

## Videotechnik

Während die Audiotechnik nur ein Verhältnis der oberen zur unteren Frequenz von 9 Oktaven besitzt verlangt die Videotechnik mindestens 19. Dies ist mit der direkten Aufzeichnung – wie bei Audio nicht zu realisieren, die Unterschiede der Pegel bei den verschiedenen Frequenzen wären viel zu groß. Deshalb standen folgende Wege zur Debatte

- Aufteilung in Teilbänder (mehrere Spuren), gibt Probleme bei der Wiederausammensetzung
- Additive Verschiebung in einen höheren Frequenzbereich, erfordert noch mehr Bandbreite, hat sich aber als einzig geeigneter Weg herausgestellt.

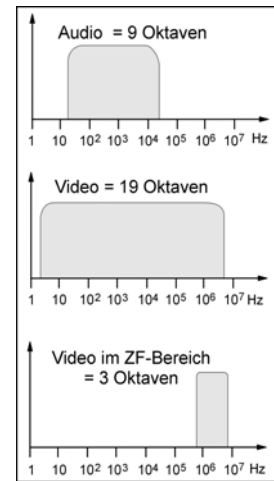
Doch die direkte Aufzeichnung bringt dann weitere Probleme:

- zu viele Phasen- und Zeitfehler
- stark störende Amplitudenmodulation

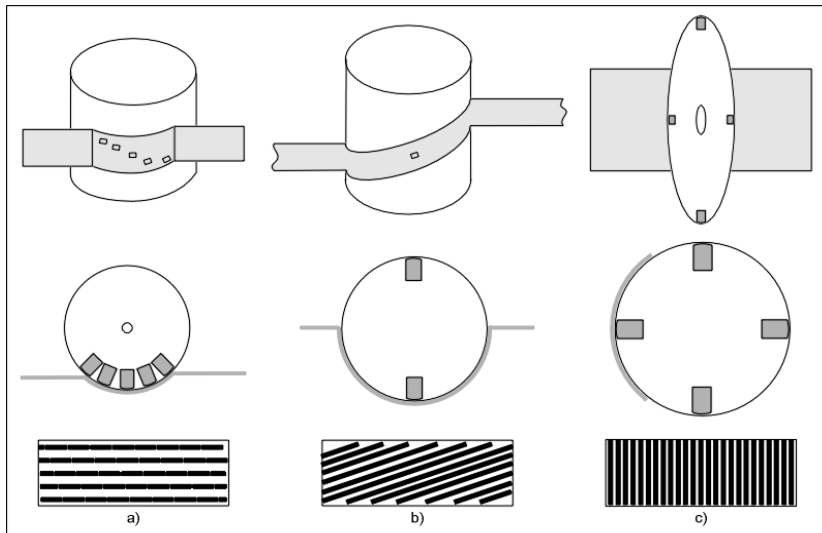
So kam als Lösung die Frequenzmodulation hinzu, die aber erneut erhebliche zusätzliche Bandbreite fordert. So entsteht die Probleme

- der extrem hohen Band-Kopf-Geschwindigkeit von mehreren m/s und
- des zugehörigen sehr guten Band-Kopf-Kontaktes

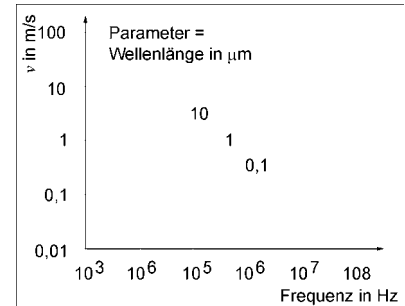
Als Lösung entstanden Varianten bei denen zusätzlich der Kopf bewegt wird.



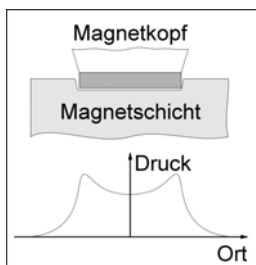
vidspek2.cdr h. vözl 17.2.95



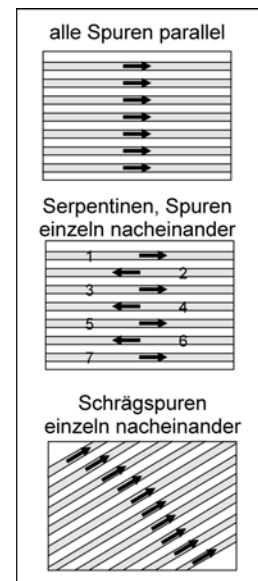
vidspure.cdr h. vözl 13.2.95



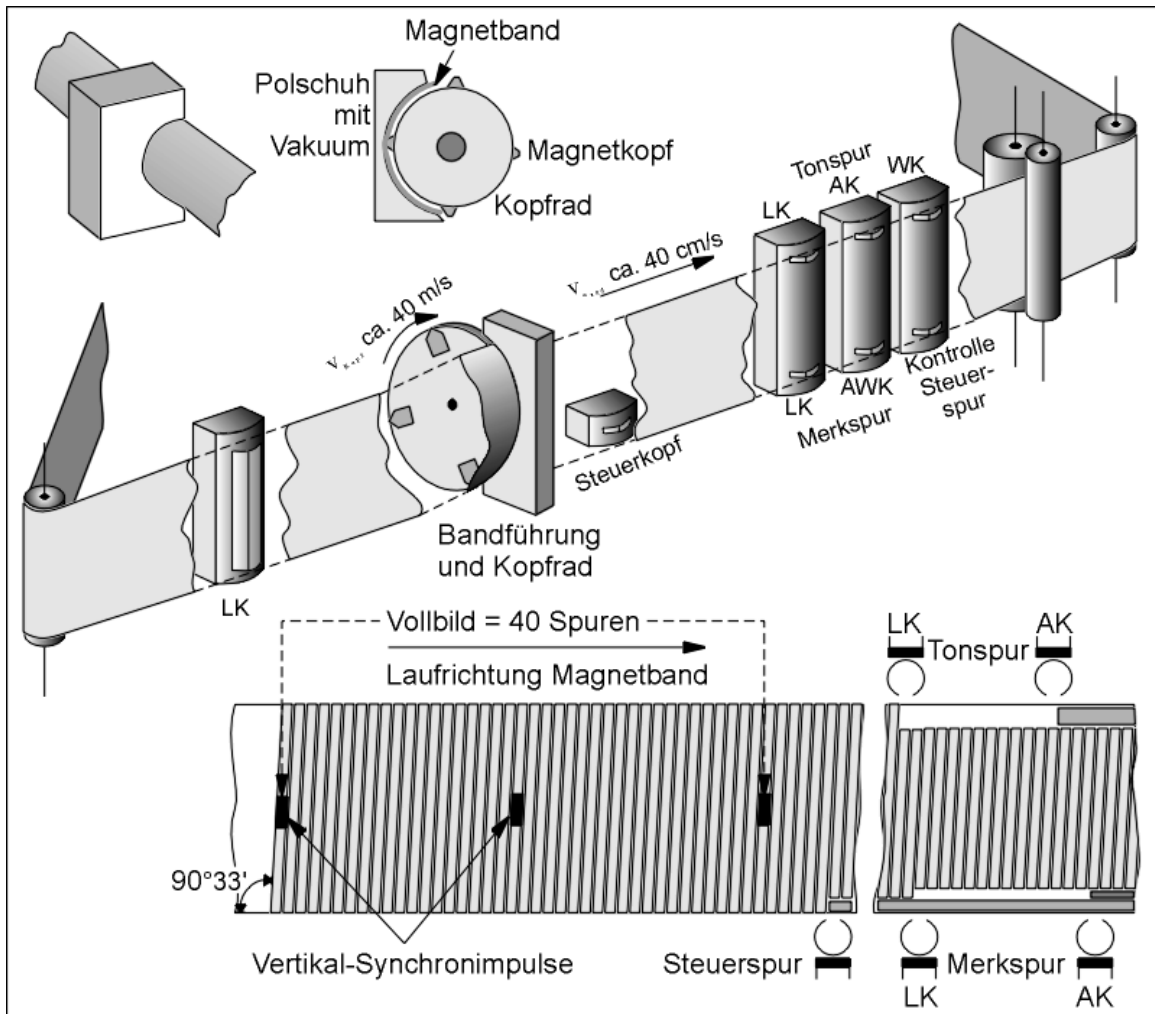
Es machten viele Anstalten Versuche. 1951 beginnt Charles P. Ginsburg heimlich seine Versuche zur Videoaufzeichnung, beteiligt waren Charles E. Anderson und Ray M. Dolby beteiligt 1954 beginnt er mit dem Vierkopf-System. Als das in der Leitung bekannt wird, wird er gezwungen innerhalb eines Jahres eine industrielle Lösung zu schaffen oder für alles finanziell einzustehen. am 14.4.1956 Ampex kann dann Ampex den ersten brauchbare Magnetband-Video recorder VRX-1000 in Chicago vorführen. Seinen prinzipiellen Aufbau zeigt das Bild auf der folgende Seite. Das Magnetband wird mit Vakuum in einen Polschuh gesaugt, hierin rotiert die Kopftrommel, in innigen Kontakt mit dem Band. Der ausreichende Kontakt kann nur dadurch realisiert, daß die Pole des Magnetkopfes um (einige)  $\mu\text{m}$  in das Band eindringen.



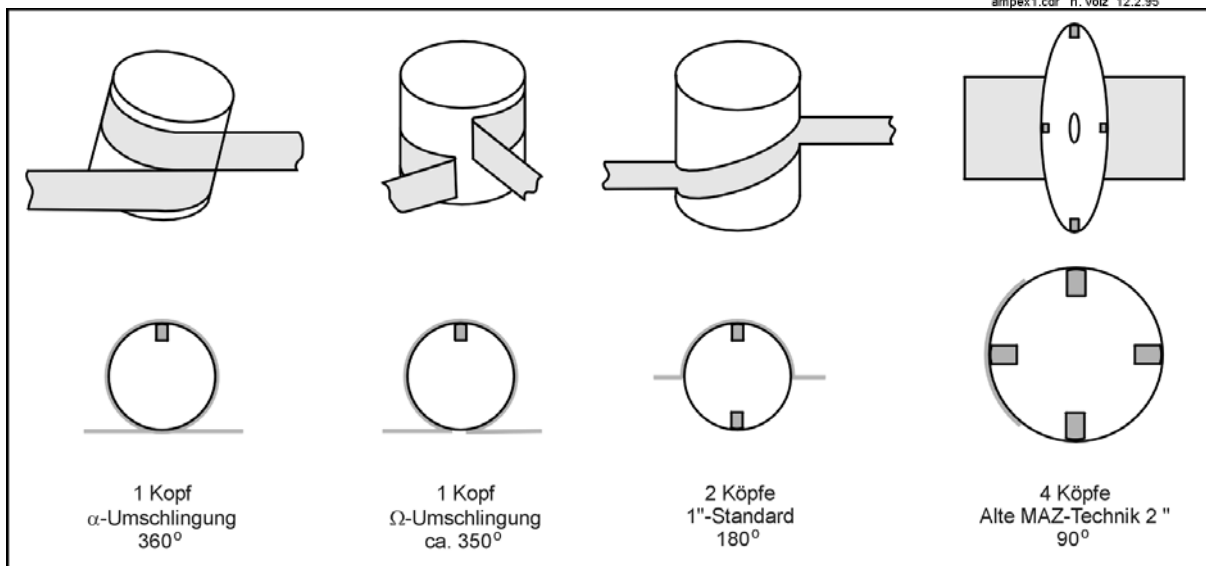
Wie die Spurlage beim Ampexrecorder zeigt, gehören zu einem Vollbild 40 Teilspuren, die bei der Wiedergabe sehr präzise zusammengesetzt werden müssen. Das erfordert eine extrem genaue Justage der vier Köpfe in der Trommel und sehr umfangreiche Regelmechanismen. Aus diesem Grunde versuchte man eine Spur zuschreiben, die in der Länge einem Halb- bzw. Vollbild entspricht. so entsanden die drei Varianten der Schrägrotation.



spure.cdr h. vözl 21.4.95



ampex1.cdr h. vözl 12.2.95

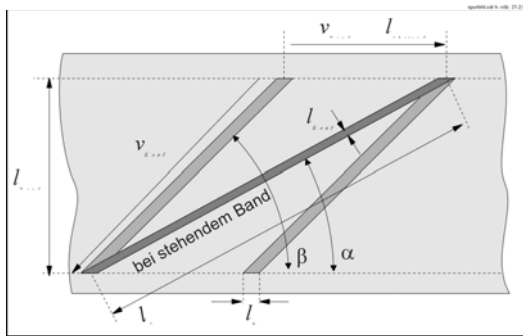
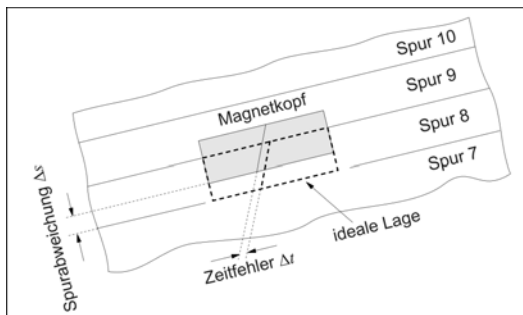


viduar.cdr h.vözl 11.12.93

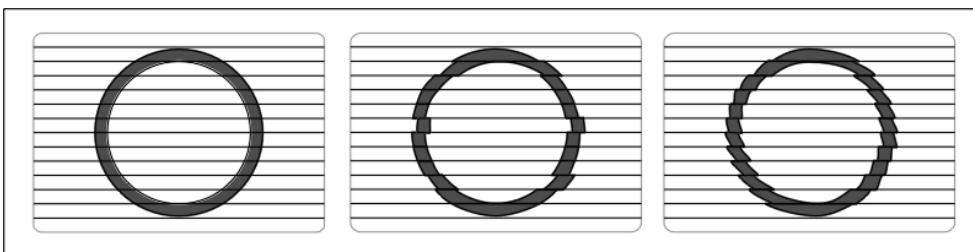
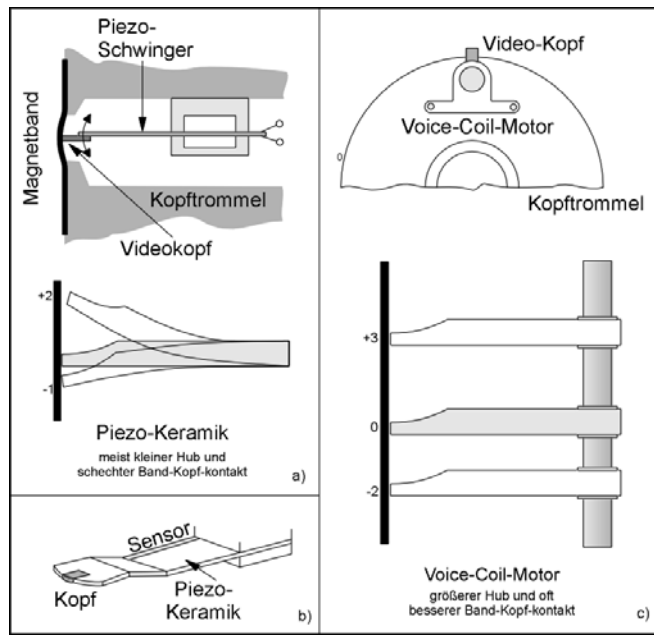
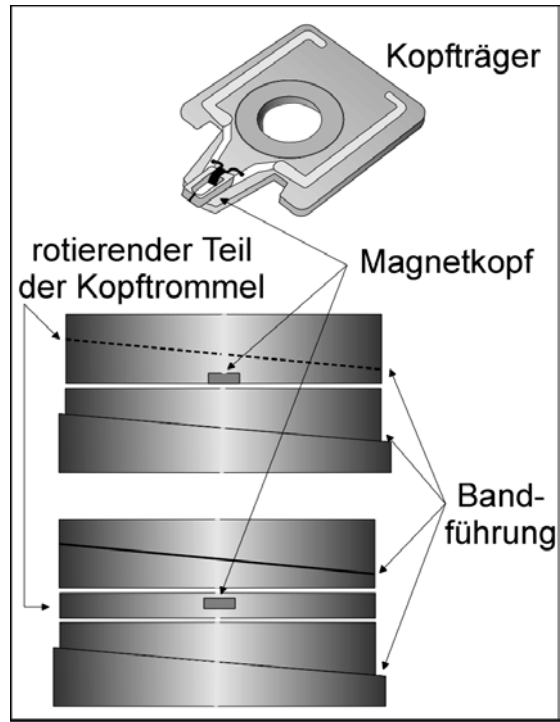
Das Hauptproblem bei einer größeren Umschlingung eines Gegenstandes besteht darin, daß der Bandzug – und damit der Band-Kopf-Kontakt – exponentiell mit dem Winkel wächst. Beim Einlauf des Bandes ist der Kontakt und die Reibung sehr gering und gegen Ende hin extrem groß. daraus ergaben sich die Forderungen nach geringen Umschlingungswinkeln (also mehrere Köpfe) und mitlaufender Trommel. Deshalb wurde sie unterteilt, so daß schließlich nur ein ganz geringer Teil die rotierenden Köpfe beinhaltet. Sie sind ohnehin im Vergleich zur Trommel sehr kleine Baugruppen, von denen wiederum nur ein kleiner Teil der eigentliche Kopf ist.

Mit den komplizierten Kopftrommeln entstand ein komplizierter Lademechanismus, der nach U- und M-Loading noch heute unterschieden werden kann. Die typischen Beispiele sind VHS (M-Loading) und U-Matic (U-Loading). Siehe hierzu das Bild auf der nächsten Seite.

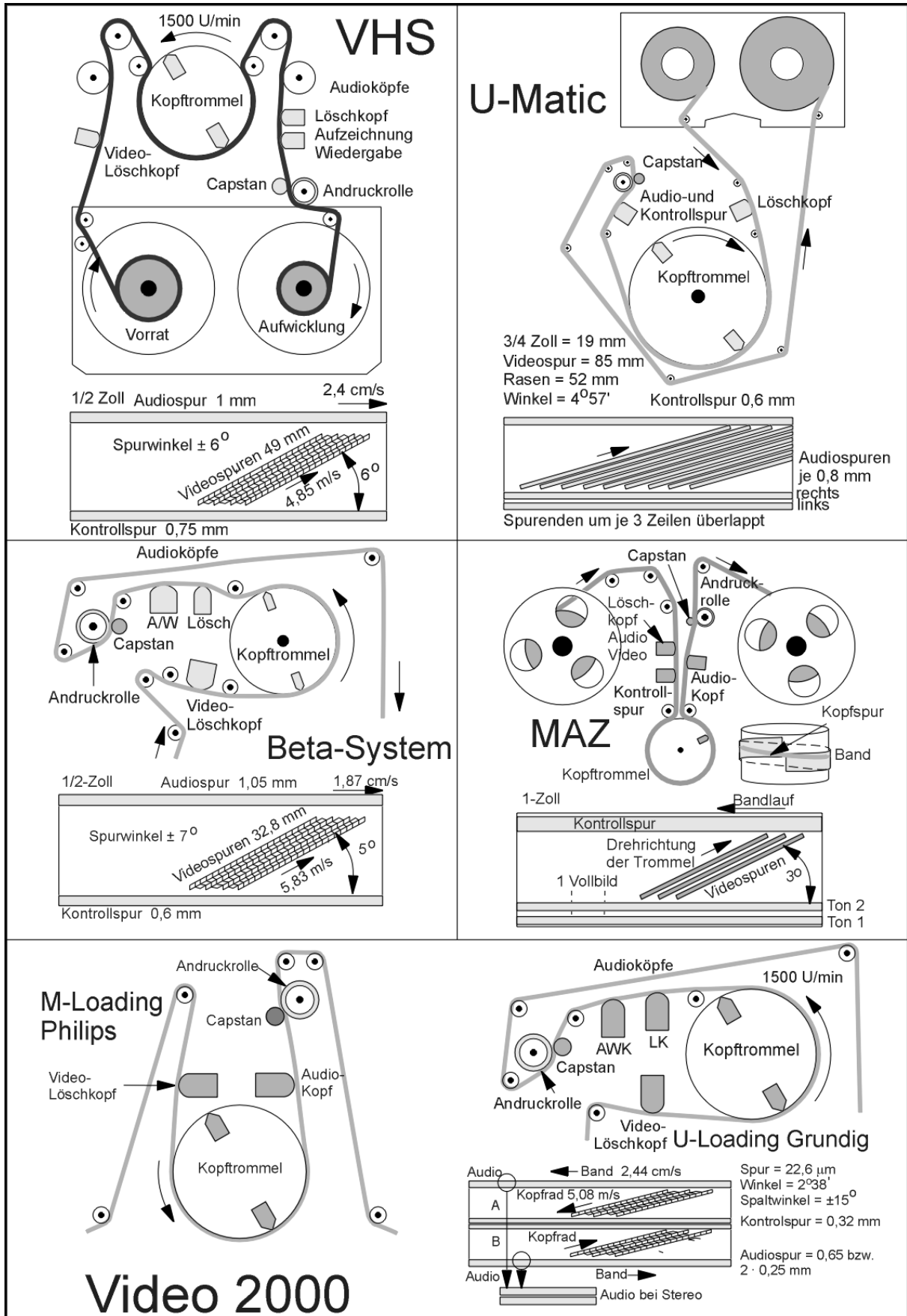
Allgemein ist zu beachten, daß die Videospeicherung ein technisches Musterbeispiel dafür ist, wie die Konzerne gegeneinander arbeiten, wenn sie einen großen Markt wittern. Es entstanden in den 70er Jahren viele inkompatible technische Varianten. Allgemein durchgesetzt hat sich jedoch eine technisch bestenfalls mittelmäßiges Verfahren VHS, das zudem mehrfach nachgebessert werden mußte.



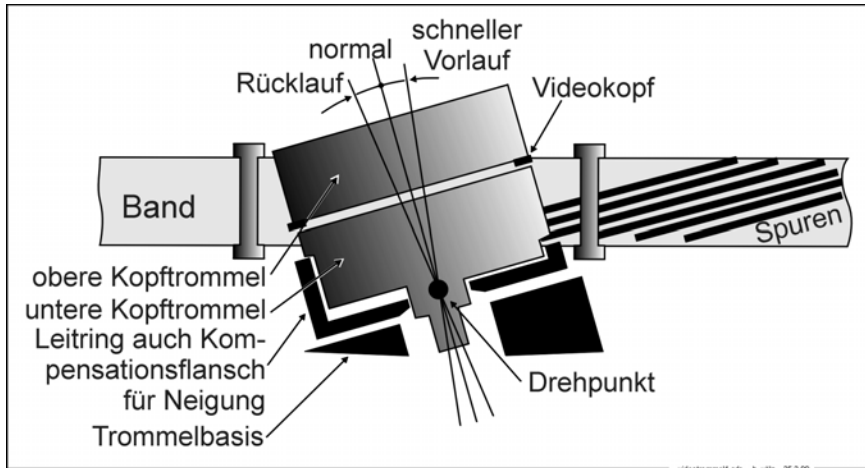
Auch (und insbesondere) bei den Schrägspurverfahren ist das Regelproblem beachtlich. Spurbreiteabweichungen bewirken Zeitfehler. Zeitlupen- und Standwiedergabe erfordern anders geneigte Spurlagen. Typische Bildfehler zeigt das untere Bild. Um Fehler zu kompensieren entstanden viele Lösungen. Hier nur einige.



Zunächst die Feinregelung der Lage des Kopfes per Piezoelektrik und Schwingspulensystem (voicecoil). Die flexible Lagerung der Kopftrommel ist erst auf der übernächsten Seite gezeigt.

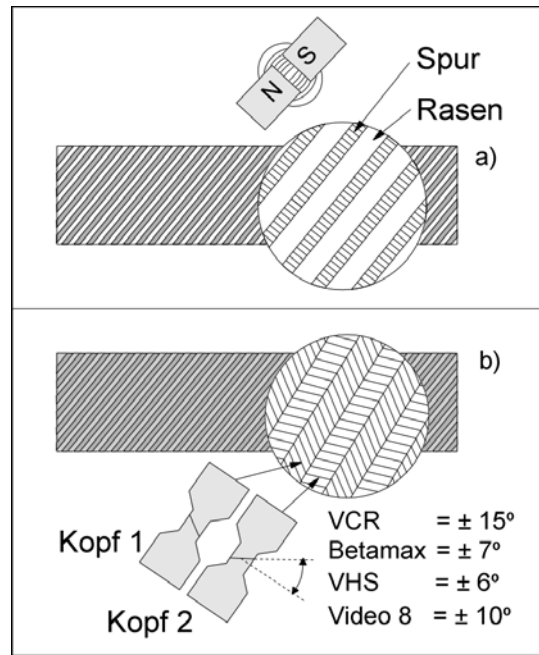


vidrecor.cdr h. vözl 17.2.95

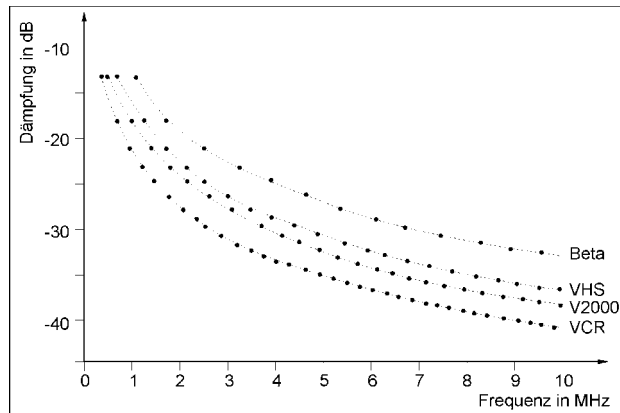


Bei der Videospeicherung muß zum Wiederfinden der Spuren und damit sie sich nicht gegenseitig beeinflussen – wie bei aller Speichertechnik – ein Rasen vorhanden sein. Wegen der extrem kleinen Spurbreiten um etwa 20 µm muß er wegen der seitlich heraustretenden Magnetfelder sogar besonders breit sein. Eine Lösung schuf hier Sony mit dem Betamax-Verfahren um 1975. Hierbei werden je zwei Köpfe verwendet, deren Spaltlagen voneinander abweichen. Dadurch können die Spuren sogar teilweise übereinander, aber letztlich ganz dicht ohne rasen geschrieben werden. Durch die abweichenden Spaltlagen stören die Nachbarsspuren nicht mehr. Je nach Spurbreite Bandgeschwindigkeit usw. sind unterschiedliche (Azimuth-) Winkel optimal. Dies kann man berechnen und es wird auch

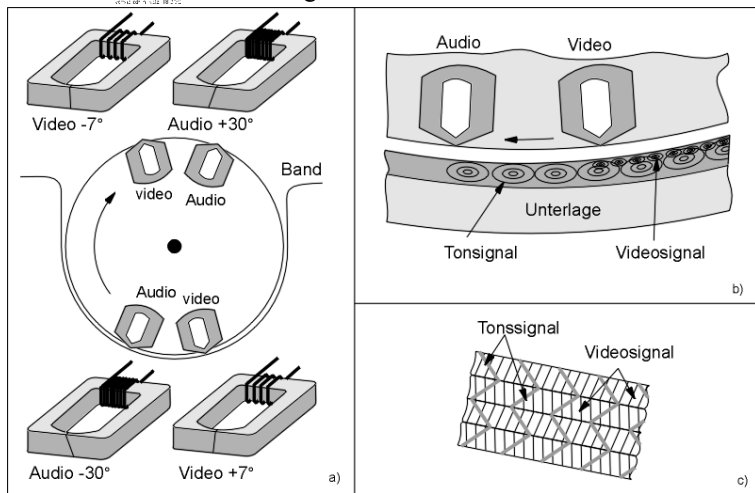
videotommat1.odr h. vözl 25.2.99



spuren2.odr h. vözl 18.2.99

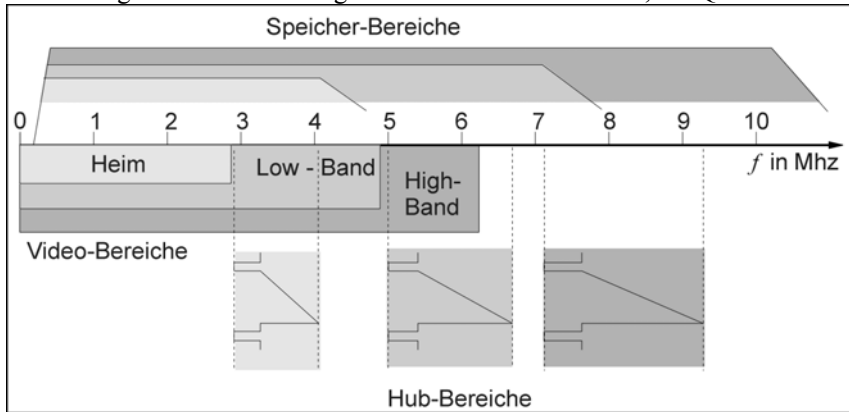


praktisch berücksichtigt. Die "letzte" große Lösung der analogen Videotechnik war der HiFi-Ton. Er führte dazu, daß Audio mit größerer Wellenlänge, weiterem Spalt und anderer Winkelneigung tiefer als das Videosignal zuerst in das Band geschrieben wird.

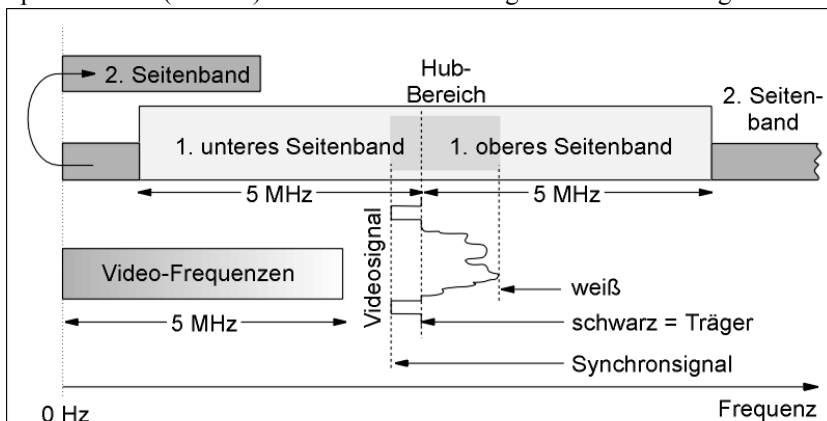


videotommat1.odr h. vözl 18.2.99

Für die Lage der Videobänder gibt es verschiedene Normen, die Qualitätsmaßstäbe festlegen

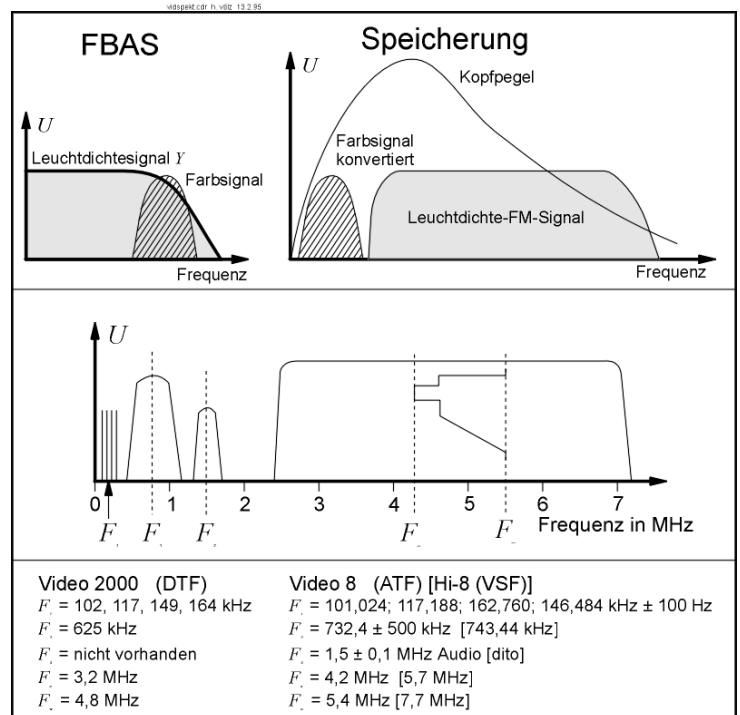


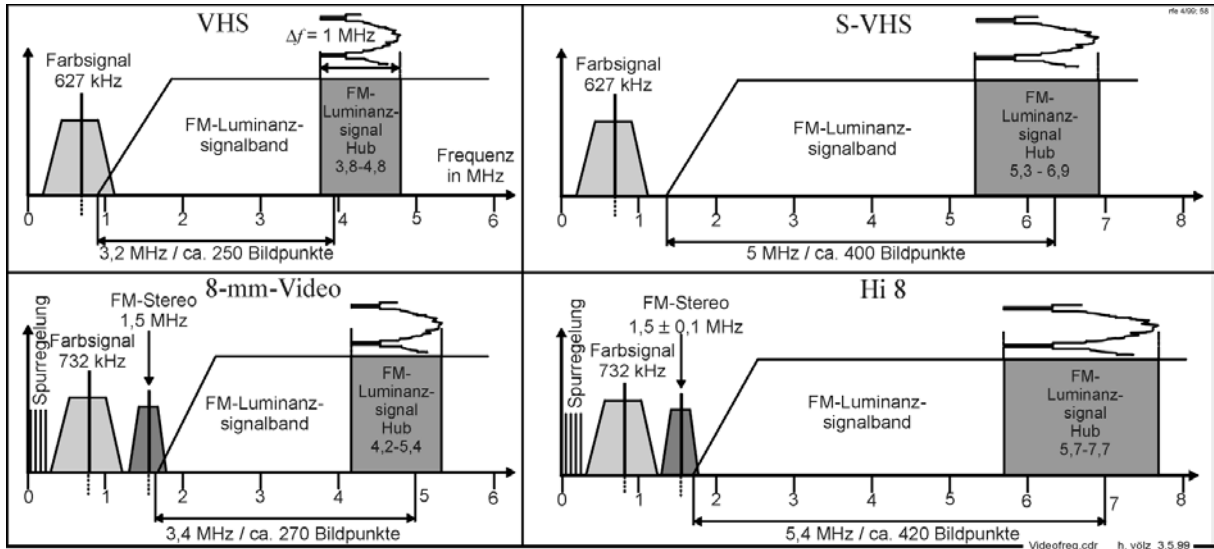
Hierbei ist aber zu beachten, daß infolge der Frequenzmodulation viele Seitenbänder existieren. Sie setzen sich nicht nur aus dem Frequenzhub  $\pm\Delta\Omega$  zusammen sondern betreffen die Videofrequenzen  $f_{Vid}$  direkt. es gilt dafür mit der Trägerfrequenz  $f_{TR}$  folgendes  $f_{spektrum} = f_{tr} \pm n \cdot f_{Vid}$ , wobei der Hub lediglich die Amplitude dieser Spektrallinien (-bänder) bestimmt. Dies hat folgende Karte zur Folge.



Dieses komplizierte Spektrum muß durch spezielle Filter- und Modulationstechniken günstig bearbeitet werden, damit nur das 1. untere Seitenband genutzt wird. Praktisch muß aber – obwohl es viel mehr Bandbreite erfordert – auch ein erheblicher teil des 1. oberen Seitenbandes in die Verarbeitung einbezogen werden.

Auch für den Farbträger müssen neue Lösungen gefunden werden. Die Farb-Bursts verlangen u.a. extrem enge Zeittoleranzen um 10<sup>-7</sup>. Die sind mit Bandgeräten und zusätzlichen steuerbaren Zeitfiltern nicht zu bewältigen. Deshalb muß der Farbanteil im Speicher so tief wie möglich gelegt werden. Dies hat aber wieder andere Konsequenzen. So besteht dann der Farbburst nur noch aus etwa 3 Schwingungen. Weiter sind zur Spurregelung bei vielen Verfahren zusätzliche Signale in die Spuren eingeblendet (DTF und ATF). Sie ermöglichen eine relative einfache Spurnachführung. Schließlich muß noch der Ton additiv hinzugefügt werden. Soe entstehen die kompletten Signale, wie sie auf der folgenden Seite gezeigt sind.



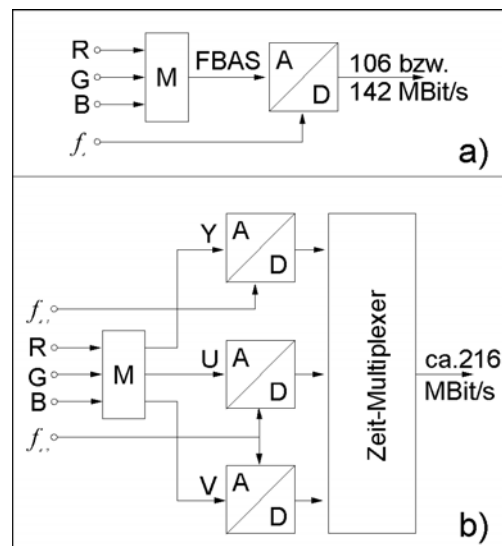
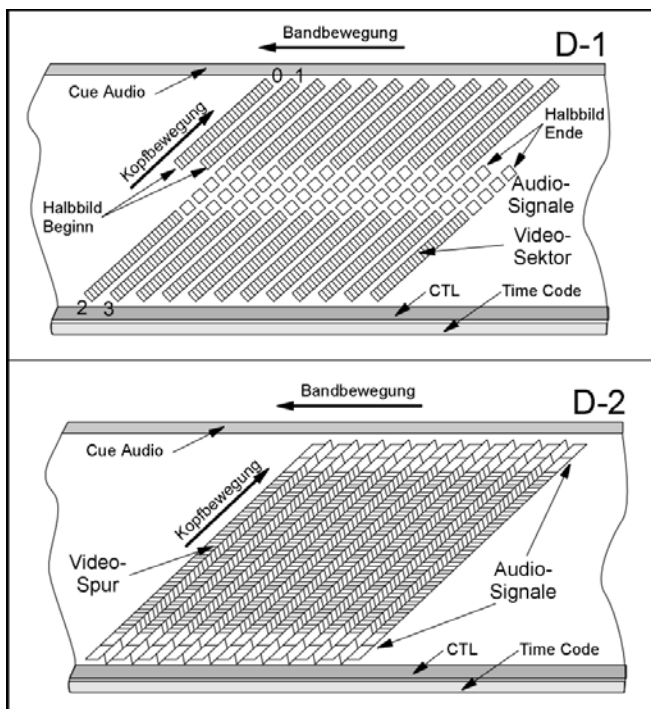


Die Vielfalt der analogen Systeme bedingt natürlich viel Kompatibilitätsprobleme. Die folgende Tabelle gibt dazu einen kleinen Überblick. Es bedeuten x = Kassette direkt abspielbar, a = mit Adapter, - nicht möglich

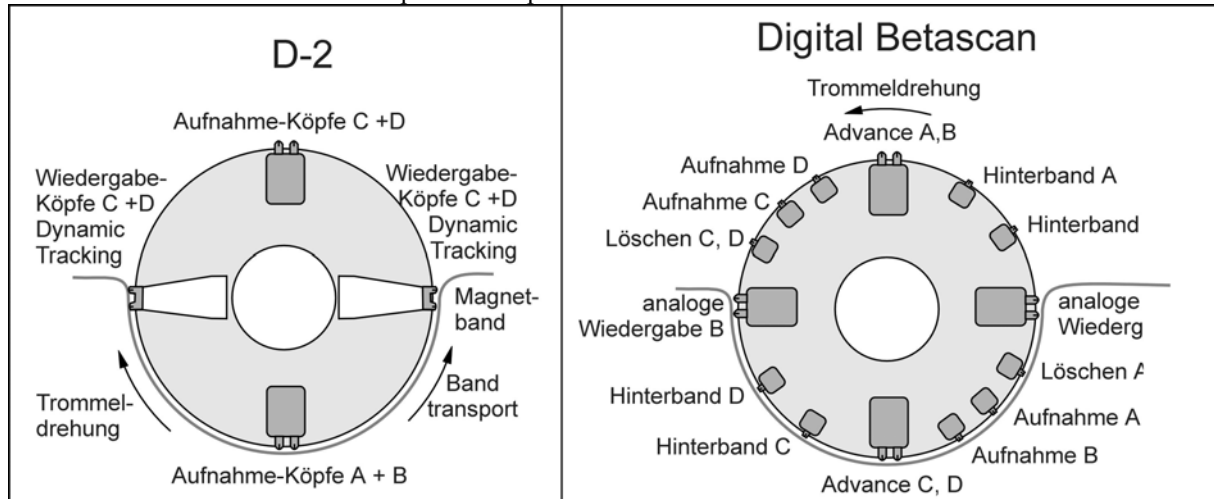
Kassette	VHS	VHS-C	Super-VHS	Super-VHS-C	Video-8	Hi8	DV
VHS	x	-	x	-	-	-	-
VHS-C	a	x	a	x	-	-	-
S-VHS	-	-	x	-	-	-	-
S-VHS-C	-	-	a	x	-	-	-
Video-8	-	-	-	-	x	x	-
Hi8	-	-	-	-	-	x	-
DV	-	-	-	-	-	-	x

Mit der digitalen Videotechnik entstanden natürlich zunächst deutlich größere Probleme insbesondere wegen der zunächst etwa hundertfachen Bandbreite.

Es entstanden hier von ganz wenigen hochspezialisierten Fa., wie z. B. Bosch usw. einige wenige Gerätetypen, die nur für Studios, also in kleiner Stückzahl produziert wurden. Sie erhielten zunächst die D + Nummer. Von D1 bis D6 wurden der Reihe nach produziert und benutzt. Die Spurlagen sind recht kompliziert. Hier zwei Beispiele.



Natürlich waren dazu auch hochkomplizierte Kopftrommeln erforderlich



v\_scanr.cdr

Schließlich entstand auch hieraus eine Variante für den

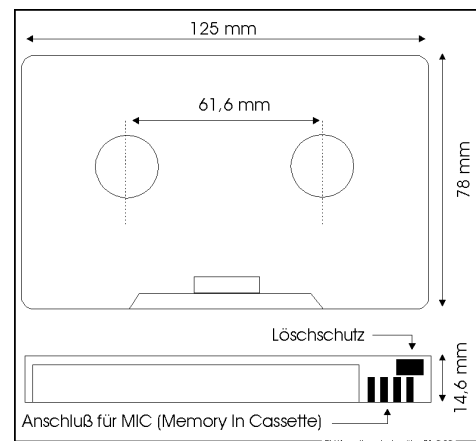
Konsumermarkt DV = **Digital Video**

**Standard** zur Aufnahme/Wiedergabe komprimierter Bild- und Tondaten; betrifft:

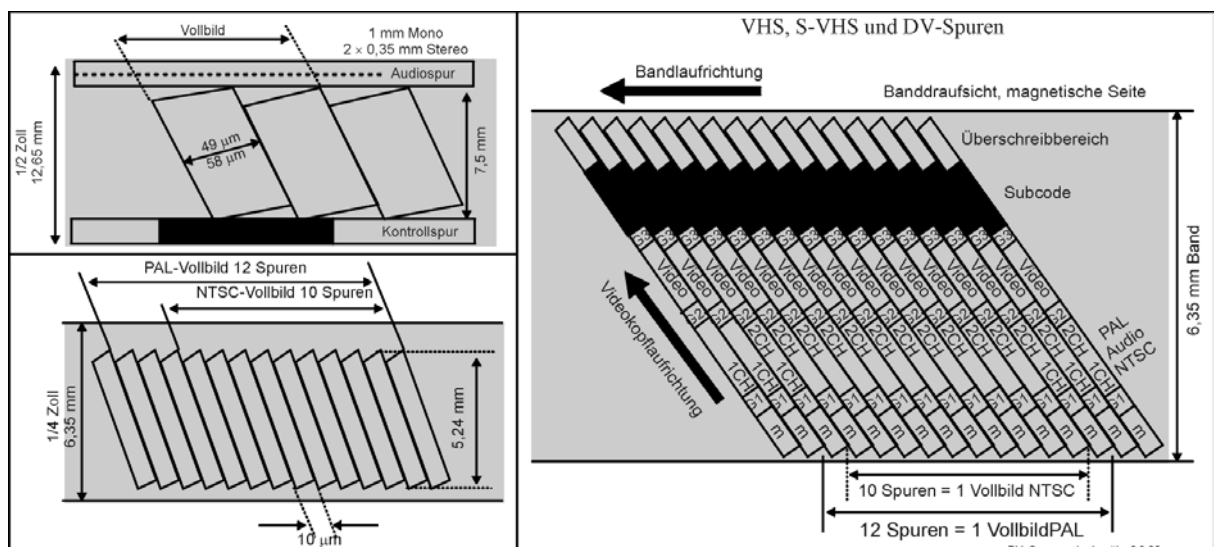
- digitale Signale, eher vergleichbar mit VHS oder Hi8 als mit M-JPEG oder MPEG.
  - CCD liefert digitales RGB-Signal mit 31 MByte/s.
  - Konvertierung nach YUV, Farbaufösung auf 1/2 reduziert (= 2/3), 20,5 MByte/s
  - DV halbiert ein weiteres Mal 4:2:2 4:2:0. (eine Farbe für 4 Pixel) 15,5 MByte/s
  - Weiter Kompression reduziert auf **konstanten** Datenstrom von 3,125 MByte/s
  - Mit Audiodaten und Hilfsinformationen (z. B. Timecode) ergibt sich 5 MByte/s
  - Dennoch Bild besser als S-VHS | Hi8, u.a. rauschfreier, verlustfrei kopierbar

- Festlegungen der Gerätemechanik und des Videobandes.

Es sei lediglich noch die Kassette und die Spurlage gezeigt



DV-Kassette.cdr h. vözl 21.8.98



DV\_Spuren.cdr h. vözl 6.2.00

Aus der Zeitschrift Video 3/1996?, 12 folgt noch ein Vergleich von VHS, DV und der noch immer sehr guten alten Laserdisc, die allerdings in Europa so gut wie keine Bedeutung hat



	DVD	Laserdisc	VHS-Kassette
<b>Spielzeit in Min.</b>	135 oder 240 (Zweischicht). pro Seite	30 (CAV) oder 60 (CLV) pro Seite	max. 300 oder 600 (Longplay)
<b>Preis</b>	Voraussichtlich 50 DM	100 bis 200 DM	um 40 DM; Leerkassette um 5 DM
<b>Bild</b>	digital, datenkomprimiert (MPEG-2)	analog, PWM (pulsbreitenmoduliert)	analog, VHS-Format
<b>Tonnorm</b>	digital - linear (CD), datenkomprimiert; (MPEG-1, -2, AC-3), 5.1-Kanalfähig	digital - linear (CD), datenkomprimiert AC-3 5.1 Kanal (nur NTSC-Laserdiscs)	analog - frequenzmoduliert (HiFi) Mono-Randspurton
<b>Auflösung</b>	5 MHz /-2 dB	5 MHz /-4 dB	3 MHz /-10 dB
<b>Helligkeitsrauschen</b>	über 70 dB	50 dB	52 dB
<b>Farbrauschen</b>	über 70 dB	47 dB	50 dB
<b>Farbpegel</b>	130 Prozent	80 Prozent	65 Prozent
<b>Bildqualität</b>	Brillante, sehr kräftige Farben, perfekte Schärfe mit feinsten Details. Leichte Bewegungsunschärfen und Bildunruhe in bewegten und detailreichen Szenen möglich - abhängig von der Qualität der Datenreduktion.	Beste Bildqualität von einem analogen Medium. Etwas verrauschter und farbärmer als DVD. Ruhiges Bild, keine Bewegungsunschärfen.	Deutlich geringere Schärfe als DV und Laserdisc. Rauschen in Farbflächen (besonders in Rot), schwankende und mit Kassetten- und Gerätealter nachlassende Bildqualität.
<b>Tonqualität</b>	Vielfältige Tonooptionen von PCM-Ton über MPEG-1 bis zu digitalem Mehrkanalton (MPEG-2 oder AC-3). PCM-Ton in CD-Qualität mit Dolby Surround, MPEG-1 (Stereo) nahezu CD-Qualität, AC-3 - optimaler 5.1-Kanalton. MPEG-2-Audio noch nicht verfügbar	Digitaler Stereoton (PCM) in CD-Qualität, je nach Film mit Dolby Surround. Einige NTSC-Laserdiscs mit Dolby-AC-3-Mehrkanalton. Über den AC-3-RF-Ausgang und einen separaten Dolby-Digital-Decoder perfekter 5.1-Kanalton.	Sehr guter HiFi-Ton, je nach Film mit Dolby Surround. Tonqualität beim Abspielen hängt stark von den Umschaltgeräuschen der Kopfformel im Recorder ab. Mittelmäßiger bis schlechter Mono-Randspurton.

Dazu gehören auch Frequenzgänge des Videosignals. Schließlich noch ein Hinweis auf das Vervielfältigen von Videobändern. In der Audiotechnik, kann man die Mutterbänder mit mindestens der zehnfachen Geschwindigkeit laufen lassen (200 kHz) und dann zig Kopiermaschinen zuführen. Dadurch wird die benötigte Zeit auf weniger als 1/100 reduziert. Das geht in der Videotechnik nicht. Hier werden Kontaktkopierverfahren mit HF bzw. erhöhter Temperatur durchgeführt. Dazu müssen die Mutterbänder und die kopierten Bänder unterschiedliches  $H_c$  bzw. Curie-Temperatur besitzen. Die einfachen Kopierverfahren verlangen aber auch dann noch "spiegelbildlich" arbeitende Sonderaufzeichnungsgeräte. Dies ist durch zweifaches Kontaktkopieren mit einer Hilfstrommel vermeidbar.

