

8. Digitale Filmverarbeitung

- 8.1 Klassische Filmtechnik
- 8.2 Analoge TV- und Videotechnik 
 - TV-Technik
 - Videoaufnahme- und Speichertechnik
- 8.3 Digitale Videotechnik
- 8.4 Digitale Videoproduktion
- 8.5 Software zur Videoverarbeitung
(Bsp. Java Media Framework)

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002
Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7.Auflage,
Franzis-Verlag 2002

Filmtechnik vs. TV/Videotechnik

- Film (= Kino)
 - Schwerpunkt auf ausgezeichneter Wiedergabequalität
 - Alle Daten eines Bildes gleichzeitig verfügbar
(bei Analog-Bildern = Stand der Technik 2003)
 - Bandbreitenproblem wird durch mechanischen Transport gelöst
 - Bildinhalte sind aktuell nur im Wochen- oder Monats-Maßstab
 - Digitalisierung findet derzeit nur beim Ton statt
- Fernsehen
 - Schwerpunkt auf Aktualität und breitem Publikum
 - Technik muss auch sehr einfache Wiedergabegeräte unterstützen
(Schwarz/weiß mit wenigen cm Bildschirmdiagonale...)
 - Eng begrenzte Bandbreite wegen Funkübertragung
 - Geringere Auflösung, dadurch (derzeit) wesentlich geeigneter für Digitalisierung

Geschichte der TV-/Videotechnik

- Abbe Giovanna Caselli, 1862:
„Pantelegraph“
- Paul Nipkow, 1884:
„Elektrisches Teleskop“
- Charles Jenkins, John Baird, 1924:
Bewegbildübertragung
- Ab 1928 reguläre Ausstrahlung von
TV-Programmen
- Peter Goldmark, 1940:
Farbfernsehen
- Ampex, 1956:
Video-Magnetbandaufzeichnung
- Mondlandung 1969: 600 Millionen Zuschauer
(über die Hälfte noch in schwarz/weiss)
- Sony, 1976:
Heim-Videokassettenrecorder („betamax“)



1938

Physiologische Aspekte zur TV-Technologie

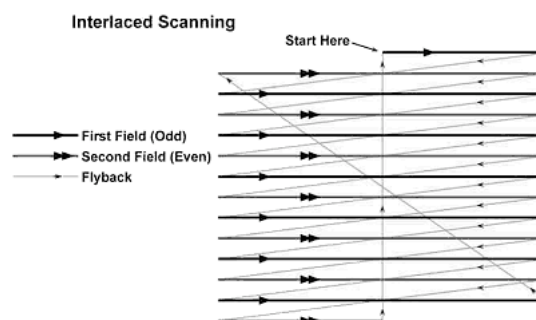
- Räumliches Auflösungsvermögen des menschlichen Auges:
 - Bestimmt durch Abstand der Zapfen auf der Netzhaut:
ca. $1,5' = 0,025^\circ$
- Günstiger Betrachtungswinkel für scharfes Sehen:
 - Ca. $12-15^\circ$
- Notwendige Zeilenzahl:
 - Ca. $15^\circ / 0,025^\circ = 600$
 - Nach CCIR-Norm: 625, davon 575 effektiv sichtbar (US: 525 Zeilen)
- Betrachtungsabstand für diese Bedingungen:
 - Ca. 5-6-fache Bildhöhe
- Grundkonzeption als „Bild“ innerhalb realer Umgebung
 - Ähnlich wahrgenommen wie Bilder, Kalender etc. an der Wand
 - Keine vollständige Inanspruchnahme des Sehfeldes
 - Stark begrenzte „Immersion“

Standard-TV und High-Definition-TV

- Standard-TV (SDTV):
 - Zeilenzahl 625
 - Seitenverhältnis 4:3
- High-Definition-TV (HDTV):
 - Verdopplung der Zeilenzahl (Europa 1250)
 - Verdopplung des Blickwinkels
 - Verkürzung des typischen Betrachtungsabstandes auf 3-fache Bildhöhe
 - Zusammen mit Formatwechsel auf 16:9 deutliche Annäherung an Kinobedingungen
- Historie von HDTV:
 - Europäische Initiative zu Beginn der 90er Jahre mit minimaler Akzeptanz
 - USA: Digitales (Kabel-)Fernsehen als Impulsgeber für höhere Auflösungen
 - Europa 2000+: Steigendes Interesse an hochauflösendem TV
 - » Grosse Bildschirme bzw. Projektionsanlagen preisgünstiger geworden
 - » Verfügbarkeit von DVD-Technik und DVB (Digitalfernsehen)

Zeilensprungverfahren

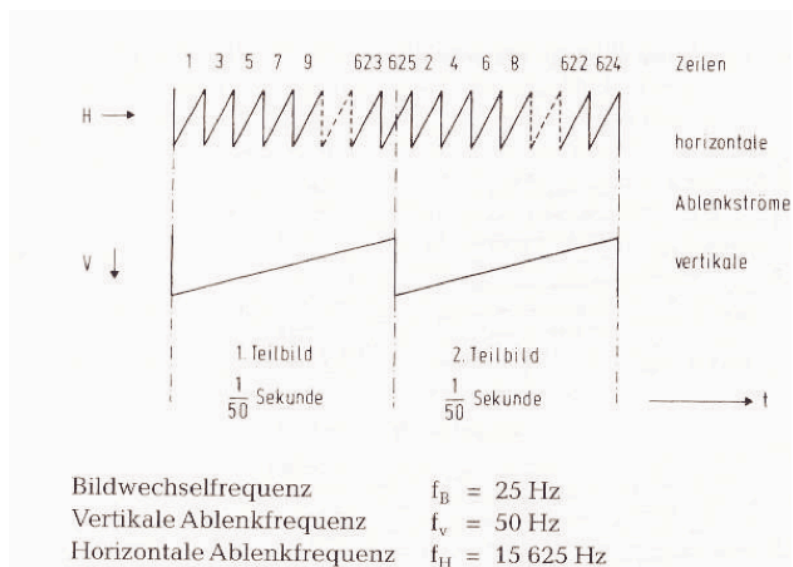
- Wie beim Kino: nur 25 Bilder/s realistischerweise übertragbar, aber 50 Bilder/s Bildwechselfrequenz zur Vermeidung von „Flimmern“ nötig
- Lösung:
 - Übertragung von zwei verzahnten Halbbildern („Interlacing Scan“)
siehe Kapitel 3.2
- Bei modernen Geräten eigentlich technisch nicht mehr nötig
 - Bildspeicher
 - Ermöglicht „Progressive Scan“
- Dennoch Basis aller TV-Übertragungen



TV-Signal elektrotechnisch

- Vier wesentliche Anteile des TV-Signals:
 - Bild-Signal (B)
 - Austast-Signal (A)
 - Synchron-Signal (S)
 - Farbsynchron-Signal (F) (entfällt bei Schwarz-Weiss)
- Zusammenfassung der Signale:
 - BAS-Signal (Schwarz-/Weiss)
 - FBAS-Signal (Farbe)
- „Austastsignal“:
 - Dient nur zum Abschalten des Elektronenstrahls während der Rückführung
 - Sägezahnartiger Spannungsverlauf

Ablenkströme

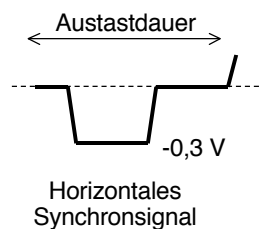


Zeit- und Zeilenbilanz

- Bildfrequenz (Europa): 25 Bilder/s
 - Bilddauer = $1000 \text{ ms} / 25 = 40 \text{ ms}$
- Zeilenfrequenz:
 - Zeilendauer: $40 \text{ ms} / 625 = 64 \text{ } \mu\text{s}$ (d.h. Zeilenfrequenz 15,625 kHz)
- Strahlrücksprung (Strahl abgeschaltet, „Austastung“):
 - Horizontal: $12 \text{ } \mu\text{s} * 312 = 3,75 \text{ ms}$
 - Vertikal: $1,6 \text{ ms} = 25$ Zeilendauern (weil $1,6 \text{ ms} / 64 \text{ } \mu\text{s} = 25$)
 - Pro Vollbild: $2 * 25 = 50$ Zeilendauern durch Rücksprung verbraucht
 - Deshalb häufige Sprechweise: „effektiv 575 Zeilen“
- TV-Bild als Pixelbild gesehen:
 - 625 Zeilen
 - Seitenverhältnis 4:3, d.h. ca. 843 „Spalten“
 - Insgesamt ca. 521.000 Bildelemente (Pixel)
 - » Deshalb bei digitalen Videokameras relativ geringe Pixelzahlen (typisch 800.000 Pixel)

Synchronsignale

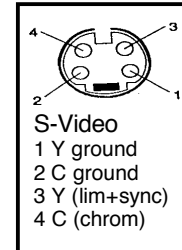
- Stellen identische Darstellung bei Wiedergabe und Aufnahme sicher
- Horizontal:
 - In der „Austastlücke“ (12 μs) negatives Rechtecksignal (4,7 μs)
- Vertikal:
 - Sehr langes Rechtecksignal (über 2,5 Zeilen)
 - Mit einfachen elektrotechnischen Hilfsmitteln (RC-Glieder) erkennbar



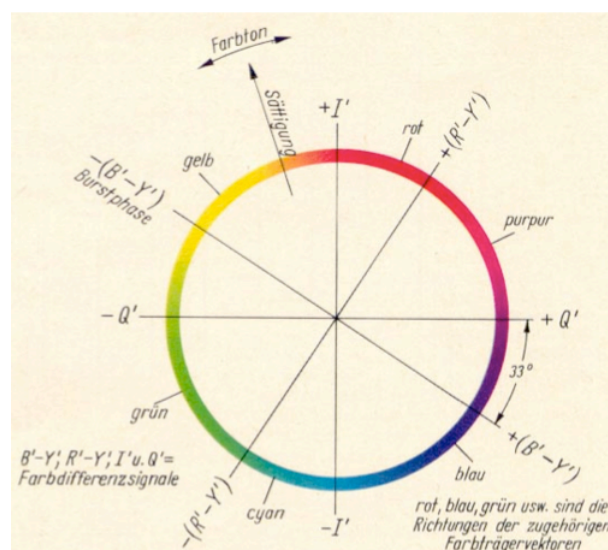
Farbvideosignale



- Hochwertiges Farb-Video mit RGB:
 - 3 Farb-Bildsignale, separat geführt
 - Separates Synchronsignal
- Komponentensignal:
 - Luminanzsignal Y für Bildpunkthelligkeit (Schwarz-/Weiss-kompatibel)
 - » Enthält auch Abtast- und Synchronsignale
 - Chrominanzsignale (C)
 - » Farbwertdifferenzen ($C_R = Rot - Y, C_B = Blau - Y$)
 - Hochwertiges Komponentensignal durch 3 Leitungen (Analog-Studiotechnik)
- Separate Führung von Y und C :
 - Überlagerung der beiden Chrominanzsignale (90° phasenverschoben)
 - S -Video, Y/C -Video mit 4-poligem Hosiden-Stecker
 - Relativ hochwertige Bildqualität
- Gemeinsame Führung von Y und C auf einer Leitung:
 - $Composite$ Video, FBAS-Signal, meist auf (gelbem) Cinch-Stecker
 - Einfachste Bildqualität



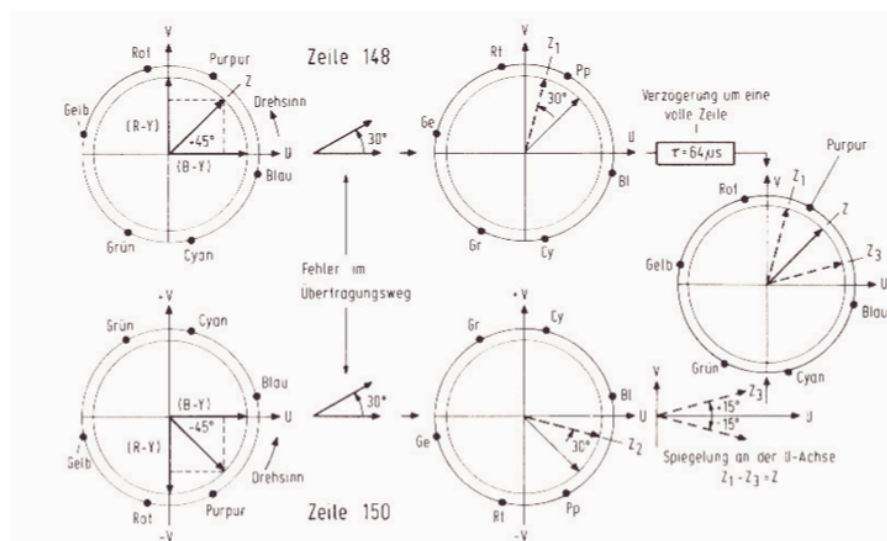
Farbkreis der TV-Phasenmodulation



Farbfernsehsysteme

- NTSC = National Television System Committee (USA)
 - Erstes Farbfernsehsystem
 - Farbton bestimmt sich aus der Phasenlage des Chrominanzsignals relativ zu einem Farbsynchronsignal (*burst*)
 - Fehler im Empfänger und in der Übertragung (Phasenverschiebungen) führen zu Farbtonveränderungen
 - » „Never the same color“
- PAL = Phase Alternating Line (Deutsche Entwicklung)
 - W. Bruch 1962
 - Richtung der Phasenmodulation für den Farbton bei jeder zweiten Zeile invertiert
 - Verzögerung des Farbwerts der vorhergehenden Zeile und Durchschnittsbildung mit aktuellem Farbwert
 - » dadurch kompensieren sich Phasenfehler der Übertragung
- SECAM = Secuentele à mémoire (Französische Entwicklung)
 - Sequentielle Übertragung der beiden Chrominanzwerte einer Zeile
 - Kombination mit dem anderen Chrominanzwert der vorhergehenden Zeile

Beispiel zur Phasenkorrektur in PAL



Verbreitung der Farbfernsehsysteme

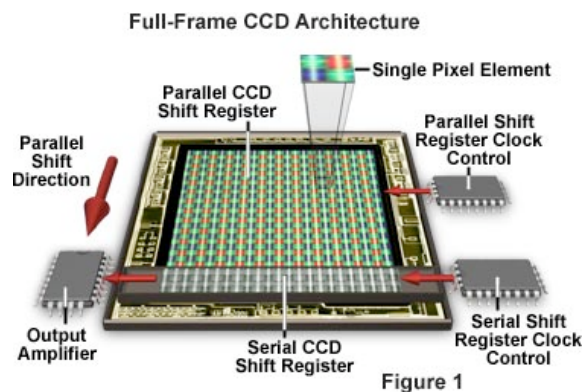
- NTSC:
 - Japan
 - USA
 - Kanada
 - Korea
- PAL:
 - Brasilien
 - China
 - Deutschland
 - Indien
- SECAM:
 - Ägypten
 - Frankreich
 - Polen
 - Russland

Video-Aufnahme

- Typen von Video-Kameras
 - Reine Video-Kamera, z.B. Fernseh-Studiokamera
 - *Camcorder* = Camera & Recorder, d.h. optische Kamera und Magnetbandaufzeichnung
- Video-Kameratechnik
 - Sehr ähnlich zur Filmkamera, aber Bildwandler statt Film
 - Analoger Bildwandler:
 - » Bildwandlung durch zeilenweise Abtastung mit Elektronenstrahl
 - » z.B. „Vidikon“: lichtempfindliche Halbleiterschicht und Speicherplatte wirken als Kondensatoren, die durch Licht entladen werden; Aufladung durch Elektronenstrahl ergibt messbaren Ladestrom
 - Digitaler Bildwandler (heute auch in Analog-Kameras!):
 - » CCD- oder CMOS-Bildwandler
 - » Bei „Frame-Transfer“ CCD mechanische Abdeckung (Flügelblende) während Ladungstransport
 - » Bei „Interline-Transfer“ CCD elektronischer „Verschluss“ durch Speicherbereich im Bildwandler
 - » „Frame-Interline-Transfer (FIT)“-CCD: Kombination der Vorteile

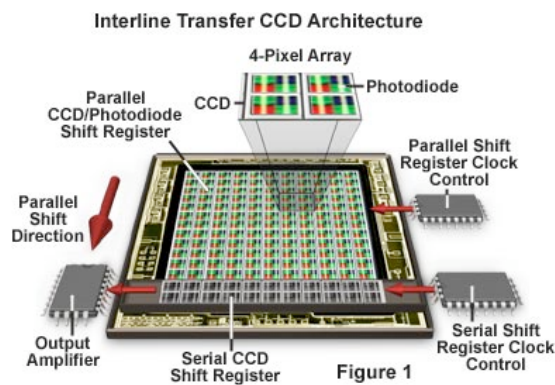
Full-Frame CCD-Architektur

- Einsatz in Kombination mit mechanischem Verschluss
- Volle Sensorfläche wird für lichtempfindliche Zellen genutzt



Interline Transfer CCD-Architektur

- Jede Zelle: lichtempfindlicher Anteil und speichernder Anteil
 - Nur die Hälfte der Sensorfläche für Lichtaufnahme genutzt
- Elektronische "Verschluss"-Steuerung



Typische Bildwandlergrößen bei Videokameras

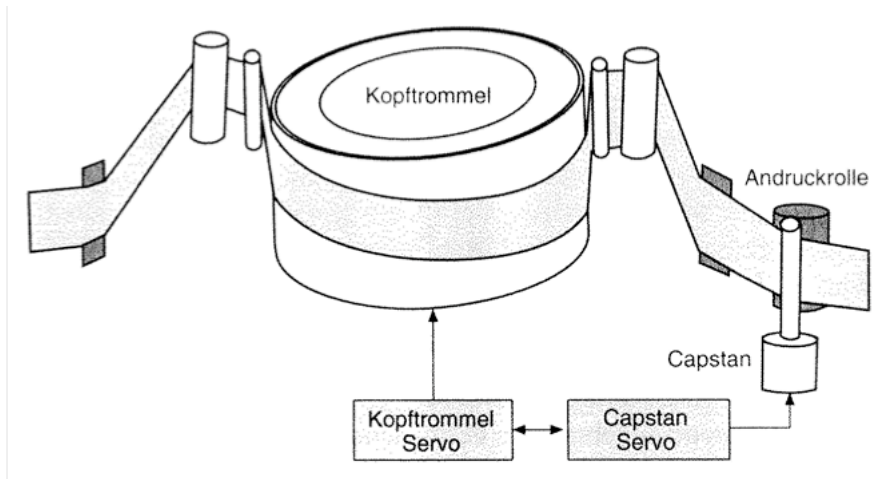
- „2/3-Zoll“:
 - 8,8 x 6,6 mm (4:3)
 - 9,6 x 5,4 mm (16:9)
 - Erreicht fast die Größe des 16mm-Filmformats
 - Profikameras
- „1/2-Zoll“:
 - 6,4 x 4,8 mm (4:3)
 - Profikameras, Überwachungskameras
- „1/4-Zoll“:
 - 4,4 x 3,7 mm (4:3)
 - Consumer-Kameras
- Zur Erhöhung der Auflösung haben hochwertige Kameras ein 3-Sensor-System
 - je ein CCD je Grundfarbe



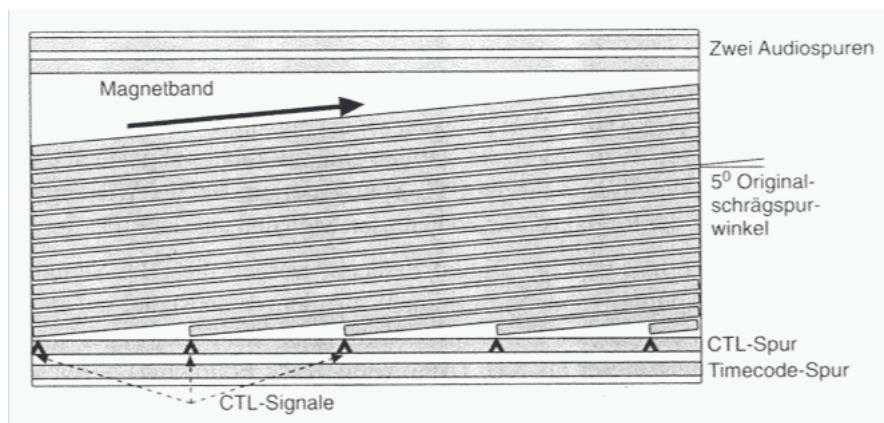
Magnetische Bildaufzeichnung (MAZ)

- In Fernsehstudios seit langem betrieben, um kurzfristige Bereitstellung von Einspielungen zu realisieren
- Grundproblem: Bandbreite
 - 10 Hz bis 5 MHz (vgl. Audio 20 Hz bis 20 kHz)
- Lösungsansatz 1:
 - Frequenzmodulation des Signals auf Zwischenfrequenz-Träger
- Weiteres Problem: Bandgeschwindigkeit
 - Linearer Bandtransport müsste ca. 40 m/s leisten ! (d.h. 216 km Band für einen Spielfilm)
- Lösungsansatz 2:
 - Rotierende Schreib-/Leseköpfe
 - Schrägspuraufzeichnung

Bandführung bei der Schrägaufzeichnung



Schrägaufzeichnung auf Magnetband (Beispiel)



Ein frühes Schrägspur-Aufzeichnungsgerät

- 1967 Ampex CR-2000 (ca. 1 Tonne Gewicht)
- Unkomprimiertes Video, vier rotierende Köpfe



Videobandformate

	1950	1960	1970	1980	1990
FM-Direkt		Quadruplex		1" B, 1" C	
Colour Under			U-Matic VCR	Betamax VHS	Video8 Hi8 S-VHS
Komponenten				Betacam (SP) MI MII	
Digital Composite					D2 D3
Digitale Komponenten				D1	DCT D5 D-Beta DVC

Nach wie vor weitverbreiteter analoger Videoband-Standard: Sony Betacam SP
 – separate Spuren für Luminanz- & Chrominanz-Signale
 – Farbkomponentensignale getrennt (komprimiert) aufgezeichnet

Video Home System (VHS)

- Entwickelt von JVC (mit von Sony gekauften Patenten)
 - Sieger im Marktkampf mit den Systemen Betamax (Sony) und Video 2000 (Philips/Grundig)
- Bandmaterial wie bei professionellen Systemen (1/2“)
 - langsamere Bandgeschwindigkeit (2 cm/s)
- Spuren:
 - Eine Spur für Luminanz und Chrominanz (Frequenzmultiplex)
 - „ColourUnder“: Farbsignal in Frequenzbereich unterhalb des Y-Signals
- Auflösung:
 - 250 Linien (Variante S-VHS: 400 Linien)
 - Zum Vergleich: Gute Monitore lösen 800 Linien auf
- Aktuelle Weiterentwicklung:
 - Digitale Varianten von VHS
 - „High Definition VHS“