

## - Beurteilen von Techniken der Audio- und Videobearbeitung

### 3.1.1. Grundlagen der Audiodatenaufzeichnung und Audiodatenbearbeitung

#### Tonqualität: Analog und Digital

- Analog: Einfluss der Breite des Bandes und der Bandgeschwindigkeit auf die Klangqualität (Aufnahmen von Musik stellen höhere Ansprüche an die Aufzeichnung als z. B. Sprache).

Breiteres Band - weniger Rauschen /Aussteuerung nicht so kritisch, höhere Dynamik, bessere Kanaltrennung, mechanisch unempfindlicher (Dropouts), bessere Lagerfähigkeit als schmaleres Band. Die günstigste Spurbreite pro Tonkanal liegt bei 1/8 Zoll.

Einfluss der Bandgeschwindigkeit- je schneller, desto besser der Ton

Analoge Bandmaschinen gibt es in vielen Variationen und Kombinationen:

Bandformate und Spuranzahl: z.B.:1/4 Zoll, 1/2 Zoll, 1 Zoll, 2 Zoll

Kanäle: 1-Kanal Mono, Stereo, 4-Kanal, 8-Kanal, 16-Kanal, 24 Kanal, 36- Kanal.

Bei Tonbandgeräten stehen die Tonköpfe fest. Für eine hochwertige Aufzeichnung und Wiedergabe werden 3 verschiedene Köpfe eingesetzt. (Löschkopf, Aufnahmekopf und Wiedergabekopf.

Mit zunehmender Kanalanzahl treten bei der Analogtechnik folgende Probleme auf: Je mehr Tonspuren auf einem Magnetband untergebracht sind und je schmaler das Magnetband ist umso größer folgende Probleme:

1. Kanaltrennung/Übersprechen (der Ton von den benachbarten Spuren ist hörbar ).
2. Das Bandrauschen wird stärker, je schmaler die Tonspur wird.
3. Die Dynamik verschlechtert sich.

Frage: Welche Bandgeschwindigkeiten können Sie Ihnen bekannten Geräten und Einsatzbereichen zuordnen?

Antwort: Tape Deck /Kassette - 4,75 cm/Sek, Spulentonbandgerät Amateurbereich  
- 9,5 und 19 cm/Sek, professionelle Anwendung (Tonstudio/Rundfunk)  
- 38 cm/Sek

Es gibt zwei Charakteristische Arten von Aussteuerungsanzeigen (gilt für analoge Zeiger und digitale Anzeigen).

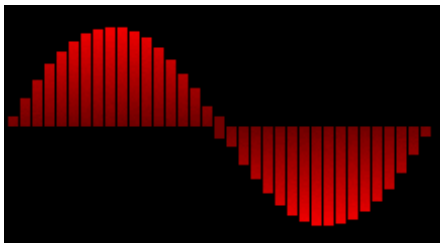
1. VU Typ: Instrumente mit dem Aufdruck „VU oder. dB“ zeigen den durchschnittlichen Pegel an. Diese Anzeigen reagieren sehr träge und dürfen nur bis ca. zum ersten Drittel der Anzeige ausgesteuert werden.
2. Peak Typ: Anzeigen mit dieser Bezeichnung (eher bei Heimgeräten zu finden) zeigen Spitzenwerte an. Solche Zeiger sind sehr flink und dürfen auch in den „roten Bereich“ aussteuern.

#### Aussteuern bei analoger Aufnahme:

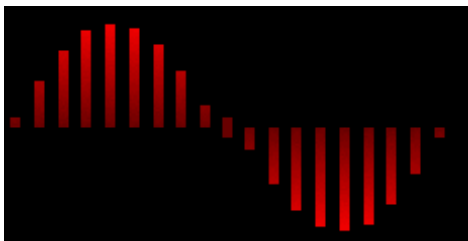
Generell führt falsches Aussteuern des Tones (**Analog**) zu Qualitätseinbussen, d.h. im ungünstigsten Fall treten deutlich hörbare Verzerrungen auf oder hohe Töne werden dumpf wiedergegeben.

- Digital: *Samplingrate* /Frequenzgang: (quasi Bandgeschwindigkeit), je höher desto besser. Höhere Frequenzen können sauber aufgezeichnet werden.

Bei CD-Qualität beträgt die Abtastrate (=Samplerate) 44100 Hz; das heißt, das Signal wird pro Minute 44100 mal abgetastet. Die Festlegung der Samplerate auf 44100 Hz ergibt sich aus den Shannon'schen Abtasttheorien, die besagen, daß die Samplerate mindestens doppelt so hoch sein muß wie die höchste im Signal enthaltene Frequenz, die noch zu hören sein soll. Da der Mensch Frequenzen bis zu 20000 Hz wahrnehmen kann, ergibt sich für die erforderliche Samplerate ein Wert von 40000, der sicherheitshalber noch etwas erhöht wird. (Daß der Wert so krumm ist, hat CD-technische Ursachen.)



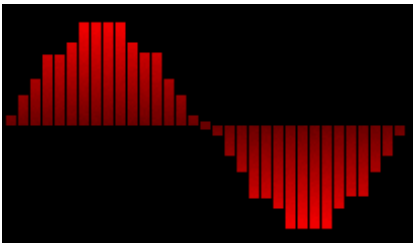
44100 Samples / Sekunde bei 16 Bit



22000 Samples / Sekunde bei 16 Bit

*Bitrate*: Unter Bitrate versteht man, wie "fein" die einzelnen Klangstufen voneinander abgetrennt sind. Wenn ein Ton grafisch dargestellt wird - so wie oben - kann man seine Bitrate sehr gut an der "Treppchenbildung" erkennen. Die Bitrate wird - wie der Name schon sagt - in Bit angegeben. D.h. ein Ton mit 8 Bit hat genau 256 Abstufungen. Ein Ton mit 16 Bit hat genau 65536 Abstufungen.

Je größer die Bitrate (Sampletiefe) ist, um so geringere Lautstärkeunterschiede werden erkannt. Dadurch erkennt die Soundkarte bei der Aufnahme auch leise Musikpassagen. Vor allem bei klassischer Musik ist das vorteilhaft. Die Sampletiefe wird in Bit angegeben. Gebräuchliche Werte sind 8 oder 16 Bit. Standard Soundkarten besitzen 16 Bit Sampletiefe.



44100 Samples / Sekunde bei 8 Bit

Aussteuern bei digitaler Aufnahme:

Schon leichtes übersteuern kann schlagartig zu „Aussetzern“ und Knackgeräuschen führen und damit die Aufnahme unbrauchbar machen.

**Digital Multikanal (Magnetband)** (ab 2 Kanälen) Tonaufzeichnung ist mit speziellen Aufzeichnungsgeräten möglich, z.b.: Dash Format mit stationären Tonköpfen, oder Prozessoreinheiten in Verbindung mit rotierenden Köpfen (Videorekorder)

**Digital Multikanal (Rechner)** Tonaufzeichnung ist über professionelle Soundkarten möglich. Meistens handelt es sich um kaskadierbare 8-Kanal Soundkarten mit Analog/Digital Wandlung oder digitalen Eingängen (für digitale Mehrkanalgeräte wie ADAT Alesis etc. oder Mischpulte.

- Frage: a) Welche Auflösung (Sampletiefe/Bitrate) und Samplingfrequenzen können Sie Ihnen bekannten Anwendungen zuordnen ?  
(z.b. für PC-Standard soundkarte, CD, MD, DAT, DVD-Video, DVD-Audio, SA-CD)  
b) Nennen Sie gebräuchliche digitale 2 Kanal Stereo Aufnahme-Systeme.

Vorteile digitaler Tonaufzeichnung:  
Nachteile digitaler Tonaufzeichnung:

Unbegrenzte Tonkanäle, perfekte Kanaltrennung...  
Sehr sorgfältige Aufzeichnung erforderlich..., totaler Datenverlust bei Hardwarefehlern während der Aufnahme...

Vorteile analoger Tonaufzeichnung:  
Nachteile analoger Tonaufzeichnung:

Gutmütiges Verhalten bei Übersteuerung..., wärmerer Klang  
Rauschen, Übersprechen, Langzeitarchivierung...

### 3.1.2. Grundlagen der Videodatenaufzeichnung und Bearbeitung

Fachbegriffe der Videotechnik:

*Videoaufnahme:*

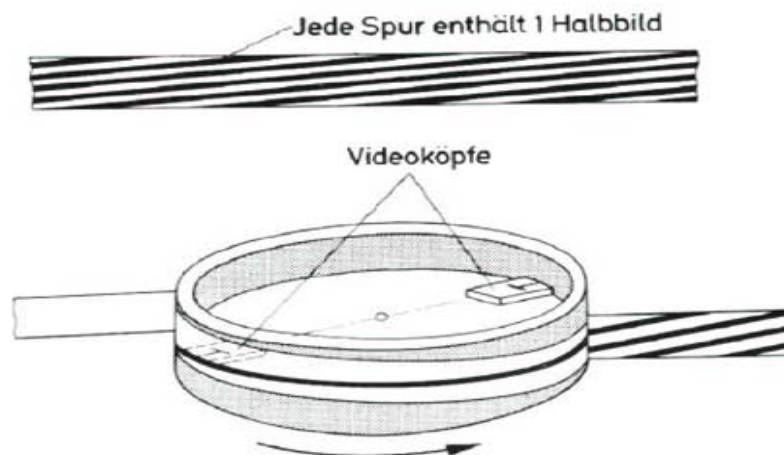
Die Zahl der übertragenen Zeilen ist in Europa auf 625 festgelegt. Um ein möglichst flimmerfreies Bild zu erhalten ist eine Bildwechselfrequenz von 50 Hz festgelegt. Aus technischen Gründen war es jedoch nicht möglich, pro neuem Bild alle 625 Zeilen zu übertragen (sichtbar 576). Deshalb wird das Bild in zwei Halbbilder zerlegt, welche dann mit 50 Hz übertragen werden. Das erste Halbbild enthält nur die ungeraden, das zweite die geraden Zeilen. Pal System: 720 x 576 / 25 Bilder pro Sekunde

#### **Magnetbandaufzeichnung von Video, Analog und Digital**

*Rotierende Köpfe, Schrägspuraufzeichnung und Halbbilder.*

Im Gegensatz zur Analogen Tonaufnahme wird bei der Videoaufzeichnung mit auf einer Scheibe angebrachten rotierenden Köpfen aufgezeichnet. Zusätzlich wird das Band schräg an den Köpfen vorbeigeführt. Der Effekt dieser beiden Maßnahmen ist, daß das Band mit sehr hoher Geschwindigkeit am Kopf vorbei läuft. Dadurch können die für Video benötigten hohen Frequenzen aufgezeichnet werden.

Da das Band aus mechanischen Gründen nur ca. zur Hälfte um den Rotierenden Kopf herum laufen kann, werden zwei Aufzeichnungsköpfe eingesetzt. Wenn das Band den 1. Kopf verläßt bekommt der 2. Kopf Kontakt zum Band. Die beiden Spuren werden genutzt, um jeweils die Halbbilder, aus denen sich ein Videobild zusammensetzt getrennt aufzuzeichnen.



## Aufzeichnungsverfahren:

**Composite** (Fernsehen, 1-Zoll, VHS, Video-8), **Y/C**(S-VHS,Hi8,DV) /**Component** R-Y, B-Y,Y (Betacam, D1)

Composite (FBAS) Technik: Alle Videoinformationen (Schwarz/Weiß, Farbe) werden als eine Einheit gehandhabt, das älteste Verfahren.

Hauptnachteil: Die Farben sind nicht sauber von einander getrennt.

Y/C: Y=Helligkeitsinformation, C=Farbinformation  
relativ Vorteil: Die Auflösung/Bildschärfe lässt sich durch diese Verfahren einfach verbessern. Die Farben sind gut voneinander getrennt.

R-Y, B-Y, Y Vorteil: Farbdifferenzverfahren, von der Qualität ähnlich wie RGB. Wird heute für professionelle Anwendungen benutzt.

## Bildstandards (analog und digital) im Homebereich, Fernsbereich und im Kino

Analog Video Heimbereich, Composite: VHS, VHS-C, Video-8, Video 2000, Betamax  
Digital Video Component: Hi-8, S-VHS  
Component: MiniDV, D-VHS

Analog Video, professionell, Composite: U-Matic- (LB, HB, SP), 1 Zoll C, 1 Zoll C  
Digital Video Component: Betacam, BetacamSP, M II, D-2, D-3  
Component: Digital Betacam, XD-CAM, BetacamSX, IMX, DVC-Pro, DVC-Pro 25, DVC-Pro50, D-1, D-5

Film, Heimbereich: Normal-8, Super 8, 9,5mm  
Film, professionell: 16mm, Super 16, 35mm (Normalfilm), 65mm/70mm

## **Internationale Fernsehnormen:**

	PAL	NTSC	SECAM
Zeilenfrequenz (KHz)	15,625	15,750	15,626
Bildzeilenanzahl	625	525	626
Bildwechselfrequenz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Bildwechselfrequenz	25	30	25
Pixelauflösung	720 x 576	720 x 480	720 x 576

## **Datenmengen von Videodateien:**

### *Abtastung:*

Unter Abtastung versteht man die Umwandlung eines Bilds in digitale oder analoge Daten. Um die Details einer Abtastung näher zu beschreiben, wird meist die Auflösung und/oder die Abtastungsart eines Videofilmes angegeben.

Das Luminanzsignal wird mit 13,5 MHz ( $4 \cdot 3,375$  MHz) abgetastet, die beiden Farbdifferenzsignale jeweils mit 6,75 MHz ( $2 \cdot 3,375$  MHz). Dieses Abtastverhältnis entspricht der Norm **CCIR-601**.

Vereinfacht sieht die Angelegenheit so aus:

Das Helligkeits-Signal wird für jeden Pixel erfasst. Auf horizontaler Ebene wird nur jeder zweite aufgezeichnet. Da das menschliche Auge Farbveränderungen nicht so stark wahrnimmt wie Helligkeitsunterschiede, entsteht durch eine Reduktion des originalen 4:4:4 Signals auf 4:2:2 meist keine sichtbare Qualitätseinbuße. Jedoch reduziert sich die Datenmenge, die bei der Aufnahme entstehen würde schon beträchtlich. Beinahe jede analoge Schnittkarte verwendet diese Abtastmethode.

Ein digitales Videosignal welches eine 4:2:2 Abtastung hat. D. h. das Helligkeitssignal (Y) wird doppelt so oft abgetastet wie die Farbkomponenten (U,V). YUV 4:2:2 entspricht dem heutigen Broadcast-Standard. Ein vom Rechner generiertes Bild entspricht einer 4:4:4 Abtastung.

### **Ausführlich:**

Zur Darstellung eines Farbwerts werden drei von einander unabhängige Werte benötigt (Dreifarben-theorie von Helmholtz und Young). Da es auch in der Video-Technik um die Verarbeitung von Lichtsignalen geht, wird das additive Farbsystem mit den Grundfarben Rot/Grün/Blau (RGB) benutzt.

Allerdings werden bei der Speicherung von analogen und digitalen Video-Signalen nicht die RGB-Werte verwendet. Vielmehr findet eine Koordinaten-Transformation in YUV-Werte statt. Dabei stellt Y das Helligkeits-Signal (Luminanz) dar. U und V sind die Farbdifferenz-Signale. Die Transformations-Gleichungen sind:

$$* Y = 0.3 R + 0.59 G + 0.11 B$$

$$* U = R - Y$$

$$* V = B - Y$$

Für diese Transformation gibt es zwei Gründe:

- \* Das Luminanz-Signal stellte bei Einführung des Farbfernsehens die Kompatibilität mit dem Schwarz-Weiß-Fernsehen sicher.
- \* Das menschliche Auge nimmt die Helligkeit besser wahr als die Farbinformation.

Wegen der geringeren Empfindlichkeit des menschlichen Auges für die Farbanteile werden bei der Speicherung von analogen und digitalen Video-Signalen die Farbdifferenz-Signale mit geringerer Bandbreite bzw. Genauigkeit kodiert. Bei der Digitalisierung wird für das Luminanz-Signal stets eine Sampling-Frequenz von 13.5 MHz verwendet.

Die folgenden vier Varianten sind üblich:

\* 4:4:4:

Alle drei Komponenten eines RGB- oder YUV-Signals werden in gleicher Qualität dargestellt.

\* 4:2:2:

Die Farbdifferenz-Signale U und V werden mit halber Genauigkeit im Vergleich zum Luminanz-Signal Y dargestellt.

Beispielsweise zeichnet das analoge Betacam die Video-Signale in zwei Spuren auf: Eine Spur enthält das Luminanz-Signal Y, die andere Spur abwechselnd Blöcke für U und V.

Die digitalen Bandformate DVCpro 50, Digital-S, Digital-Betacam, Betacam-SX, IMX/XD-CAM, D-1 und D-5 nutzen ebenfalls dieses Verfahren.

\* 4:1:1:

Die Farbdifferenz-Signale U und V werden mit einem Viertel der Genauigkeit im Vergleich zum Luminanz-Signal Y dargestellt.

Die Werte für Y, U und V werden für jede Zeile ermittelt. Innerhalb einer Zeile wird ein Farbwert für jeweils 4 Bildpunkte (Pixels) verwendet. Dadurch bleibt die vertikale Auflösung der Farbinformation erhalten.

Das digitale Bandformat DV (NTSC) nutzt dieses Verfahren.

\* 4:2:0:

Die Farbdifferenz-Signale U und V werden mit halber Genauigkeit im Vergleich zum Luminanz-Signal Y dargestellt. Allerdings werden U und V nur für jede zweite Zeile.

Es wird also abwechselnd eine Zeile im Verhältnis 4:2:2 und eine Zeile im Verhältnis 4:0:0, d. h. nur die Luminanz, kodiert. Dadurch wird ein Farbwert für je zwei Pixels neben- und untereinander verwendet. Die 4:2:0-Kodierung nutzt aus, daß das menschliche Auge die horizontale Auflösung besser als die vertikale wahrnimmt.

Die digitalen Bandformate DV (PAL) und DV Cam sowie die DVD-Video nutzen dieses Verfahren.

Die CCIR 601-Empfehlung hat u. a. die folgenden Parameter festgelegt:

\* Sampling-Frequenz: 13.5 MHz für Y, 6.75 MHz für U und V

\* Sampling-Verhältnis: 4:2:2

\* Quantisierung: 8 Bit pro Sample

\* Samples pro Zeile: 720 für Y, 360 für U und V

### **Datenmengen von Audio und Videodaten optimieren:**

- Audio:
- Daten verringern durch herabsetzen der Smpelrate und/oder Bitrate
  - Audiodatenformate, WAV, Aiff sind unkomprimiert
  - Benutzen von Codecs.

Gebräuchliche Audiocodecs: MP3,

- Video:
- Daten verringern z.B. durch Bildgröße, Bildfrequenz
  - Videodatenformate: AVI, MOV -Architektur  
(AVI=Audio Video Interleaved, MOV,,Movie“)
  - Benutzen von Codecs. (=Compressor-Encoder)

Gebräuchliche Videocodecs für AVI/MOV Architektur: MPEG-1, Intel Indeo, cinepack, sorenson....

Eigenständige Verfahren: Real-Video(rm), Windows-Media(wmf /asf)

#### *3.1.3. Grundlage der Audio- und Videoausgabe -Verfahrenstechniken*

Analog: Auf Band, verschiedene Qualitäten, Wiedergabe erfolgt direkt auf analoge Ausgabegeräte (Monitor, Verstärker...)

Digital: Auf Datenträger (CD-DVD, Festplatte), Web, Umwandlung von Digital auf Analog über D/A Wandler.