

Prof. Dr. Kai Uwe Barthel

Digitale Bilder



Bildübertragungsprinzip

Bildvorlage



Bildwiedergabe



← Synchronisation →

← Signalübertragung →

opt./elektr.
Wandlung

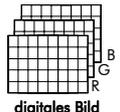
elektr./opt.
Wandlung

2 © Kai Uwe Barthel

Digitale Bilderfassung

Beispiel: Scan eines Farbbildes


→

→


Scanner
Parameter:
Auflösung + Farbtiefe

Analoges
Bildsignal

Quelle

Digitale Bildwandlung:
Diskretisierung
+
Quantisierung

→

Digitales
Bildsignal

3 © Kai Uwe Barthel

Digitale Bildübertragungsstrecke

Quelle

Analoges
Bildsignal

Digitale Bildwandlung:
Diskretisierung
+
Quantisierung

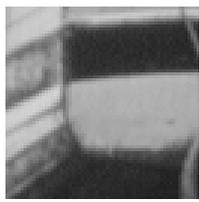
→

Digitales
Bildsignal

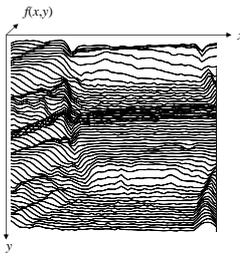
Parameter:
Auflösung + Farbraum + Farbtiefe

4 © Kai Uwe Barthel

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

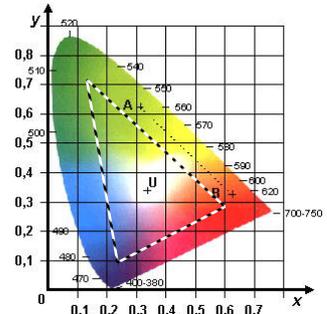


$f(x,y)$

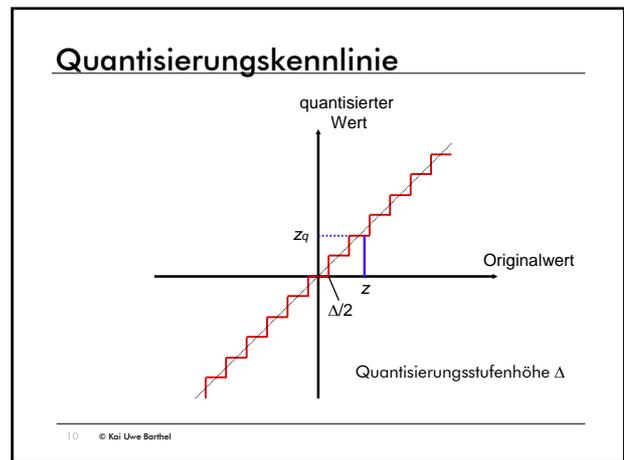
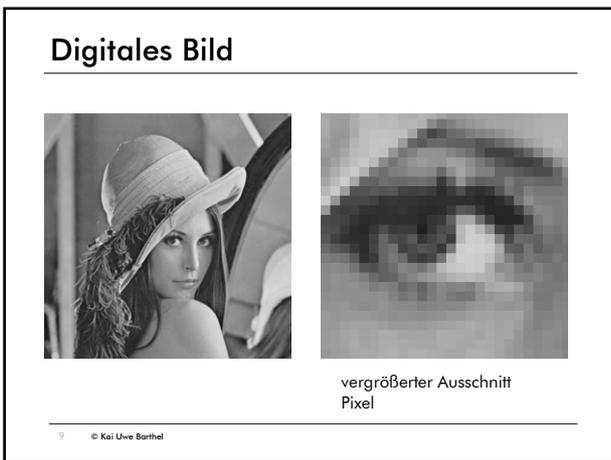
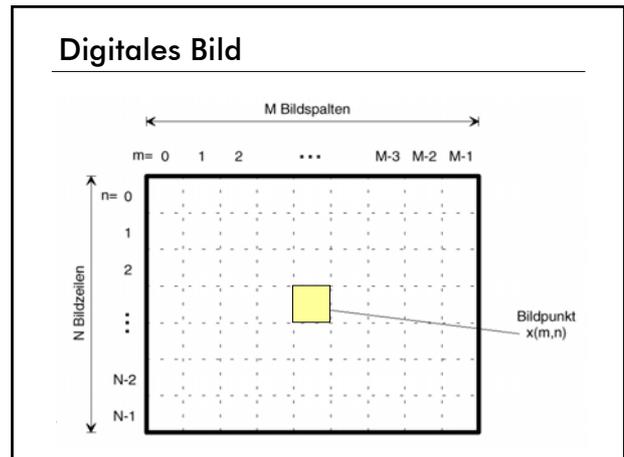
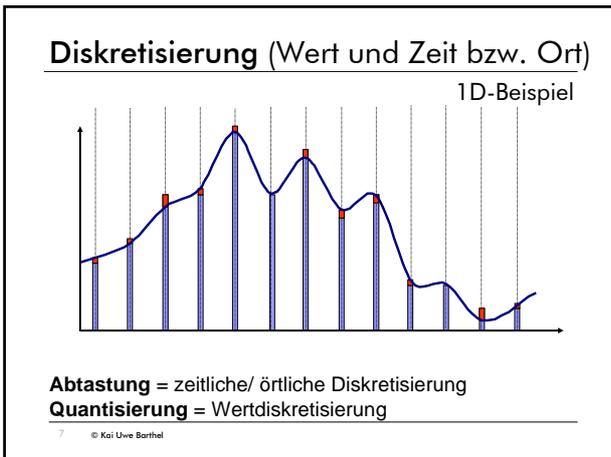


5 © Kai Uwe Barthel

Farbraum: Bedeutung der (RGB-)Werte



6 © Kai Uwe Barthel



Farbtiefe (Wieviele Bits pro Pixel (bpp))

Bits	mögliche Farben	Name
1	2 (schwarz + weiß)	Bitonal
8	256 schwarz bis weiß	Graustufen
8	256 versch. Farben	Palette
24	16,7 Mio alle Farben	24 Bit True Color RGB
32	16,7 Mio alle Farben	24 Bit True Color RGBA mit Alpha-Kanal (Transparenz)

11 © Kai Uwe Barthel

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):

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

12 © Kai Uwe Barthel

Auflösung / Abtastung

256x256 128x128 64x64

13 © Kai Uwe Barthel

Dateigröße von digitalen Bildern (unkomprimiert)

Dateigröße = Spaltenzahl · Zeilenzahl · Farbtiefe [Bit] **b**
 Spaltenzahl · Zeilenzahl · Farbtiefe / 8 [Byte] **B**

Beispiel Bildschirmabzug (Screen Shot)
 1280 Spalten, 1024 Zeilen, TrueColor (24 bit):
 $1280 \cdot 1024 \cdot 24 / 8 = 3932160 \text{ Bytes} = 3,75 \text{ MB}$

Dateigröße = Breite · Höhe · Farbtiefe · Auflösung² / 8 [Byte]

Beispiel DIN A4 Fax-Seite mit 200 dpi
 (= 78,74 dots pro cm)
 $21 \text{ cm} \cdot 29,7 \text{ cm} \cdot 1 \cdot (78,74)^2 / 8 \text{ cm}^2 = 483 \text{ kB}$

14 © Kai Uwe Barthel

Beispiele Auflösungen

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

15 © Kai Uwe Barthel

Vergleich dpi / ppi

Dot Pixel

Raster Musterdither Diffusionsdither Original

16 © Kai Uwe Barthel

Bitonal mit unterschiedlichen Darstellungsmodi von Bildern

Bitonal mit Fehlerdiffusion Bitonal mit Halftone Screening Bitonal Halftone Screening doppelte Halbtonefrequenz => weniger Helligkeitsstufen, aber feinere Strukturen

Graustufen mit unterschiedlicher Auflösung

Graustufen mit gleicher Auflösung wie oben Graustufen mit halber Auflösung Graustufen mit einem Viertel der Auflösung

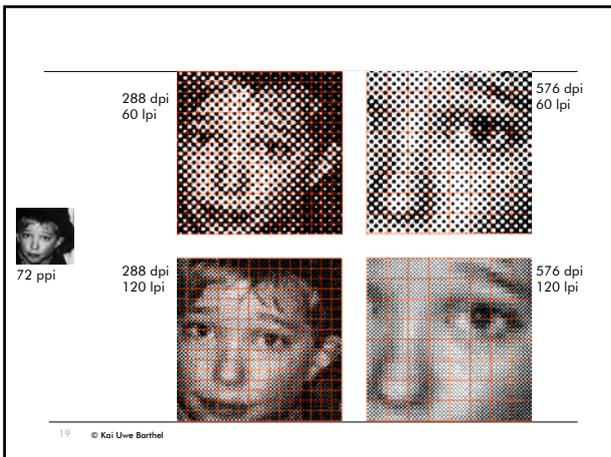
17 © Kai Uwe Barthel

Rasterbild (lpi)

Auflösung der Bildvorlage sollte ca. 1,5 – 2 mal die Halbtonefrequenz des Druckers sein

Rasterwinkel (in Grad)
 Rasterweite (lines per inch lpi) Rasterfrequenz/halftone frequency

18 © Kai Uwe Barthel

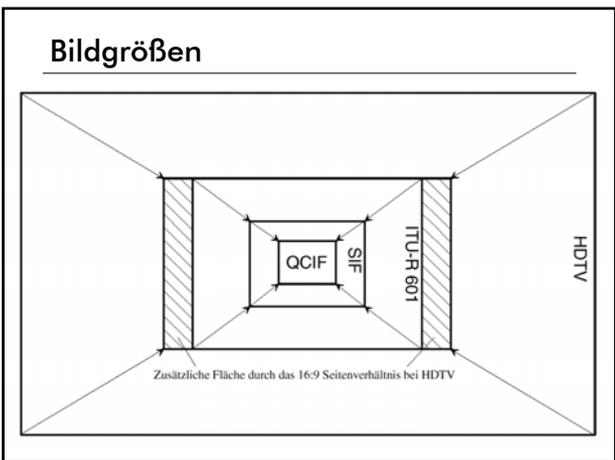


(Schrift-)größen Punkt, Point, Pica, Pixel, etc.

- DTP Point pt (PostScript point)
(in PostScript 1/72 eines Inches eines 72 dpi Bildes)
 $1 \text{ pt} = 25,4 \text{ mm} / 72 = 0,3528 \text{ mm}$
- Didot P (basiert auf „pied de roi“ = Fuß des Königs)
 $1 \text{ P} = 3/8 \text{ mm} = 0,375 \text{ mm}$ (alt 0,376 mm)
1 Cicero = 12 Didot-Punkt = 4,5 mm (alt: 4,512 mm)
- Pica = 12 Point
- Pixel (Größe eindeutig für Onlineproduktion)
- In Softwareanwendungen häufig Point, ist aber nicht genormt meist 0,3528 mm oder 0,375 mm

Standard Bildgrößen (Video)

	QCIF	CIF	CCIR601 (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



Bildschirmformate

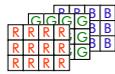
Abkürzung	Name	Pixel	Seitenverhältnis	Pixelanzahl	MB
QQVGA	Quarter QVGA	160 * 120	4:3	19200	0.05
1/8 VGA	1/8 VGA	240 * 180	4:3	43200	0.12
QVGA	Quarter VGA	320 * 240	4:3	76800	0.22
VGA	Video Graphics Array	640 * 480	4:3	307200	0.88
SVGA	Super VGA	800 * 600	4:3	480000	1.37
WSVGA	Wide SVGA	1024 * 600	< 16:9	614400	1.76
		1072 * 600	> 16:9	643200	1.84
XGA	Extended Graphics Array	1024 * 768	4:3	786432	2.25
		1152 * 864	4:3	995328	2.85
	Apple Macintosh-XGA	1152 * 870	< 4:3	1002240	2.87
	SGI-XGA, Sun-XGA	1152 * 900	> 5:4	1036800	2.97
WXGA	Wide XGA	1280 * 768	15:9 (5:3)	983040	2.81
		1360 * 768	< 16:9	1044480	2.99
		1366 * 768	> 16:9	1049088	3.00
		1376 * 768	> 16:9	1056768	3.02
		1280 * 960	4:3	1228800	3.52
SXGA	Super XGA	1280 * 1024	5:4	1310720	3.75
XGA-2	XGA 2	1360 * 1024	< 4:3	1392640	3.98
		1366 * 1024	> 4:3	1398784	4.00
WSXGA	Wide SXGA	1600 * 900	16:9	1440000	4.12
		1600 * 1024	< 16:10 (25:16)	1638400	4.69
SXGA+	SXGA Plus	1400 * 1050	4:3	1470000	4.21
WSXGA+	Wide SXGA+	1680 * 1050	16:10	1764000	5.05
LUXGA	Ultra XGA	1600 * 1200	4:3	1920000	5.49
WUXGA	Wide UXGA	1920 * 1200	16:10	2304000	6.59
		1920 * 1440	4:3	2764800	7.91
SUXGA	Super UXGA	2048 * 1536	4:3	3145728	9.00
QXGA	Quad XGA	2048 * 1536	4:3	3145728	9.00
QUXGA	Quad UXGA	3200 * 2400	4:3	7680000	21.97
QWUXGA	Quad WUXGA	3840 * 2400	16:10 (8:5)	9216000	26.37

Formate digitaler Kameras

Megapixel	Name	Pixel	Seitenverhältnis	Pixelanzahl	MB
0,3	VGA	640 * 480	4:3	307 200	0,88
1	XGA	1152 * 864	4:3	995 328	2,85
1,3		1280 * 960	4:3	1 228 800	3,52
2	UXGA	1600 * 1200	4:3	1 920 000	5,49
2,1		1720 * 1280	> 4:3	2 201 600	6,30
3		1984 * 1488	4:3	2 952 192	8,45
3,3	SUXGA, QXGA	2048 * 1536	4:3	3 145 728	9,00
4		2272 * 1704	4:3	3 871 488	11,08
5		2560 * 1920	4:3	4 915 200	14,06
5		2592 * 1944	4:3	5 038 848	14,42
7		3264 * 2176	3:2	7 102 464	20,32
8		3264 * 2448	4:3	7 990 272	22,86

Bildorganisation (1) Pixelanordnung (in der Datei / im Speicher)

(Beispiel: Bild mit 3 Zeilen à 4 Pixeln)



Pixel Interleaved:

RGBRGBRGBRGBRGBRGBRGBRGBRGBRGBRGB

Line Interleaved:

RRRRGGGGBBBBRRRRGGGGBBBBRRRRGGGGBBBB

Plane Interleaved:

RRRRRRRRRRRRGGGGGGGGGGBBBBBBBBBBBB

Bildorganisation (2) Zeilenanordnung

Interlaced:

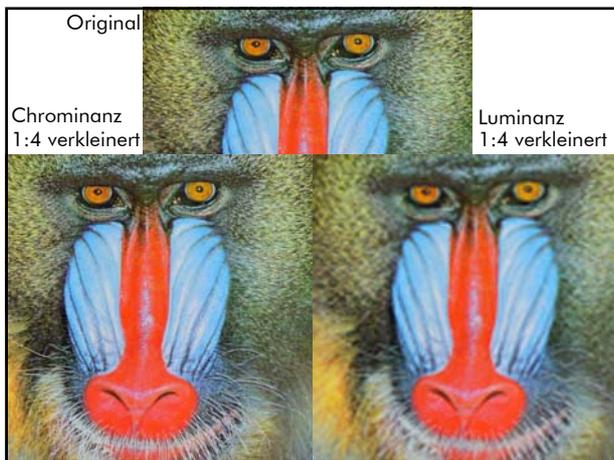
(Zeilensprungverfahren z. B. beim Fernsehen)

Zeile 1
Zeile 3
Zeile 5
...
Zeile 2
Zeile 4
Zeile 6
...

Non Interlaced oder

progressive:
(z. B. Computermonitor)

Zeile 1
Zeile 2
Zeile 3
Zeile 4
Zeile 5
Zeile 6
...



A:B:C Notation (Farbunterabtastung)

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

4:4:4 RRRRRRRR GGGGGGGG BBBB BBBB **Beispiel:**
RRRRRRRR GGGGGGGG BBBB BBBB Bild der Größe:
RRRRRRRR GGGGGGGG BBBB BBBB 4 Zeilen x 8 Spalten
RRRRRRRR GGGGGGGG BBBB BBBB

4:2:2 YYYYYYYY UUUU VVVV
YYYYYYYY UUUU VVVV
YYYYYYYY UUUU VVVV
YYYYYYYY UUUU VVVV

4:1:1 YYYYYYYY UU VV
YYYYYYYY UU VV
YYYYYYYY UU VV
YYYYYYYY UU VV

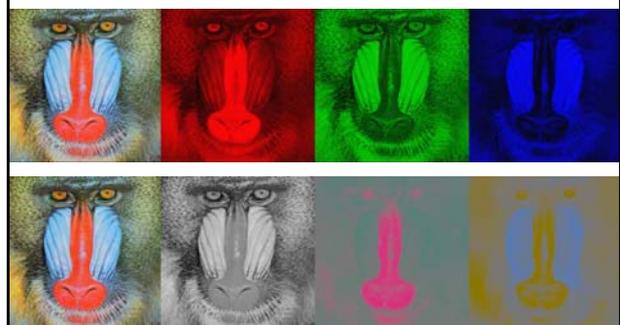
4:2:0 YYYYYYYY UUUU VVVV 4:2:0 wird oft fälschlicher-
YYYYYYYY UUUU VVVV weise als 4:1:1 bezeichnet
YYYYYYYY (verwendet z.B. bei MPEG)

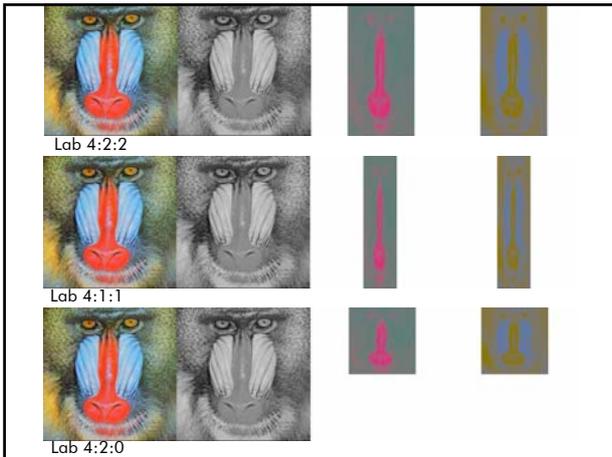
4:4:4

4:2:0



RGB und Lab (beide 4:4:4)





A:B:C Notation

32 © Kai Uwe Barthel

Transparenzen

33 © Kai Uwe Barthel

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)

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

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

G und B entsprechend

Frage: Wie programmiert man diese Überlagerung?

34 © Kai Uwe Barthel

Transparenz (Alpha)

PNG (8 bit Alpha)

GIF (1 bit Alpha)

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

35 © Kai Uwe Barthel

Transparenz

36 © Kai Uwe Barthel

Vergleich unterschiedlicher Scanauflösungen

	Bitonal	Graustufen
600	Vesubio m Vesuv m	Vesubio m Vesuv m
300	Vesubio m Vesuv m	Vesubio m Vesuv m
150	Vesubio m Vesuv m	Vesubio m Vesuv m
100 dpi	Vesubio m Vesuv m	Vesubio m Vesuv m

Vesuv 1mm

43 © Kai Uwe Barthel

Scans von Photos

Photo mit 10·15 cm²
Kleinbildnegativ mit 24·36 mm²

Scan des Photos mit 600 dpi
3542 · 2362 Pixel = 8 Megapixel
(Scan des Photos mit 300 dpi
1771 · 1181 Pixel = 2 Megapixel)

44 © Kai Uwe Barthel

Scans von gedruckten Bildern

Typische Scanauflösung für qualitativ hochwertige Bilder ca. 1,5 bis 2 mal die Halftonfrequenz

45 © Kai Uwe Barthel

Aliasingfehler bei Billigscannern

Bild mit 100 dpi gescant (Billigscanner)

Bild mit 600 dpi gescannt in Photoshop auf 100 dpi verkleinert

46 © Kai Uwe Barthel

Auflösung von Bildschirmbildern

- 0,33 bis 0,5 Pixel pro Bildschirmpixel
- Höchste Qualität mit 1 Pixel pro Bildschirmpixel

0,33 0,5 1

(Zahlen sind exakt bei einer Bildschirmauflösung von 1024x768 Pixeln)

47 © Kai Uwe Barthel

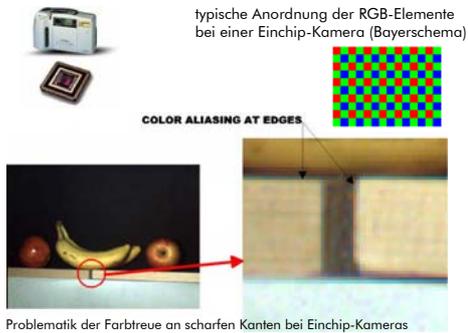
Digitale Kamera

DSC-F707
Professionelle Cyber-shot mit effektiven 5,0 Mio. Pixel CCD und Carl Zeiss Stach Zoom-Objektiv „Vario-Sonnar“

- Effektive 5,0 Mio. Pixel
- Carl Zeiss Objektiv „Vario-Sonnar“
- Laser Autofokus
- Lichtstärke 1:2,0 - 2,4
- 5x optischer/10x digitaler Zoom
- Farb-LCD
- Sucher
- 4,6 cm Farb-LCD
- Integ. Blitz mit Vorblitz (produziert rote-Augen-Effekt)
- Serienbildfunktion (3 Bilder)
- Belichtungsreihen (3 Bilder)
- MPEG HQ/EX/Clip Motion
- NightShot
- Nightframing
- AF-Hilfslicht
- Belichtungsmessung: Integral/Spot/Mehrfeld (49 Felder)
- ISO
- Empfindlichkeitssteuerung
- Speichermedium: Memory Stick™
- USB-AV-Anschluss (PAL/NTSC)
- Stamina 2 Std. 30 Min./2.500 Bilder

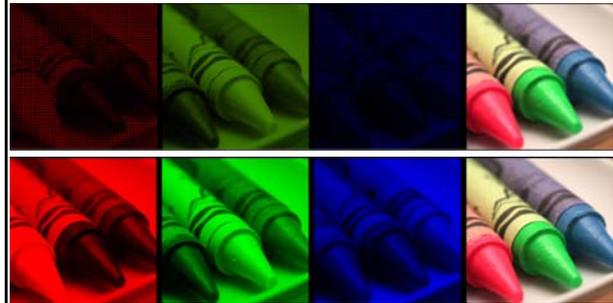
48 © Kai Uwe Barthel

Kameras



49 © Kai Uwe Barthel

Vergleich 1- und 3-Chip Kamera

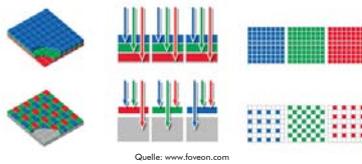


Quelle: <http://www.dpreview.com/reviews/sigma9/>

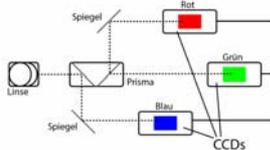
50 © Kai Uwe Barthel

Unterschiedliche Bildsensoren

1 Chip Kameras



3-Chip Kameras

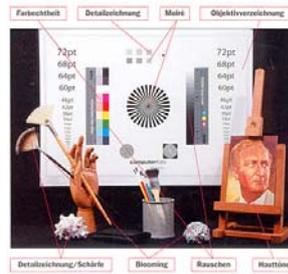


51 © Kai Uwe Barthel

Testbilder für die digitale Fotografie

<http://www.imaging-resource.com>

<http://www.digitalkamera.de/Info/Testbilder/default-de.asp>



52 © Kai Uwe Barthel