

14 Synchronisation und Filmtone

14.1 Synchronisation

Zwei Laufwerke laufen niemals automatisch synchron, man muss immer durch Synchronisation dafür sorgen. Laufwerke können z.B. Bandmaschinen, Videorecorder oder Computer sein. Bei der Synchronisation muss immer ein Takt vorhanden sein den Sender und Empfänger verstehen. Dieser Takt kann Bestandteil des Nutzsignals sein (z.B. Wordclock), oder getrennt übertragen werden (z.B. Timecode). Nachfolgend ein Überblick was man alles Synchronisieren kann.

- Video + Audio
- Film + Audio
- Haustakt
- Video-Sync (V-Sync, H-Sync, Blackburst)
- MIDI-Synchronisation
- Audio + Audio
- Showtechnik
- Pyrotechnik
- Lichttechnik

14.1.1 Absolute / Relative Synchronisation

Es wird zwischen absoluter Synchronisation, bei der lediglich ein Takt übertragen wird, und relativer Synchronisation, die eine genaue Zeitinformation liefert, unterschieden.

Absolute Synchronisation	Relative Synchronisation
Video-Sync Wordclock MIDI-Clock Biphase-Takt (Film) Perforation (Film) Netzsynchronisation (Film) Pilotton (Neopilot) (Film)	Timecode

14.1.2 SMPTE-Timecode

Dieser Timecode wurde ca. 1970 von der *Society of Motion Pictures and Television Engineers* eingeführt. Er kommt aus dem Filmbereich und ist deshalb Framebezogen. Die Zeitinformation wird in folgendem Format abgespeichert.

00	00	00	00
Stunden	Minuten	Sekunden	Frames

Longitudinal Timecode (LTC)

- 80 Bit/Frame
- Aufzeichnung auf Audiospur (ursprünglich auf Längsspur)
- Kann nicht im Stillstand gelesen werden
- Kann jederzeit nachträglich gelöscht und neu aufgenommen werden.

Vertical Intervall Timecode (VITC)

- 90 Bit/Frame
- Aufzeichnung innerhalb der vertikalen Austastlücke des Videosignals
- Kann im Standbildbetrieb gelesen werden
- Kann nicht nachträglich gelöscht und neu aufgenommen werden (nur durch eine Überspielung)

MIDI Timecode (MTC)

Hierbei handelt es sich um die Umsetzung von LTC in das MIDI-Datenformat.

Frameraten

24 fps	Kinofilm (international)
25 fps	PAL/EBU-Timecode
30 fps (non-drop-code)	USA Schwarz/Weiß-TV
29,97 fps (drop-frame-code)	USA Farb-TV (NTSC)

Beim drop-frame-code werden in jeder Minute zwei Frames übersprungen, jedoch jede zehnte Minute nicht, um die Differenz von 108 Frames auszugleichen.

User Bits

Pro Frame stehen noch 8·4 Bits für Anwenderinformationen zur Verfügung. Diese können z.B. für Informationen wie Bandnummer, Produktionsnummer, Songtitel oder Songtext verwendet werden. Die Daten werden entweder als reine Ziffern (0-9) oder als ASCII-Text gespeichert.

Synchronwort

Das Ende eines Frames wird mit dem Synchronwort markiert. Es besteht aus einer Bitfolge die ansonsten niemals in einem Frame vorkommen kann. Außerdem kann durch das Synchronwort festgestellt werden ob das Band vorwärts oder rückwärts läuft, da beim Zurückspulen das Synchronwort in umgekehrter Reihenfolge ausgelesen wird.

LTC Kanalcode

Als Kanalcode kommt, wie z.B. auch bei AES-3, der *Biphase-Mark-Code* zum Einsatz. Durch den Biphase-Mark-Code wird ein digitales Signal gleichspannungsfrei, selbst taktend und polaritätsunabhängig. Zur Definition: eine Null wird durch einen Flankenwechsel pro Bit dargestellt und eine Eins durch zwei Flankenwechsel pro Bit. Bei einer Framerate von 25 fps entspricht dies den Grundfrequenzen 1 kHz für eine Null und 2 kHz für eine Eins.

14.1.3 Synchronisation zweier Bandmaschinen

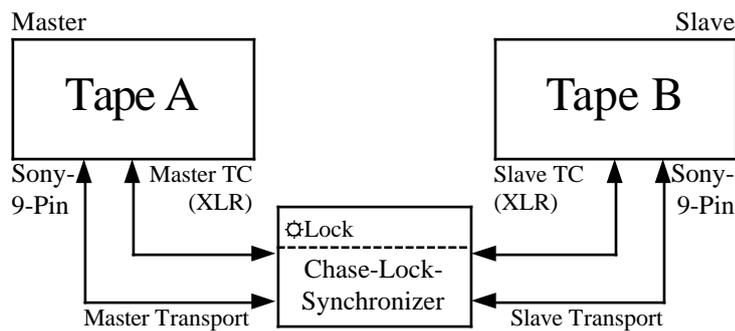


Abb. 1

Da Tape A nie zu 100% phasengleich mit Tape B läuft sollten bei Stereomikrophonie beide Signale auf ein Tape aufgenommen werden.

14.1.4 Timecode erzeugen

Um kompatibel zum Film zu sein sollte eine Framerate von 25 fps verwendet werden. Die Startzeit sollte auf 00:59:50:00 gesetzt sein, um den Maschinen einen gewissen Vorlauf (engl. preroll) zum Synchronisieren zu lassen bis der Song dann bei 01:00:00:00 startet. Als Syncreferenz kann entweder das geräteinterne Quarz (Einstellung: Internal), der Videohaustakt oder die Wordclock verwendet werden. Auf einer Bandmaschine sollte der Timecode immer auf der höchsten Spur aufgezeichnet werden, wobei die direkt danebenliegende Spur am besten nicht genutzt wird. Diese Maßnahmen und die Aufzeichnung mit 10 dB unter Nominalpegel soll Übersprechen auf andere Spuren verhindern.

Im Tracksheet sollten dann folgende Angaben eingetragen werden.

- Framerate
- Offset (→ Startzeit des Songs)
- Songtempo

14.2 Filmtone

14.2.1 Pilotton

Beim Film wird Kamera und Tonaufnahmegerät (z.B. Nagra, DAT, HD) über den Pilotton synchronisiert. Dabei handelt es sich um einen Sinuston mit 50 Hz, wobei 50 Schwingungsdurchläufe 24 Bildern bzw. einer Sekunde Ton entsprechen.

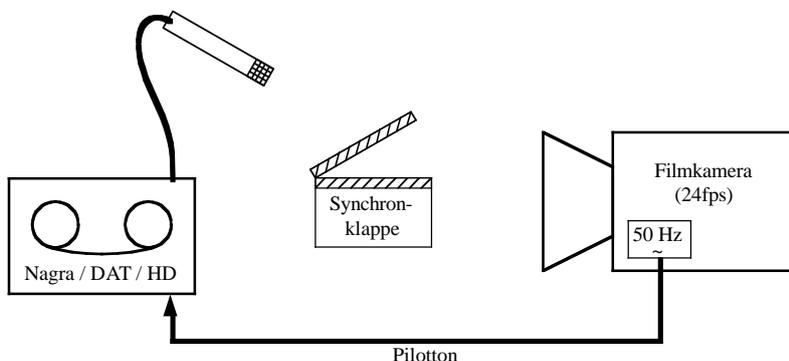


Abb. 2

Erzeugt wird der Pilotton von der Kamera, von welcher dann das Signal an das Tonbandgerät übertragen und dort aufgezeichnet wird. Da es sich beim Pilotton um kein absolutes Synchronisierungsverfahren handelt, wird durch die Synchronklappe vor jedem Take ein Syncpunkt festgelegt. Bei der Postproduction müssen dann die Audiosignale an das Video angelegt werden. Dazu sucht man im Filmmaterial genau das Frame bei dem die Klappe geschlossen ist, und in der Wellenform des Audiomaterials die Stelle an der das Klacken der Klappe als einzelner Peak deutlich erkennbar ist. Verwendet man anstatt des Pilottons LTC entfällt das Anlegen bei der Postproduction.

14.2.2 Postproduction

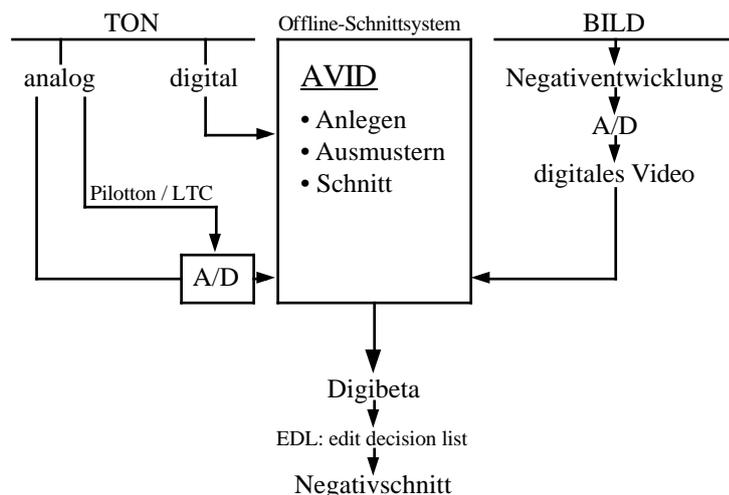


Abb. 3

14.2.3 Biphase-Takt

Mithilfe des Biphase-Takts werden Film- und Magnetfilmlaufwerke synchronisiert. Man bezeichnet das Verfahren auch als elektrische Welle.

Durch zwei Lichtschranken werden zwei Rechteckschwingungen erzeugt die bei Vorlauf um 90° und bei Rücklauf um 270° in der Phase verschoben sind.

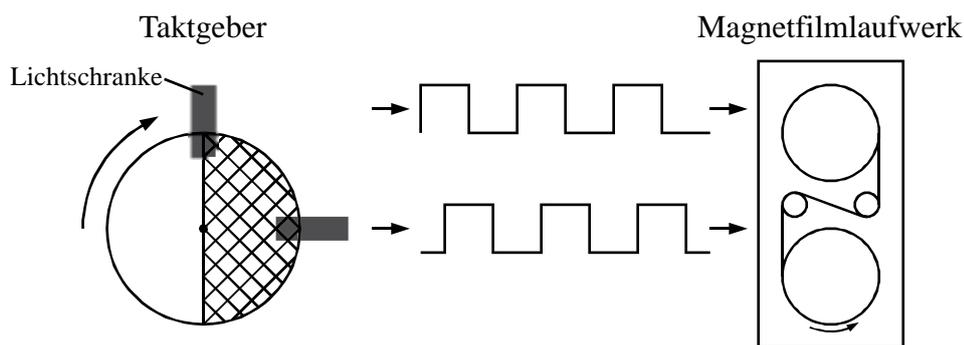


Abb. 4

14.2.4 Videosignale

Schwarz / Weiß

- V-Sync: Vertikales Synchronsignal
- H-Sync: Horizontales Synchronsignal (\rightarrow Horizontale Austastlücke)

Beim Zeilensprungverfahren (engl. interlacing) wird zuerst das erste Halbbild (engl. odd field) und dann das zweite Halbbild (engl. even field) übertragen, welche dann zusammen ein Frame ergeben.

Farbe

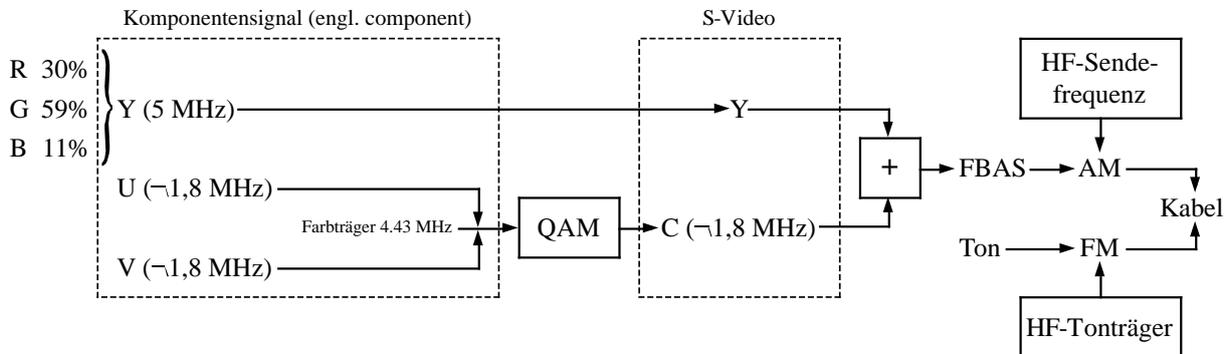


Abb. 5

FBAS: Farb-Bild-Austast-Synchronsignal
 QAM: Quadratur-Amplituden-Modulation

Nach der QAM wird durch die Phasenlage der Farbtöne und durch die Amplitudenmodulation die Farbsättigung dargestellt.

Synchron-Demodulation des C-Signals im Empfänger

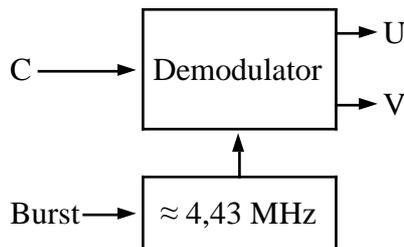


Abb. 6

LTC auf Videoband schreiben

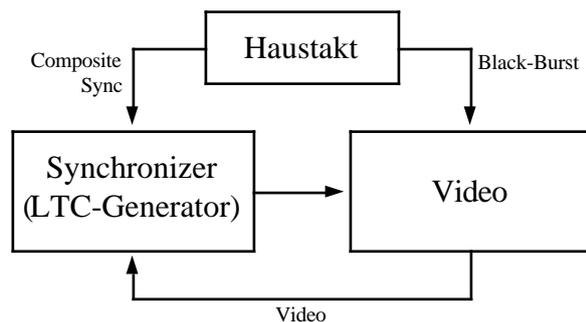


Abb. 7

Farbsysteme

NTSC: National Television System Committee

- 29,97fps (interlaced)
- 525 Zeilen (Vollbild)
- Problem: nicht farbstabil (→ C-Signal verändert die Phasenlage auf dem Übertragungsweg, dadurch entsteht ein Farbstich)

PAL: Phase Alternation Line (deutsches System)

- 25fps (interlaced)
- 625 Zeilen (Vollbild)
- Farbfehler wird automatisch kompensiert

SECAM (französisches System)

- 25fps (interlaced)
- 625 Zeilen (Vollbild)
- kein C-Signal
- U und V werden zeilenweise abwechselnd übertragen

Digitalisierung von Video

4:2:2-Abtastung (Farbunterabtastung)

Y wird mit $4 \times 3,375$ MHz abgetastet = 13,5 MHz

U wird mit $2 \times 3,375$ MHz abgetastet = 6,75 MHz

V wird mit $2 \times 3,375$ MHz abgetastet = 6,75 MHz