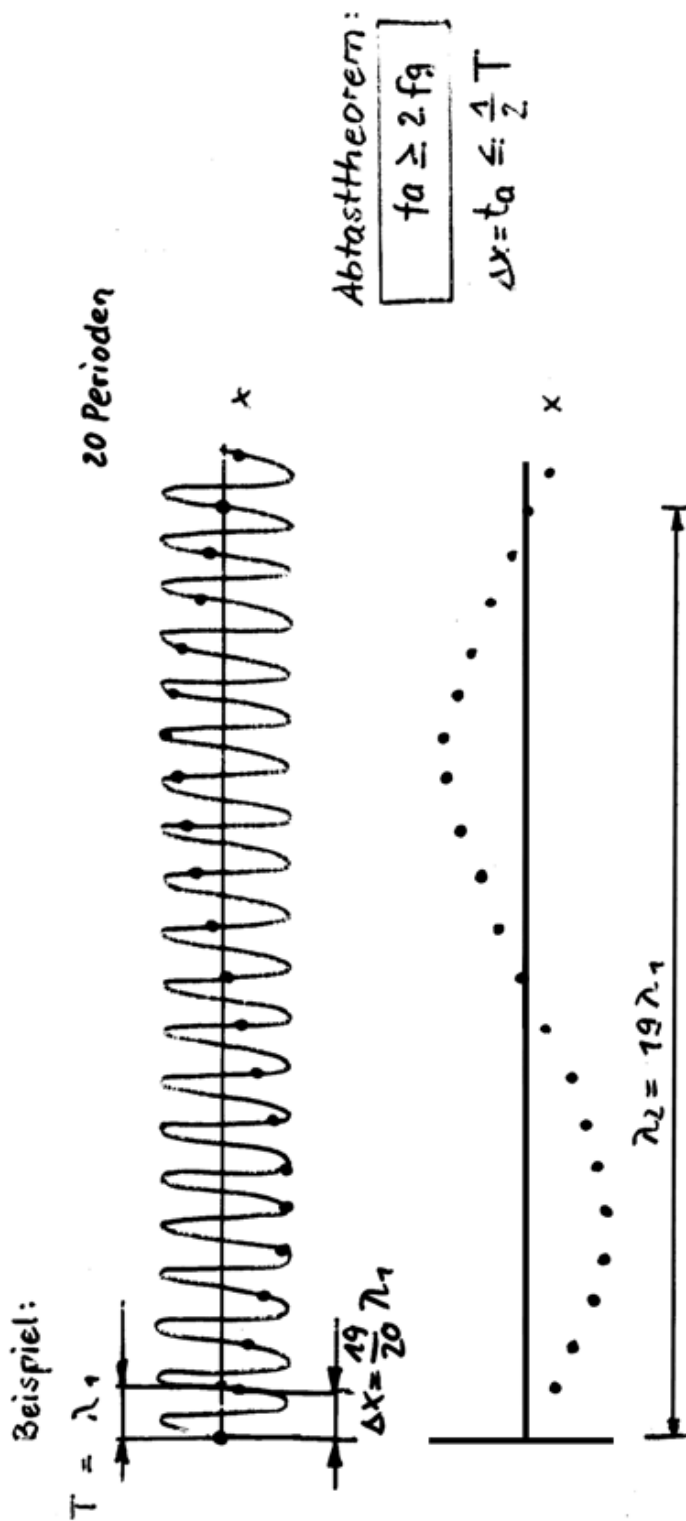
(in der Praxis \rightarrow Abtastfrequenz $f_a = 5 \dots 10 f_N$).



Das Abtasttheorem - Nur bei ausreichender Abtastfrequenz kann eine Überlappung der Spiegelfrequenzen verhindert werden



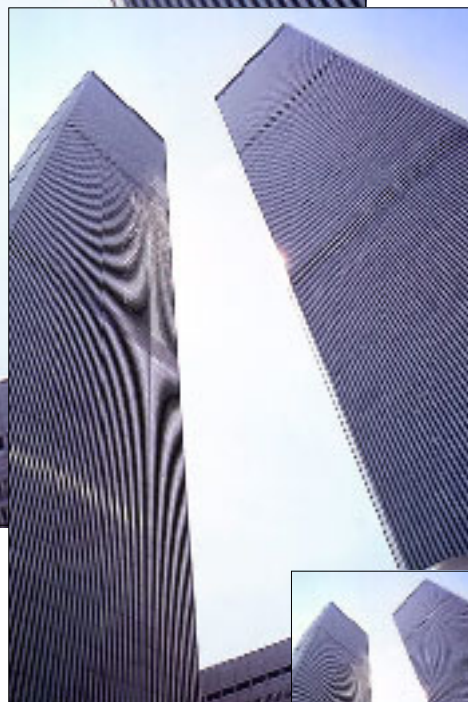
Undersampling



Abtastabstände $\Delta x > \frac{10}{20} \left\{ \frac{1}{2} \lambda_1 \right\}$ lassen Aliasingeffekte entstehen



Beispiele für
CrossColor-Störungen
(Alaising-Effekte)
im PAL-Signal

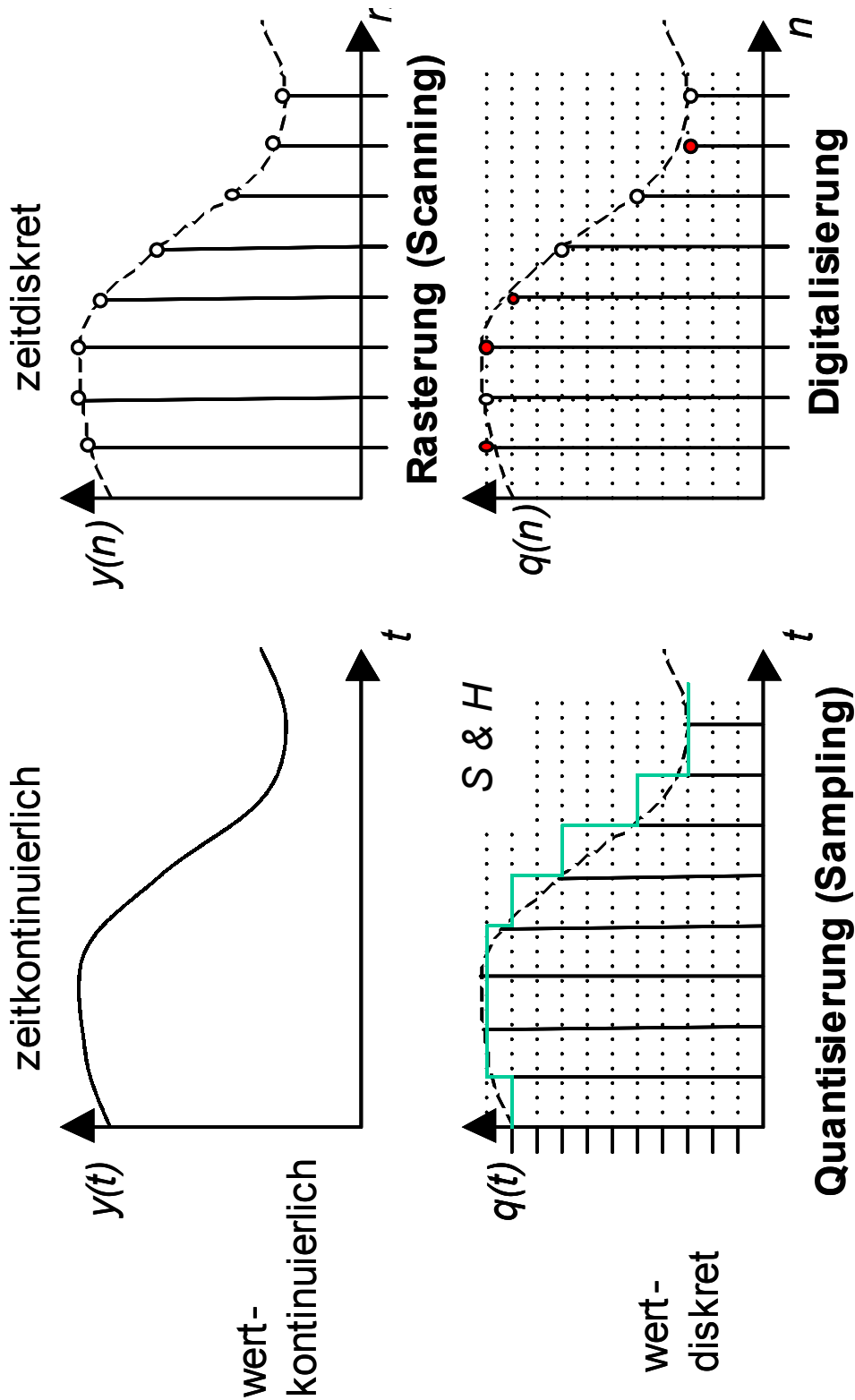


Alaisingfehler bei Unterabtastung

- a) Original
- b) Unterabtastung jeder 2. Zeile/Spalte (Bild/4)
- c) Unterabtastung jeder 4. Zeile/Spalte (Bild/16)



Diskretisierung / Digitalisierung





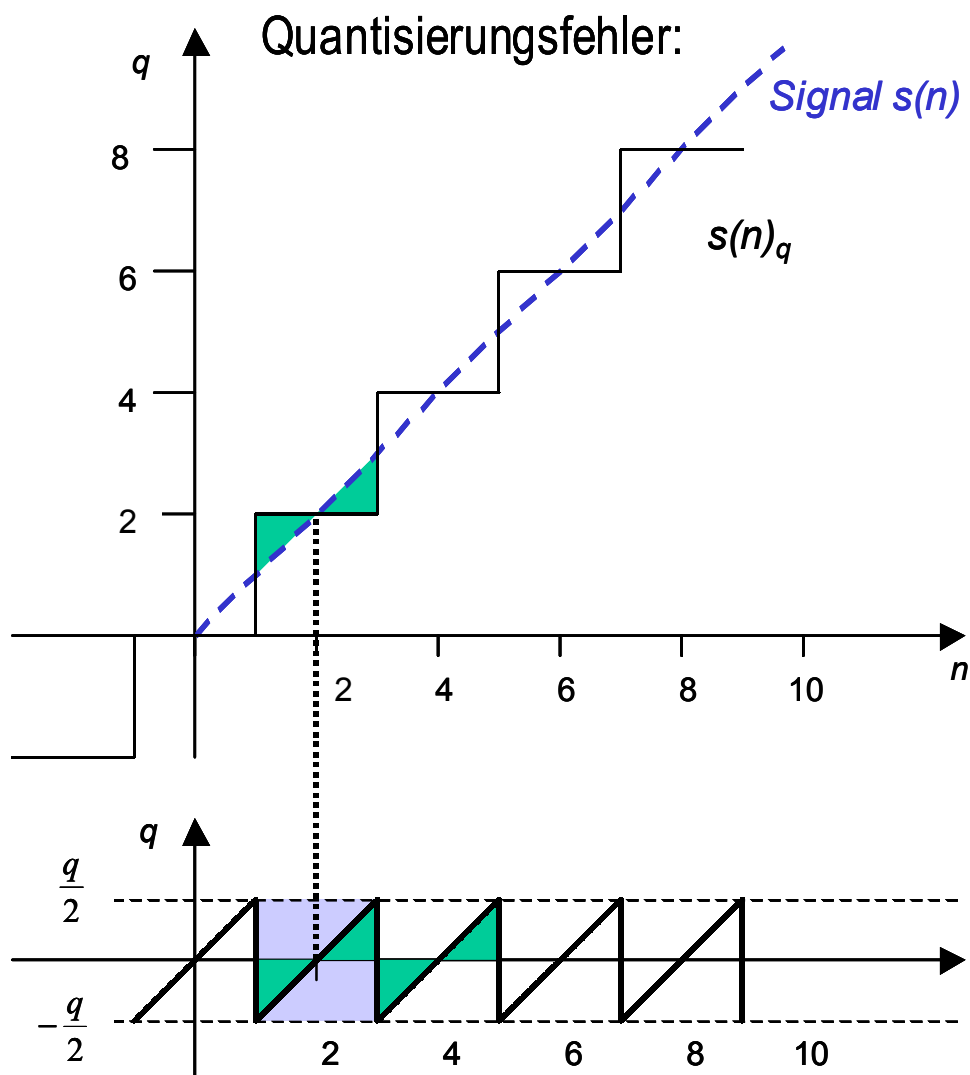
Quantisierung

Quantisierungskennlinie:

Zur Darstellung der Amplituden werden w Bits zur Verfügung gestellt.

Man spricht von der Wortlänge w .

Mit $w=3$ kann man $2^w = 8$ Quantisierungsintervalle darstellen.



Quantisierungsfehler $r(n) = s(n) - s(n)_q$ $r_{\max} = +/\frac{q}{2}$

Signal/Rauschverh.: $SNR = \frac{s(n)}{r(n)}$; $SNR_{dB} = 20 \cdot \log \left(\frac{s(n)}{r(n)} \right)$



The screenshot shows the 'DBS AdOculos - Setup1' application. It features a menu bar (Datei, Bearbeiten, Funktion, Ansicht, Einstellungen, Start, Fenster, Hilfe) and a toolbar. The main workspace contains several windows:

- Kvd_g**: Original grayscale test image.
- Kvd_g**: Test image in Aquidistanz colors.
- Palette**: A color wheel palette.
- 1**: Binary image of the test image.
- Setup1**: A workflow diagram showing the process: Kvd_g → HEX-Bild (0) → Binarisieren → 1 → HEX-Bild (2).
- 0**: A hex dump window showing the raw data of the test image. The data is as follows:

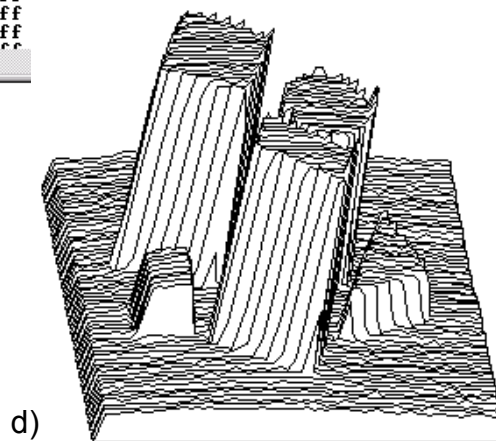
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
13	22	21	22	21	22	21	23	24	23	23	24	23	23
14	20	21	21	22	22	24	22	24	23	24	23	24	23
15	22	20	22	23	23	24	23	23	23	23	23	23	22
16	20	22	22	22	23	22	24	24	24	23	22	23	22
17	21	22	21	22	23	22	23	24	23	24	22	22	23
18	22	22	20	24	23	23	24	24	23	24	23	23	23
19	21	22	23	23	22	23	24	24	23	24	25	23	23
20	22	22	24	25	25	25	25	26	25	24	24	26	24
21	23	25	25	26	26	1f	25	27	27	27	27	26	27
22	24	25	25	24	2f	94	2b	26	28	27	28	26	28
23	22	26	25	23	9a	e3	e1	7a	21	28	28	28	28
24	24	24	25	c	d1	e0	df	e5	d4	60	1c	28	29
25	23	25	25	44	dc	e0	e1	df	e0	e7	bd	49	1e
26	25	25	1e	b0	de	e1	df	e1	df	df	e1	e8	ab
27	25	26	9	d5	df	e2	e0	df	e0	e2	e0	df	e4
28	27	26	64	df	e0	e0	e1	e2	e1	e1	e2	e2	e0
29	25	17	c2	e1	df	e2	e1	e2	e1	e2	e2	e0	e1
30	25	18	da	df	e1	e1	df	e2	e1	e0	e1	e2	e2
31	25	8d	e0	e1	e0	e1	e1	e1	e2	e2	e2	e1	e2
32	f	cf	e0	e2	e0	e1	e1	e4	e2	e1	e2	e2	e2
33	38	de	e1	e0	e1	e3	e3	e1	e3	e4	e1	e2	e3
34	ab	e0	e1	e1	e2	e2	e3	e3	e3	e2	e4	e3	e1
35	d4	e0	e2	e0	e1	e4	e2	e2	e3	e3	e1	e1	e4

2: A hex dump window showing the raw data of the binary image. The data is as follows:

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
23	0	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
24	0	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
25	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
26	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
27	0	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
28	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
29	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
30	0	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
31	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
32	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
33	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff
34	0	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff

Testbild KVD-G.TIF
mit Speicherbild in HEX-Darstellung

- a) Grauwertbild
- b) wie a) in Aquidistanzfarben
- c) Binärbild
- e) 3D-Darstellung der Luminanz





Farbbilder, Mehrkanalbilder, Zeitreihenbilder

- Bei der Digit. von Farbbildern werden mittels Farbfilter (Rot, Grün, und Blau) **Rot-, Grün- und Blau-Auszüge** angefertigt.
- Jeder Abtastvorgang ist (abgesehen von der Verwendung von Farbfiltern) **identisch** mit der **Digitalisierung von GW-Bildern**
- Bildmatrix jetzt 3 dimensional

- Für ein Farbbild (z. B. RGB-Bild mit 8 Bit / Farbe) gilt:

j,k-Position, n-Kanal

$$B = [f(j, k, n)] \quad \begin{array}{l} j = 0, 1, 2, \dots, N-1 \text{ Zeilen} \\ k = 0, 1, 2, \dots, M-1 \text{ Spalten} \\ n = 0, 1, 2 \quad \text{Farben} \end{array}$$

$$G = (0, 1, 2 \dots 255) \quad \text{Grauwertmenge mit 256 GW}$$

- Multispektralbild:

$$B = [f(j, k, n)] \quad \begin{array}{l} j = 0, 1, 2, \dots, N-1 \text{ Zeilen} \\ k = 0, 1, 2, \dots, M-1 \text{ Spalten} \\ n = 0, 1, 2, \dots, Z-1 \quad \text{Farben} \end{array}$$

Bildmatrix
Beispiele:

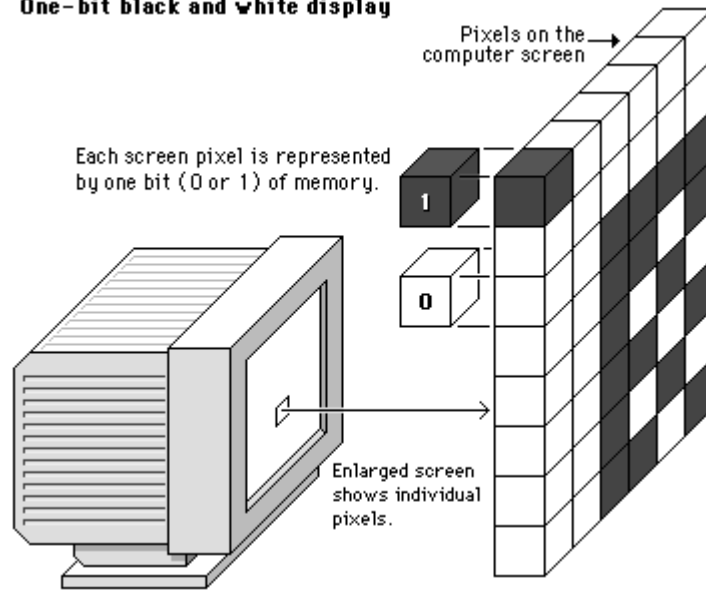
$$B = [f(j, k)] \quad \text{statisches GW-Bild}$$

$$B = [f(j, k, t)] \quad \text{dynamisches GW-Bild} \\ \text{(z. B. sw-Fernsehen)}$$

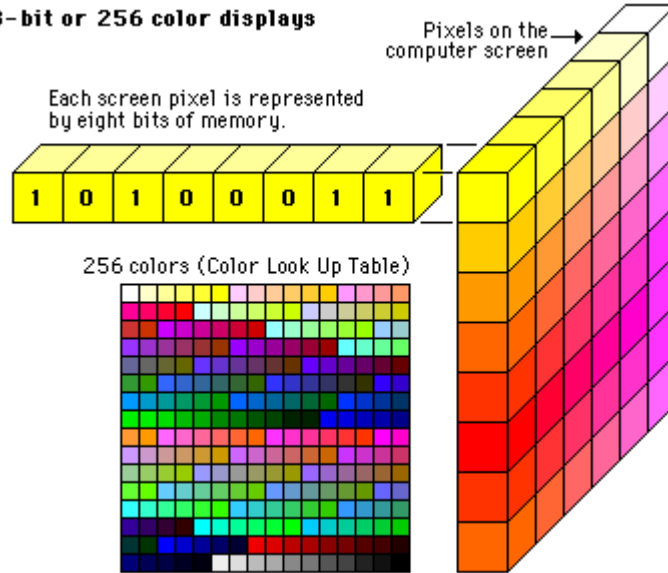
$$B = [f(j, k, n, t)] \quad \text{dynamisches Mehrkanal-Bild} \\ \text{(z. B. bei } n=3 \text{ Farbfernsehen)}$$



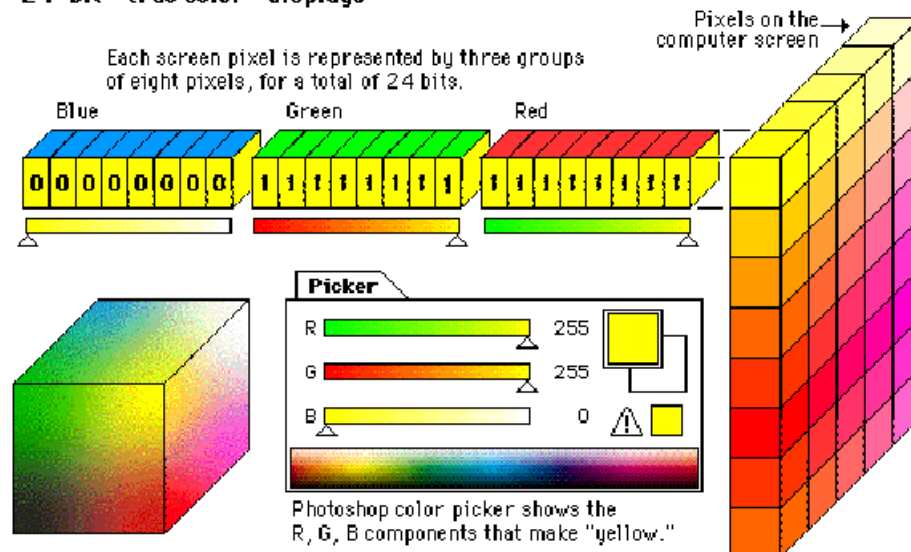
One-bit black and white display



8-bit or 256 color displays



24-bit "true color" displays





Farbmodelle

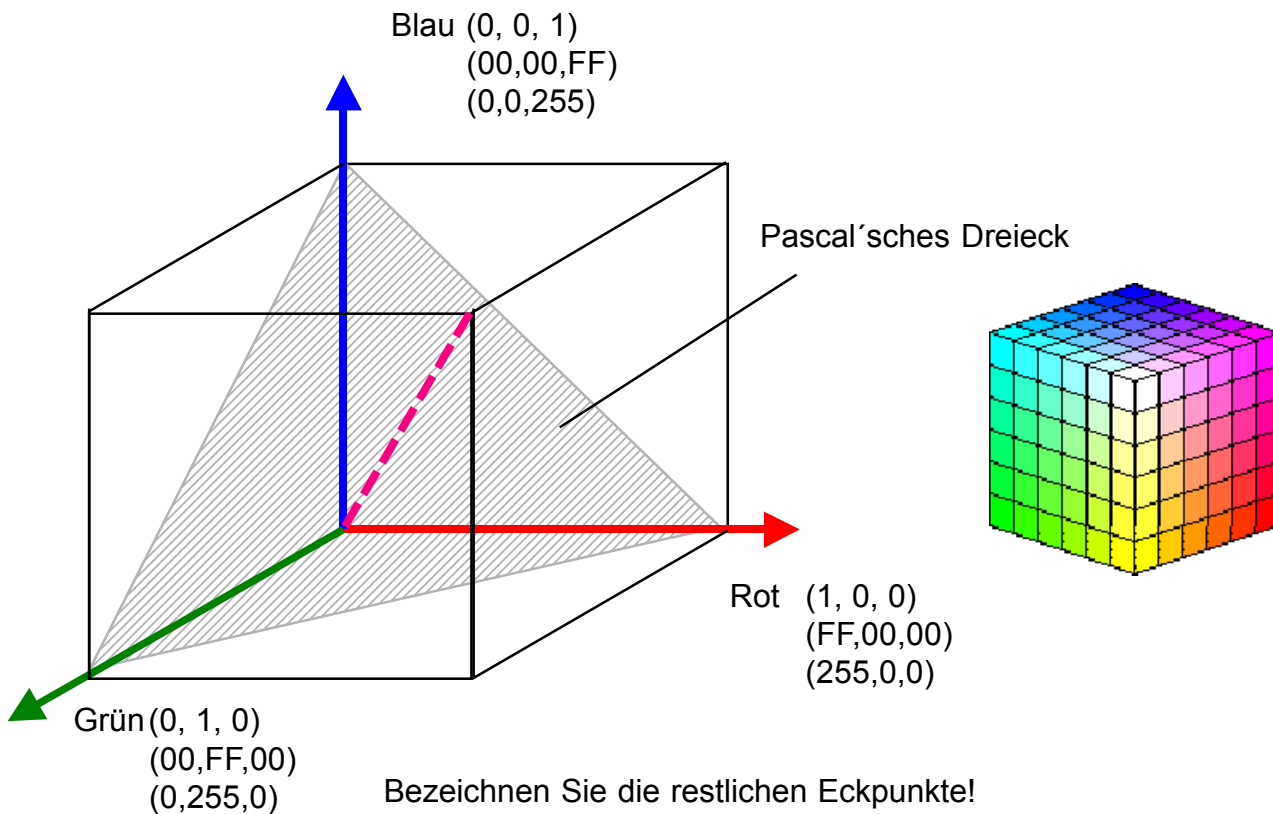
Prinzipiell Unterscheidung in:

<p>Additives Farbmodell (Emissionsfarben)</p>	<p>Subtraktives Farbmodell (Körperfarben)</p>
<p>alle Farben addieren, damit weiß entsteht</p>	<p>alle Farben subtrahieren, damit weiß entsteht</p>



<p>Farbfernsehen</p>	<p>Farbdruck</p>
<p>Rot Grün Blau Gelb Cyan Magenta</p>	<p>Cyan Magenta Yellow Blau Rot Grün</p>

Dreidimensionales Farbkoordinatensystem



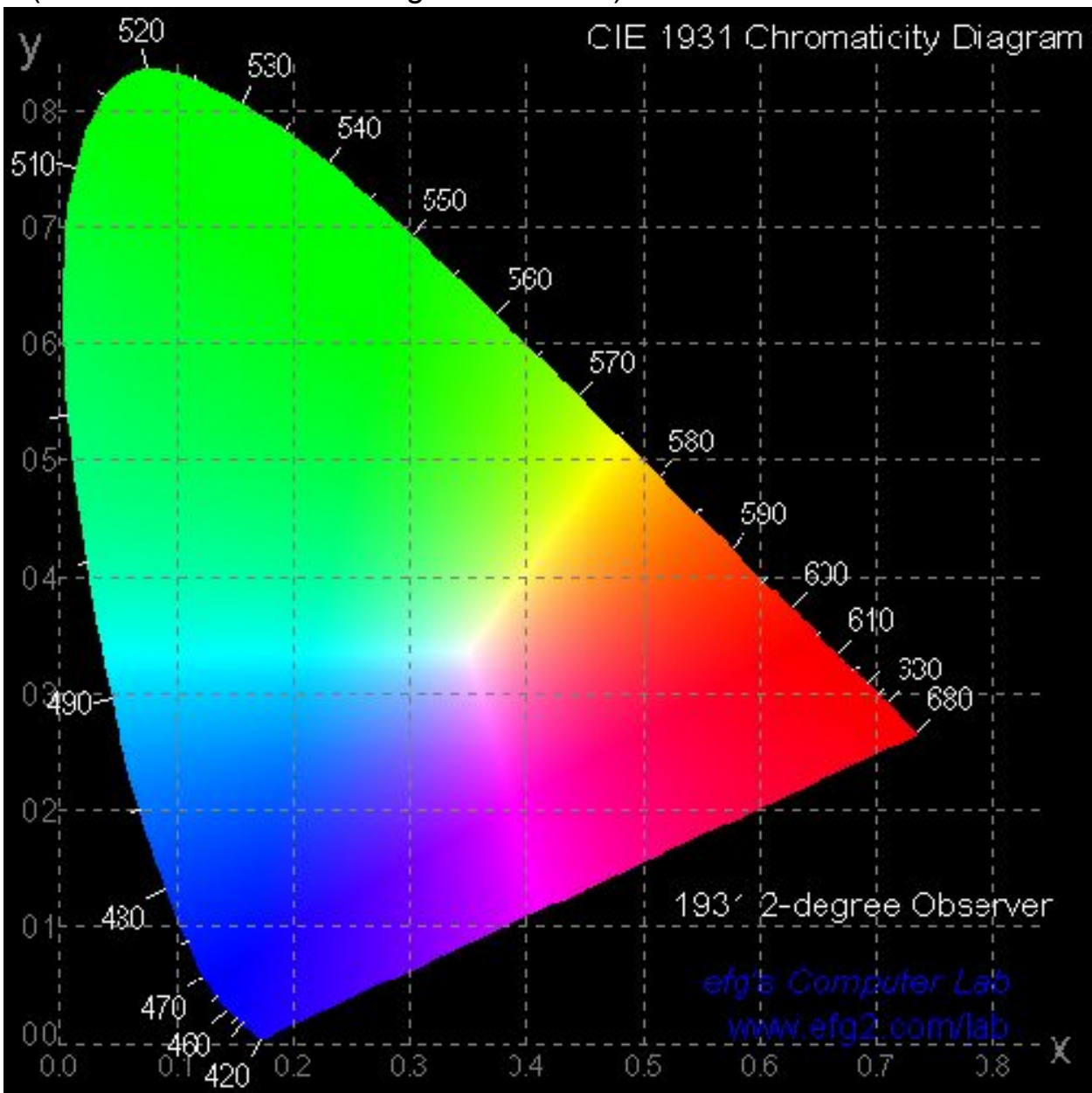


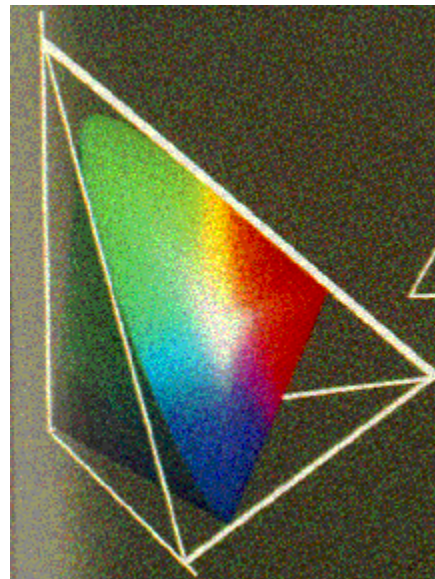
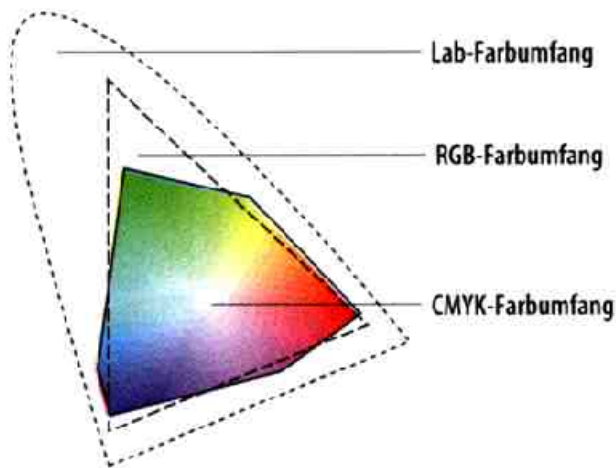
In der Videotechnik verwendete Testfarben (Testbild):

Farbe	Rot	Grün	Blau
Schwarz	0	0	0
Blau	0	0	1
Grün	0	1	0
Cyan	0	1	1
Rot	1	0	0
Magenta	1	0	1
Gelb	1	1	0
Weiß	1	1	1

Schwarz	Blau	Grün	Cyan	Rot	Magenta	Gelb	Weiß

Die zweidimensionale CIE-Farbtafel
(Internationale Beleuchtungskommission)



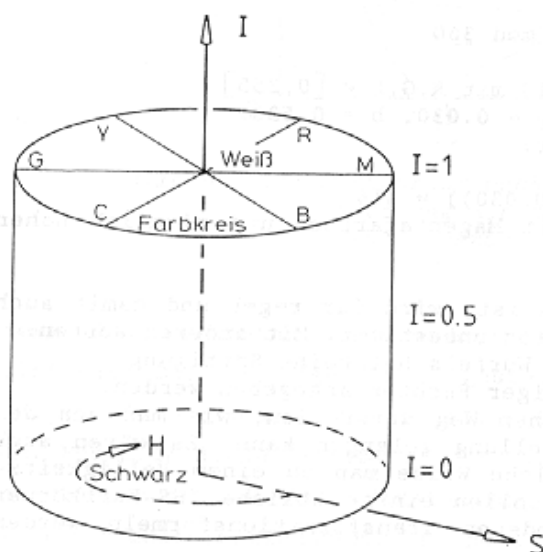


Rand: Spektralfarben
 Fläche: Lab-Farbumfang (für den Menschen sichtbare Bereiche)
 RGB-Dreieck: nur dieser Farbbereich kann auf Monitoren dargestellt werden
 CMYK-Farben: nur dieser Farbbereich kann auf Druckern dargestellt werden

HSI-Farbmodell

HSI

H Hue
 S Saturation
 I Intensity



Umrechnung RGB →

$$H = \frac{1}{2\pi} \arctan \left\{ \frac{2R - G - B}{\sqrt{3}(G - B)} \right\}$$

$$S = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2 - RG - RB - GB}$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

z.B.: Rot = 0
 Grün = 120
 Blau = 240



YUV – Farbmodell

Hintergrund: Datenreduktion

Mensch nimmt Schärfeeindruck nur aus dem Helligkeitssignal

- reduzierte Farbauflösung
- Notwendigkeit der Trennung von Helligkeit und Farbe

Matrix:

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} |Y| \\ |U| \\ |V| \end{array} & = & \begin{array}{ccc|c} 0,3 & 0,59 & 0,11 & | \\ -0,17 & -0,33 & 0,5 & | \\ 0,5 & -0,42 & -0,08 & | \end{array} & * & \begin{array}{l} |R| \\ |G| \\ |B| \end{array} \end{array}$$

$$Y = 0,3 * R + 0,59 * G + 0,11 * B$$

Frage : Was sind die niedrigsten und die höchsten Werte für Y, U, V, wenn R, G, B jeweils die Werte 0...255 annehmen können?

Y=0...255, U,V= -128...127

Digitales Videoformat hat 16 Bit

CIE-Lab – Farbmodell

