



Videotechnik

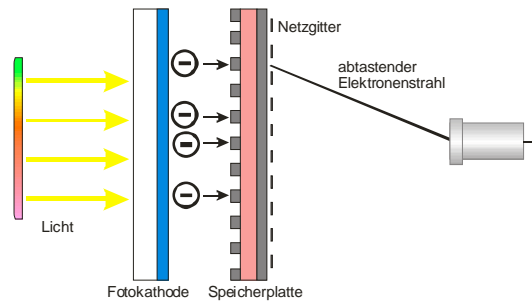
- Bildwandlung
- Signal-Formate
- Aufnahme-Medien
- Aufzeichnungs-Formate

Röhrenkamera

1932: Farnsworth „Dissector-Röhre“

Prinzip:

- Photonen erzeugen auf der Fotokathode Elektronen
- Elektronen fliegen auf Speicherplatte
- Elektronenstrahl „tastet“ Kondensatorplatte ab, setzt Strom frei, Messung

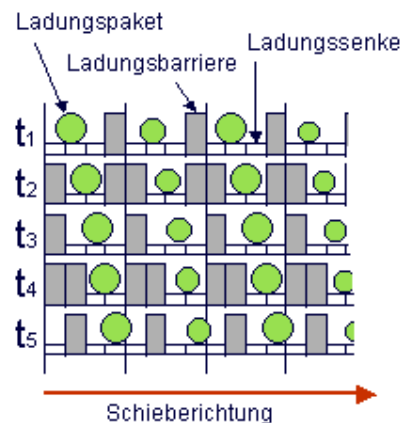


Nachteile: Einbrennen des Bildes, häufige Kalibrierung nötig, groß

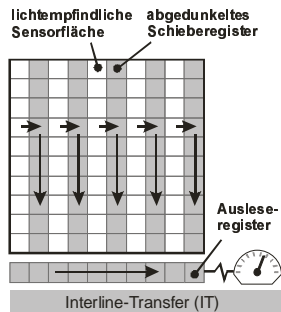
CCD - Chip

- CCD = Charge Coupled Device
- Standard für Video-Kameras
- Photonen setzen Elektronen im Silizium-Halbleiter frei.
- Ladung auslesen nach dem Eimerkettenprinzip:
 - Elektronen von Zelle zu Zelle weiter geschoben
 - am „Ende“ Spannung des Elektronenpakets auslesen.
- Spannung wird verstärkt weitergegeben
- Elektronen fließen über Reset-Diode ab

CCD-Sensor

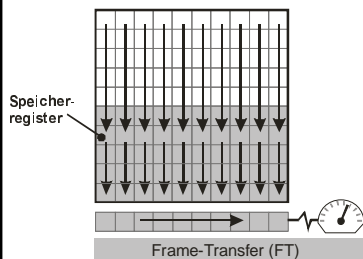


CCD – Typen (1)



Interline-Transfer-CCD

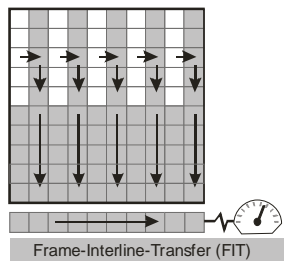
- Ladung → Schieberegister → Auslesereg.
- schneller Transfer in abgedunkeltes Schieberegister
- Nachteile: Smear bei Überbelichtung, geringe Lichtausbeute



Frame-Transfer-CCD

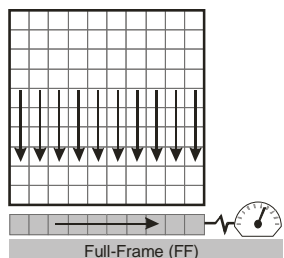
- Ladung → Speicherregister → Auslesereg.
- höhere Pixeldichte
- Nachteile: mech. Shutter nötig, sonst Smear

CCD-Typen (2)



Frame-Interline-Transfer-CCD

- Ladung → Schieberegister → Speicherregister → Auslesereg.
- schneller Transfer in abgedunkeltes Schieberegister, kein Smear
- Nachteile: teuer, geringere Lichtausbeute

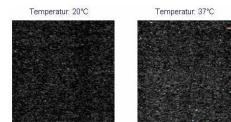


Frame-Transfer-CCD

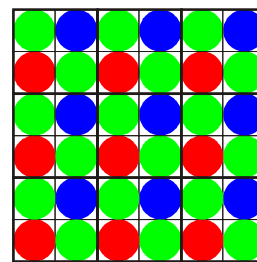
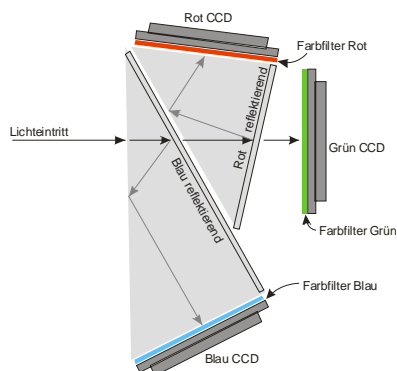
- Ladung → Auslesereg.
- höhere Pixeldichte
- Nachteile: mech. Shutter nötig, sonst Smear
- Nicht für Video geeignet

Bildstörungen

- **Blooming**
Elektronen in überbelichteten Zellen schwappen in benachbarte Zellen über
- **Thermisches Rauschen**
Temperatureffekte im Halbleiter
- **Moiré-Effekt**
zu geringe Auflösung → Abtasttheorem
- **Smear**
weitere Photonen treffen während des Elektronentransports auf



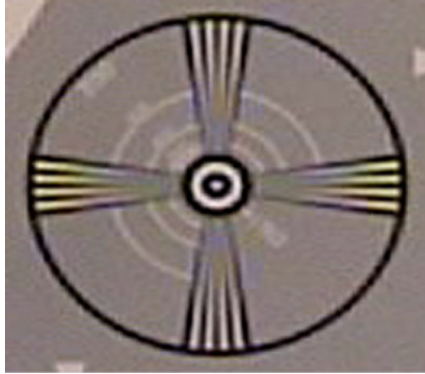
3-Chip- & 1-Chip-Kamera



- **je ein Chip** für Rot/Grün/Blau
- Prisma teilt das Licht in RGB

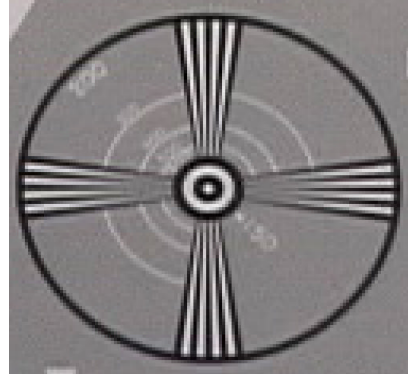
- Bayer-Filter
- **ein einziger Chip** für RGB
- Farbfilter vor den Pixeln
- Grün doppelt wegen höherer Empfindlichkeit des Auges
- Interpolation Helligkeit aus 4 Pixeln
- Interpolation Farbe aus 8 Pixeln

Vergleich Nachteile 1- / 3-Chip



1-Chip-Kamera

- Geringere Auflösung
- Farbabweichungen



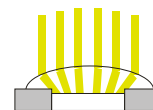
3-Chip-Kamera

- Höherer Preis
- Größerer Platzbedarf

Lens-on-Chip, CMOS, X3

Lens-on-Chip:

- kleine Linse über einer Zelle sammelt Licht → höhere Lichtausbeute
- oft angewandt

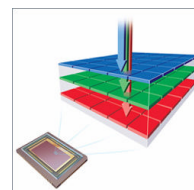


CMOS-Chip:

- jedes Pixel ein eigener Transistor → kontinuierliche Lichtmessung
- komplette Kamera (Auswertung, Aufbereitung) auf einem Chip
- früher von CCD abgehängt, momentan erhebliche Fortschritte

Foveon X3

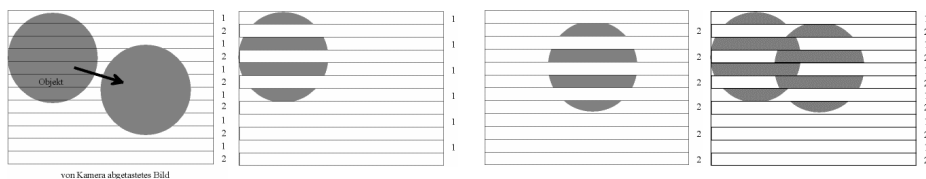
- Drei Chip-Ebenen übereinander
- Eindringtiefe des Lichts in den Chip abhängig von der Wellenlänge
- mindestens gleiche Auflösung wie ein 3-Chip-System



Signalformate

- Exkurs: Interlacing
- Composite & Component
- SDI, SDTI
- PAL / NTSC
- HDTV

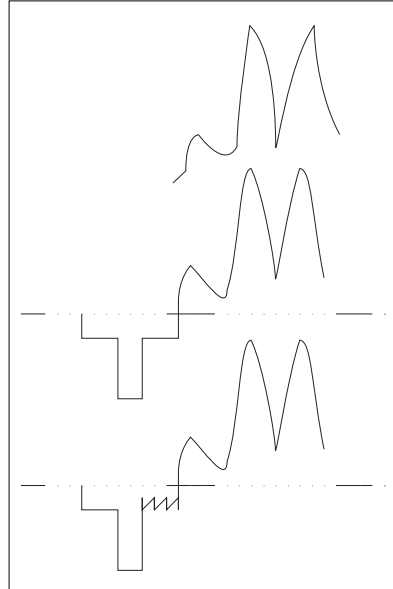
Exkurs: Interlacing



- Ziel: Reduzierung des Flimmerns
- Statt einem Bild zwei Halbbilder
- Halbbilder werden abwechselnd aufgezeichnet / wiedergegeben
- doppelte Frequenz (50 statt 25 Bilder)
- Nachteile:
 - Vertauschen der Halbbild-Reihenfolge → Ruckeln
 - Nachbearbeitung schwieriger

Composite vs. Component

- Licht → Spannung
- Composite (FBAS):
 - eine Zeile S/W-Signal
Farbsignal (Farbton, Sättigung,
90° verschoben)
phasenmoduliert darauf
 - Sync- und Austastsignal
 - Color-Burst-Signal im
Austastsignal gibt Phase vor
- Component-Video:
 - Luminanz, Farbton, Sättigung
werden getrennt übertragen
 - Höhere Bildqualität
 - S-Video: Y und UV getrennt



SDI, SDTI

- SDI (Serial Digital Interface)
 - Übertragung des digitalisierten
Komponentensignals
 - (4:2:2 Subsampling)
 - Nur in High-End-Systemen verwendet
- SDTI (Serial Digital Transport Interface)
 - beliebige digitale Daten (z.B. komprimiertes
HD) in SDI-Protokoll eingebettet
 - Nutzung vorhandener Infrastruktur

PAL / NTSC

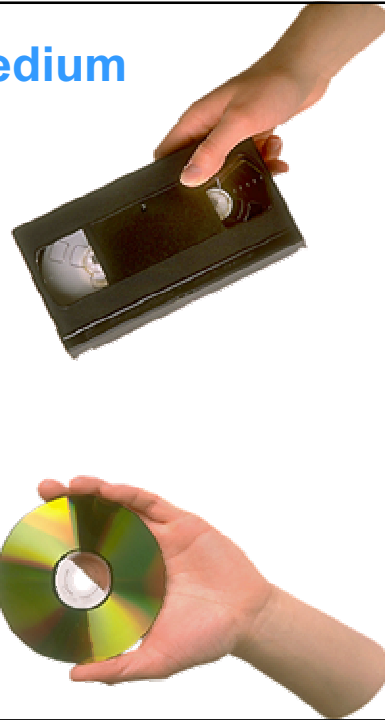
- Fernsehformat in Europa (PAL, Unterform SECAM in Osteuropa, Frankreich)
- bzw. USA / Japan (NTSC)
- Composite-Signal mit bestimmtem Format
 - PAL: 768 x 576 x 25 fps (50 HB/s)
 - NTSC: 640 x 480 x 29,97 fps (59,94 HB/s)
- Nachteile NTSC
 - schlechtere Farbqualität
 - Probleme mit schiefer Bildwiederholrate

HDTV

- Nachfolger von PAL / NTSC
- Formatgerangel
 - Japan: 1831 x 1035 x 60 HB
 - USA: 1709 x 1050 x 59,94 HB
 - Europa: 2035 x 1250 x 50 HB
- Teilweise auch Progressive-Modus
- nicht mit vorhandener Hardware kompatibel
- Testbetrieb in Japan, USA
- In absehbarer Zeit noch Nischenformat (CGI, Großveranstaltungen, Wissenschaft)

Aufnahme-Medium

- Die Optionen
- Aufzeichnung auf Magnetband



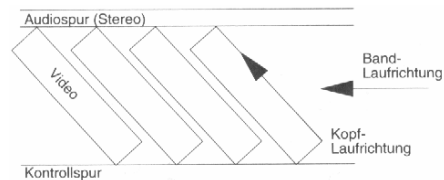
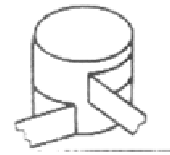
Optionen

- Ursprünglich: Abfilmen von Live-Video
 - Nachteile: hohe Kosten, schlechte Bearbeitungsmöglichkeit
- Standard: Magnetbandaufzeichnung
 - Vorteile: niedriger Preis, große Kapazität
 - Nachteile: nur sequentieller Zugriff, Gefahr des Datenverlusts
- DVD-RAM/-RW, Festplatte, Flash Memory
 - Vorteile: non-sequentieller Zugriff, Ring-Puffer-Funktionalität
 - Nachteile: hoher Preis, leichte Beschädigung
 - geringe Verbreitung im Consumer-Bereich, Festplatte bei HD



Magnetbandaufzeichnung (MAZ)

- analoge / digitale Signale → Magnetisierung des Bandes
- Schrägspur-Verfahren: Aufzeichnungs-Kopf schräg zur Laufrichtung des Bandes → höhere Relativgeschwindigkeit
- Bandqualität beeinflusst Bandbreite (= Bildqualität) des aufgezeichneten Videosignals
- nahezu alle Consumer- und Professional-Kameras verwenden Magnetbänder



Aufnahme-Formate

- Analog (Professional / Consumer)
- Exkurs: Farb-Subsampling
- Digital (D1-D3, D5, D9, Digital Beta)
- DV (Formate, Kompression)
- HD (1080p)
- MPEG-2

Analoge Aufzeichnungsformate (1)

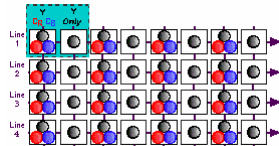
- Ampex
 - Erstes Videoaufnahmeformat (1956)
 - 2"- Chromdioxid-Bänder
 - Quadruplex-Aufzeichnung (4 Magnetköpfe), senkrecht zur Bandlaufrichtung
- U-Matic
 - Erstes brauchbares Kassettensystem
 - 3/4"-Bänder
 - Farbsignal wird im Color-Under-Verfahren transponiert
- MII
 - Unabhängige Spuren für Y und UV (abwechselnd nacheinander)
 - Burst-Signal zur Synchronisierung der Spuren
- Betacam SP
 - Unabhängige Spuren für Y, UV (abwechselnd nacheinander)
 - 4:2:2-Sampling
 - Timecode

Analoge Aufzeichnungsformate (2)

- VHS (JVC)
 - Aufzeichnung eines Composite-Signals
 - Auflösung: ca. 250 Linien
- Video8 (Sony)
 - wie VHS, kleinere Kassetten, für Videokameras gedacht
 - Audiosignal unabhängig von Video → Nachvertonung möglich
- S-VHS (JVC)
 - Weiterentwicklung von VHS, bessere Bänder, Köpfe, S-Video-Signal, Auflösung: ca. 400 Linien
- Hi8 (Sony)
 - Weiterentwicklung von Video8, S-Video-Signal, S-VHS-Qualität, kleine Kassetten → verbreitetes Kameraformat

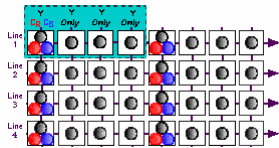
Exkurs: Farb-Subsampling

Reduktion der Datenmenge durch Weglassen von Farbinformation



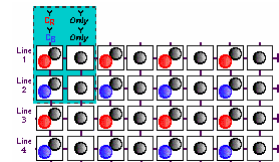
4:2:2 - Sampling

D1, D5, Ampex DCT, Digital Betacam, Digital-S, DVCPRO50



4:1:1 - Sampling

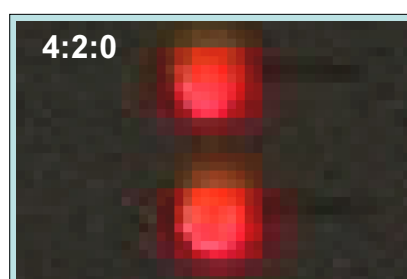
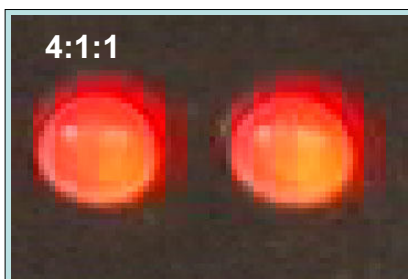
DV (NTSC), DVCAM (NTSC), DVCPRO



4:2:0 - Sampling

DV (PAL), DVCAM (PAL)

Vergleich 4:1:1 - 4:2:0



Digitale Aufzeichnungsformate (1)

Ohne Kompression

Format	D1	D2	D3	D5	D6
Hersteller	Sony	Ampex	Panasoni	Panasonic	Sony
Auflösung	SDTV	SDTV	SDTV	SDTV	HDTV
Signal	Komponenten	FBAS	FBAS	Komp.	Komp.
Abtastung	4:2:2	-	-	4:2:2	HDTV
Quantisierung	8 Bit	8 Bit	8 Bit	10 Bit 8 Bit	-
Datenrate	227 Mbit/s	154 Mbit/s	150 Mbit/s	303 Mbit/s	1200 Mbit/s

Digitale Aufzeichnungsformate (2)

mit Kompression

Format	DCT	Digital Betacam	Betacam SX	D9 Digital-S	D10 MPEG
Hersteller	Ampex	Sony	Sony	JVC	Div.
Auflösung	SDTV	SDTV	SDTV	SDTV	bis HDTV
Abtastung	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2
Quantisierung	8 Bit	10 Bit	8 Bit	8 Bit	8 – 12 Bit
Kompression	DCT 2:1	DCT 2:1	MPEG / DCT 10:1	DCT 3,3:1	MPEG-2
Datenrate	130 Mbit/s	126 Mbit/s	44 Mbit/s	99 Mbit/s	50 Mbit/s

DV – Digital Video

- Weit verbreitetes Consumer- und Profi-Format
- 25 Mbit/s durch 5:1 DCT Intraframe-Kompression
 - DCT (Discrete Cosinus Transformation): Sonderform der FFT
 - hohe Frequenzen (feine Details) im Bild werden beschnitten
- 4:1:1- (NTSC) bzw. 4:2:0-Subsampling (PAL)
- Audio 2 x 48 kHz/16 bit oder 4 x 32 kHz/12 bit
- Varianten
 - Digital8:
 - DV auf Hi8-Bändern, Abspielen von Hi8 möglich
 - DVCAM
 - Höhere Bandgeschwindigkeit, Zusatzfunktionen (z.B. Indexbilder)
 - DVCPRO
 - 4:1:1-Sampling, Zusatzfunktionen (Cue-Spur, CTL-Spur)
 - DVCPRO50:
 - 4:2:2-Sampling, geringere DCT-Kompression

HD / 1080p

- Digitale Aufzeichnung von HDTV
- 24 fps, progressive
- 1920 x 1080 Pixel
- Datenreduktion
 - Pre-filtering 4:2:2 → 3:1:1 bzw. 3:1,5:1,5
 - DCT
- Formate
 - D9-HD (JVC)
 - HDCAM (Sony)
 - Mittlerweile auch 4:4:4 uncompressed
 - D5-HD (Panasonic)
 - 10 bit Datentiefe, 4:1 Kompression
 - DVCPRO-HD (Panasonic)



MPEG-2

- Verlustbehaftete Interframe-Kompression
- Bewegungsvorhersage: I-, P-, B-Frames
- Flexibles Format
 - Datenrate 2-80 MBit: Web-Video bis HDTV
 - Bis 5 Audiokanäle
 - Interlaced oder Progressive
 - I-Frame only vereinfacht Schnitt
- Konkurriert mit DV im Profibereich

Quellen

Handbuch der Film- und Videotechnik, Johannes Webers, 2002

Taschenbuch Multimedia, Peter A. Henning, 2001

www.ccd-sensor.com

www.adamwilt.com

www.dv.com

www.slashcam.de

www.videouniversity.com

www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/ntsc/95x4.htm

www.gekco.com/vidprmr.htm