

Seminarvortrag

TV01/02

VHS und S-VHS-Magnetband-Aufzeichnung

Grundlagen und Verfahren



Name: Dirk Becker
Matrikel-Nr.: 805401
Termin: 30.11.1999
Internet: <http://www.anode.de> - mail@oldradio.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1. Einleitung	3
2. Magnetbandaufzeichnung	4
2.1 Grundlagen	4
2.2 Verluste	4
2.2 Möglichkeiten der Entzerrungen	5
2.3 Ton- und Videokopf	7
2.4 Rotierende Köpfe	8
2.5 Kopfneigung - Slanted Azimuth Recording.....	10
3. Das VHS-System (Video - Home - System).....	11
3.1 Systemparameter	11
3.2 Aufzeichnung des Bildsignals (FBAS)	12
a) Das Y-Signal (BAS).....	12
b) Die Farbe (Colour-Under-System)	13
c) Übersprechen.....	14
3.3 FM-Hifi-Audio	16
4. Aufnahme-/ Wiedergabeschaltkreise	17
4.1 Mechanik des VHS-Systems	17
4.2 VHS-Aufnahme.....	18
4.3 VHS - Wiedergabe	19
4.4 Die Drop-Out Kompensation	20
4.5 Crispening	21
4.5 Crispening	22
5. Systemunterschiede VHS - SVHS	23
6. Zusammenfassung.....	24
A. Anhang	25
A.1 Technische Daten VHS/SVHS	25
A.2 Quellenverzeichnis	26

1. Einleitung

Als es 1898 dem Dänen Valdemar Poulsen erstmals gelang menschliche Sprache auf einen Stahldraht zu bannen war es nur noch eine Frage der Zeit, bis auch bewegte Bilder auf einem magnetischen Medium beliebig aufgezeichnet, gelöscht und wiedergegeben werden konnten. Ernsthafte Versuche hierzu fanden seit den frühen fünfziger Jahren vor allem in den Vereinigten Staaten statt. Dabei konkurrierten vor allem die Bell Laboratories, die auch den ersten Transistor entwickelt hatten mit der schon damals im Audibereich renommierten Firma Ampex. 1956 gelang Ampex der große Durchbruch, denn mit der VRX-1000 konnte man am 4. März des Jahres die erste wirklich funktionierende Videobandmaschine weltweit der Öffentlichkeit vorstellen.

Grundlage hierfür war das 1953 in Deutschland von der AEG entwickelte Quer- bzw.



Bild 1

Schrägsputraufzeichnungsverfahren womit erst die im Videosignal vorhandenen hohen Frequenzen sicher auf ein magnetisches Medium bannen konnte ohne einen Bandvorschub von mehreren Metern pro Sekunde zu benötigen. Trotzdem dauerte es noch gut 20 Jahre bis die Videotechnik auch für den Heimanwender erschwinglich wurde. Dominierte in den Siebziger Jahren noch das VCR/SVR - System

standen die Achtziger im Zeichen des Machtkampfes zwischen VHS, Betamax und dem vor allem in Europa erfolgreichen Video 2000. Das 1979 eingeführte VHS und sein verbesserter Bruder SVHS sind heute praktisch die Einzigen eingesetzten im Homevideobereich eingesetzten Systeme. Lediglich für portable Zwecke erfreut sich das Video/Hi8 System sowie neuerdings das digitale DV-Formate großer Beliebtheit.

2. Magnetbandaufzeichnung

2.1 Grundlagen

Die Aufzeichnung auf Band geschieht prinzipiell, indem im Band eingelagerte Metallpartikel (z.B. Eisenoxidpartikel in Nadelform) mittels magnetischem Feld ausgerichtet werden. Beim Lesen wird diese aufgeprägte Magnetisierung ausgelesen und somit die ursprüngliche Information zurückgewonnen. Dazu werden sogenannte Köpfe benutzt. Sie unterscheiden sich prinzipiell nicht für die Aufnahme und Wiedergabe und bestehen aus einem Ringkern mit Spule und Luftspalt.

Bei der Aufnahme tritt das proportional zum Strom durch die Spule fließende magnetische Feld aus dem Luftspalt aus und polarisiert die Magnetpartikel entsprechend. Die Wiedergabe funktioniert genau umgekehrt und es wird in der Spule durch das sich ändernde Magnetfeld am Kopfspalt eine Spannung induziert.

Aufgrund des Induktionsgesetzes steigt bei Wiedergabe die induzierte Spannung direkt proportional mit der Frequenz der Aufzeichnung an: Der sogenannte Omega-Verlauf.

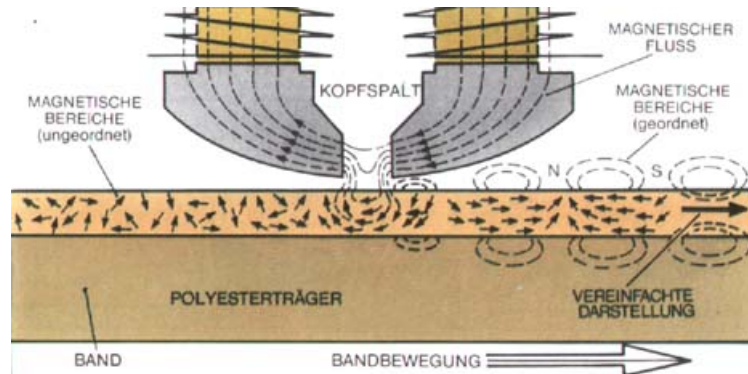


Bild 2

2.2 Verluste

In der Praxis arbeiten aber unzählige Faktoren gegen die Linearität des Omega-Verlauf.

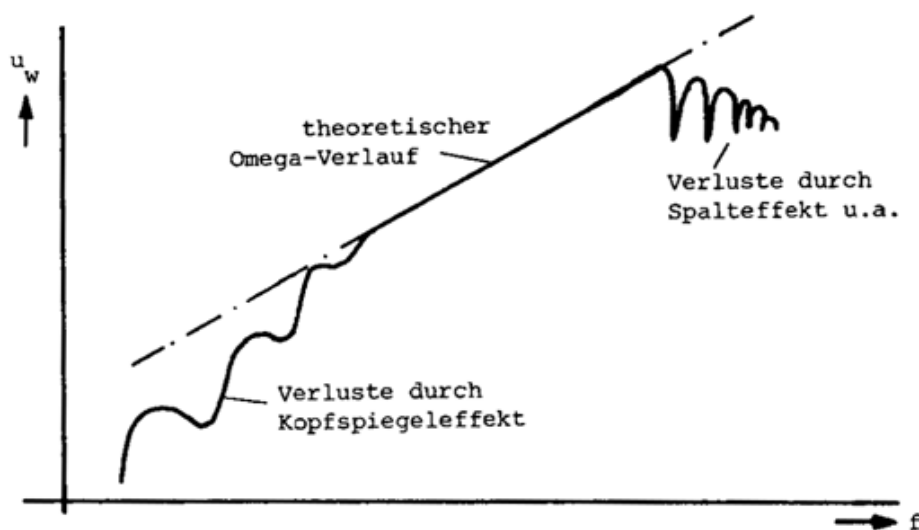


Bild 3 – Theoretischer und praktischer Omega-Verlauf

Nachfolgend sind die wichtigsten Verlustfaktoren aufgezählt:

1.) Kopfspiegelfunktion bei tiefen Frequenzen

Als Kopfspiegel wird der Teil des Magnetkopfes bezeichnet, der mechanisch mit dem Band in Berührung ist. Form und Größe des Kopfspiegels bestimmen unter anderem den Banddruck und den Amplitudengang der Abtastung bei tiefen Frequenzen, wenn Kopfspiegellänge und aufgezeichnete Wellenlänge λ in die gleiche Größenordnung kommen.

2.) Spaltfunktion bei hohen Frequenzen

Bei sehr hohen Frequenzen machen sich auf die Spaltbreite bezogene Verluste bemerkbar. Die wirksame Spaltbreite muss klein sein gegenüber der Bandwellenlänge des Aufgezeichneten Signals.

3.) Selbstmagnetisierungseffekte bei hohen Frequenzen

Bei kurzen Wellenlängen rücken Nord- und Südpole der Bandmagnetisierung immer näher zusammen und ein Teil des magnetischen Flusses wird schon innerhalb der Magnetbeschichtung kurzgeschlossen und steht für die Erzeugung der Kopfinduktionsspannung nicht mehr zur Verfügung.

4.) Band-Kopf-Abstand

Durch Luftpolster, Staubpartikel etc. ändert sich der Abstand von Band und Kopf stetig und demzufolge ändert sich auch die im Kopf induzierte Spannung.

5.) Wirbelstromverluste im Eisenkern

Durch die andauernde schnelle Ummagnetisierung entstehen im Kern des Kopfes Wirbelströme, die Verluste bedeuten.

Obwohl das Prinzip der Magnetbandaufzeichnung recht einfach ist, lässt es sich theoretisch wegen der Vielzahl der Einflussparameter nur näherungsweise beschreiben. Bei der praktischen Ausführung treten noch eine Fülle weiterer Probleme hinzu, wie z.B. das Problem des Gleichlaufs. Ebenso ist es nicht möglich Gleichspannungspegel, wie sie z.B. beim Videosignal vorkommen direkt aufzuzeichnen.

2.2 Möglichkeiten der Entzerrungen

Wie aus dem vorangegangenen Kapitel ersichtlich ist der Frequenzgang des aufgezeichneten Signals auf keinen Fall linear. Ein absolut linearer Frequenzgang ist in der Praxis auch kaum zu erreichen.

Bisher wurde davon ausgegangen, dass das aufzunehmende Signal bei der Aufnahme über die Kopfwicklung direkt den magnetischen Fluss im Ringkern des Kopfes erzeugt. In der Praxis hätte dies aufgrund der nichtlinearen Aussteuerungskennlinie Verzerrungen zur Folge. Bandaufzeichnungsgeräte arbeiten deshalb grundsätzlich mit Hochfrequenz-Vormagnetisierung (Bild 4).

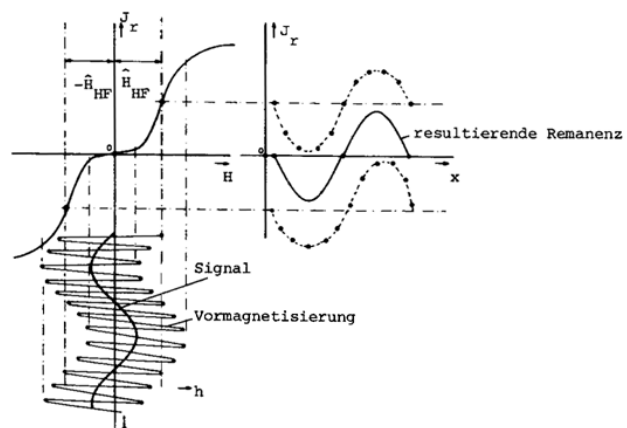


Bild 4- HF-Vormagnetisierung

Die Prinzipiellen Möglichkeiten der Entzerrung bestehen darin, die nichtlineare Kennlinie der bei der Wiedergabe induzierten Spannung zu kompensieren. Dies wird realisiert, indem bei das Wiedergabesignal einen mehr oder weniger aufwendigen Filtermechanismus durchläuft. Außerdem wird oft eine Preemphasis des Aufnahmesignals durchgeführt, was bedeutet, dass das aufzunehmende Signal schon vor der Aufnahme im höheren Frequenzbereich angehoben wird, und später wieder entsprechend abgesenkt. Bekannte Verfahren hierfür sind die Dolby - Rauschunterdrückungssysteme, die im Prinzip eine geregelte Preemphasis darstellen.

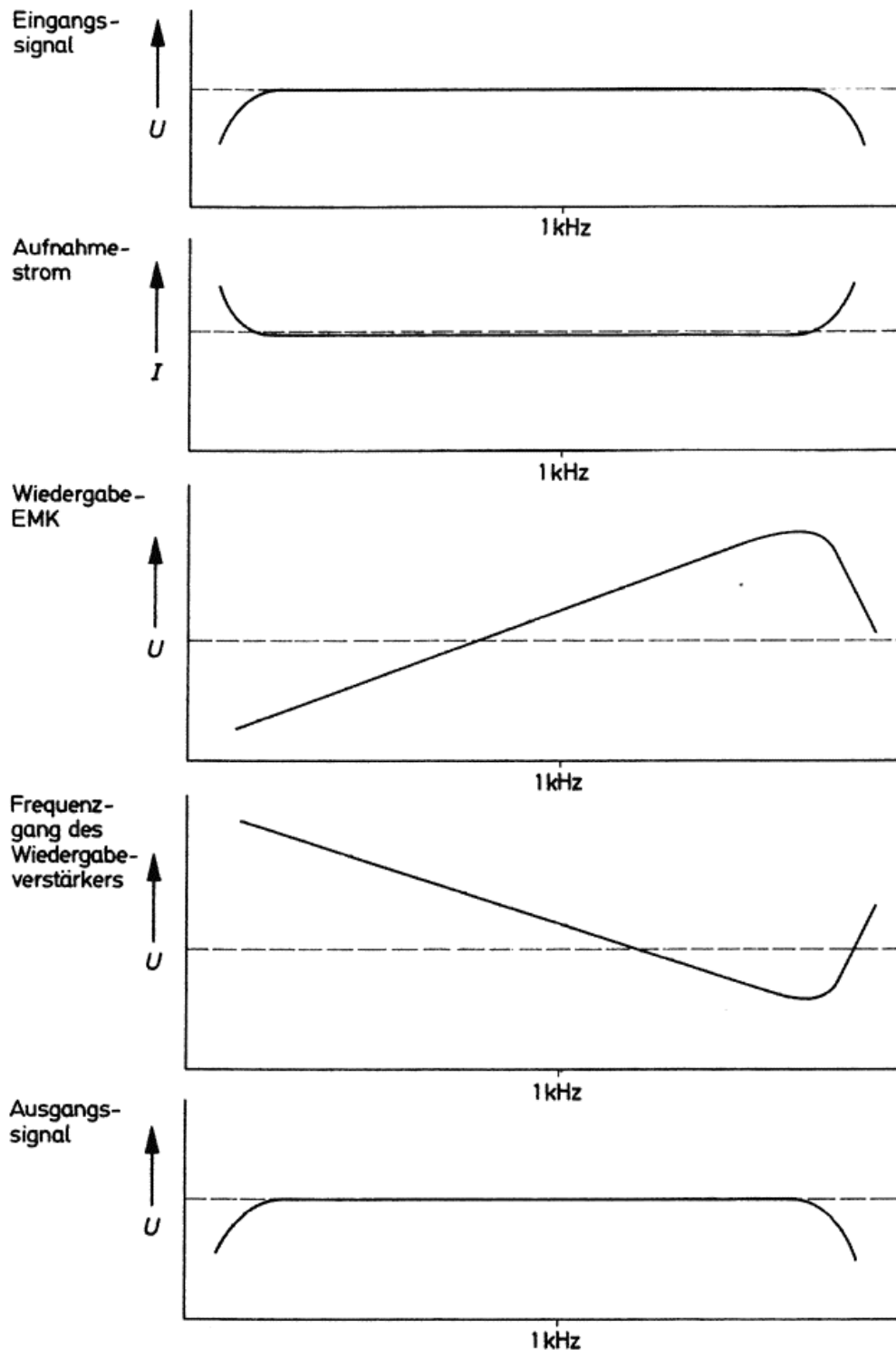


Bild 5 – Vereinfachte Darstellung der Entzerrungsmaßnahmen bei der Tonaufzeichnung

2.3 Ton- und Videokopf

Grundsätzlich handelt es sich bei der Bild- und Tonaufzeichnung um den gleichen physikalischen Vorgang. Der Kopf dient als Wandler zwischen elektrischen und magnetischen Signalen sowie vice versa.

Grundsätzlich sind an das Kernmaterial eines Ton- oder Videokopfes folgende Anforderungen zu stellen:

- 1.) Hohe Verschleißfestigkeit
- 2.) Hoher elektrischer Widerstand
- 3.) Geringer magnetischer Widerstand

Viele Audioköpfe sind aus lamellierten, magnetischen Legierungen wie z.B. Permalloy hergestellt. Da Permalloy sehr verschleißanfällig ist, sind modernere Köpfe aus Keramischen Legierungen hergestellt.

Ferrit z.B. ist ein Material, das den drei oben genannten Forderungen gerecht wird. Ferrite sind elektrische Nichtleiter und verhindern das Entstehen von Wirbelströmen. Aufgrund seiner Festigkeit ergibt sich nicht nur ein geringer Verschleiß, sondern sie ermöglicht auch eine gute Mechanische Bearbeitung.

Sogenannte Sendust-Legierungen sind den Ferriten in Bezug auf die magnetische Sättigung noch überlegen. Sendust setzt sich aus Eisen, Silizium und Aluminium zusammen. Es wurde bereits in den 30er Jahren in Japan in der Nähe des Ortes Sen entdeckt (Sen-Dust = Sen-Staub). Sen-Legierungen können jedoch erst seit neuerer Zeit für Videoköpfe benutzt werden, verleihen diesen jedoch hervorragende Eigenschaften.

Ein Vergleich der beiden Darstellungen in Bild 6 zeigt die Unterschiede zwischen Audio- (links) und Videokopf (rechts). Während sich die Breite des Audiokopfes im Zentimeterbereich bewegt ist der Videokopf maximal wenige Millimeter breit. Die Spaltbreite des Audiokopfes beträgt $3\mu\text{m} - 8\mu\text{m}$, die des Videokopfes ca. $1\mu\text{m}$.

Löschköpfe haben Luftspalte von bis zu $200\mu\text{m}$ – Sie müssen lediglich ein starkes Wechselfeld

aufbringen, um die alten magnetisch gespeicherten Signale auf dem Band genügend oft umzumagnetisieren, also zu löschen.

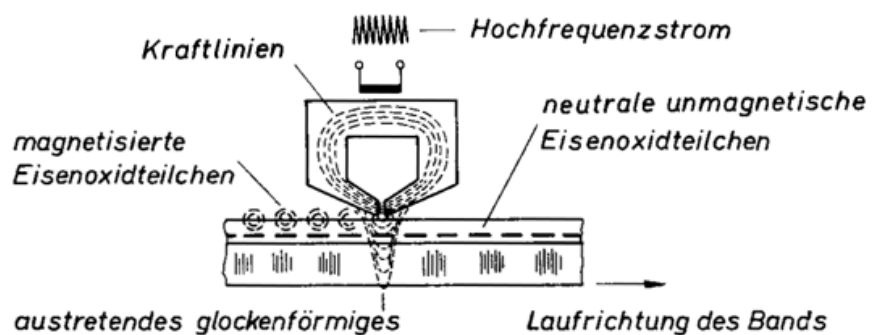


Bild 7 – Beim Löschen eines Bandes wirkt ein starkes Magnet-Wechselfeld auf die Magnetschicht ein und sorgt durch ein vielfaches Ummagnetisieren für ein Verschwinden der vorigen Information

2.4 Rotierende Köpfe

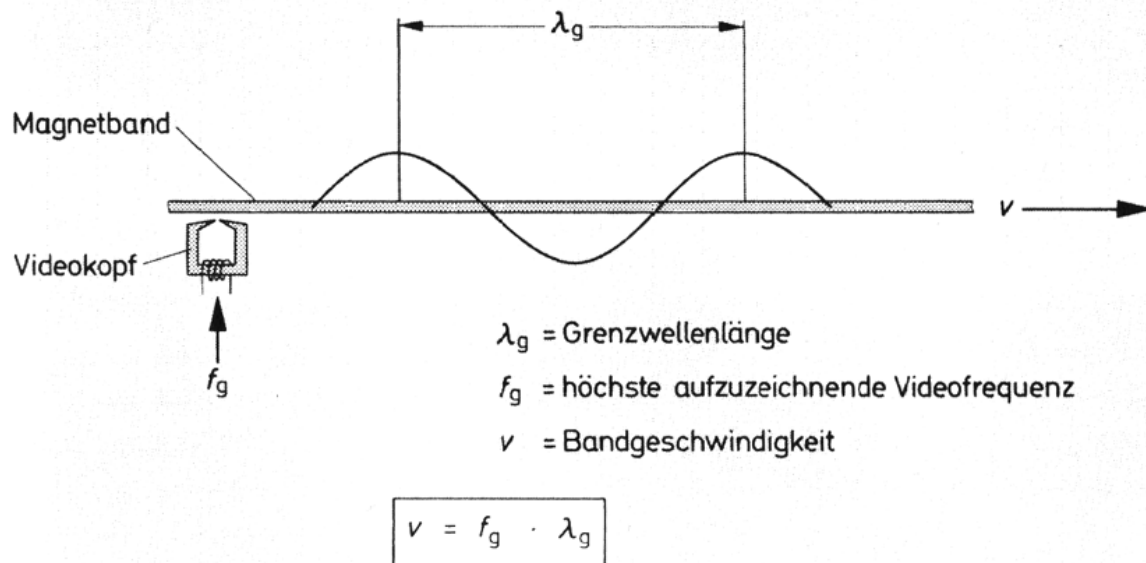


Bild 8 - Zusammenhang zwischen Bandgeschwindigkeit, Bandgrenzwellenlänge und höchster aufzuzeichnender Videofrequenz

Um ein Videosignal ohne Verluste auf Band aufzuzeichnen ist eine Bandbreite von mindestens 5MHz notwendig. Mit den aktuellen Systemen werden jedoch nur ca. 3MHz Bandbreite aufgezeichnet. Da hierfür Frequenzmodulation verwendet wird, müssen sogar Frequenzen von fast 0Hz bis 8MHz bei VHS und bei S-VHS sogar hinauf bis zu 11MHz aufgezeichnet werden.

Bild 8 zeigt den prinzipiellen Zusammenhang zwischen der kleinsten speicherbaren Bandwellenlänge (λ_g), der Signalfrequenz (f_g) sowie der Bandgeschwindigkeit (v). Wenn man davon ausgeht, dass die Kopfspaltlänge ca. $0,6\mu\text{m}$ beträgt so liegt die untere Bandlängenwelle immer noch bei $1,5\mu\text{m}$.

Nach der obigen Formel ergibt sich somit eine Bandgeschwindigkeit von:

$$v = f_g \cdot \lambda_g \quad \text{mit } f_g = 5\text{MHz} \text{ und } \lambda_g = 1,5\mu\text{m}$$

$$v = 5 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \text{m} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bei $7,5\text{m/s}$ ist für die Speicherung von 60 Minuten Spielzeit eine Bandlänge von 27km nötig. Dieses Problem konnte lange mit herkömmlicher Magnetbandtechnologie nicht gelöst werden (Bild 9). Erst die Ausnutzung des ganzen auf dem Band verfügbaren Raumes machte die Videoaufzeichnung möglich. 1953 stellte die AEG (Schüller) als erstes einen Ausweg aus der Misere vor. Mittels rotierendem Kopf wurde das Band quer zur Transportrichtung geschrieben (Bild 10). Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit wird durch die Geschwindigkeit des sich rotierenden Kopfes bestimmt.

Die Querschriftaufzeichnung ist für Consumer-Geräte viel zu aufwendig und teuer. Alle im Consumerbereich genutzten Systeme benutzen deshalb die Schrägspuraufzeichnung mit prinzipiell 2 Köpfen. Dabei liegen die einzelnen Spuren schräg nebeneinander. Dies wird erreicht indem an einer horizontal gelagerten Kopftrommel das Band schräg vorbeigeführt wird (Bild 11) [oder umgekehrt]. Durch diese Systeme wird eine hohe Band-zu-Kopf Geschwindigkeit erreicht, Grundvoraussetzung zum Aufzeichnen hoher Frequenzen.

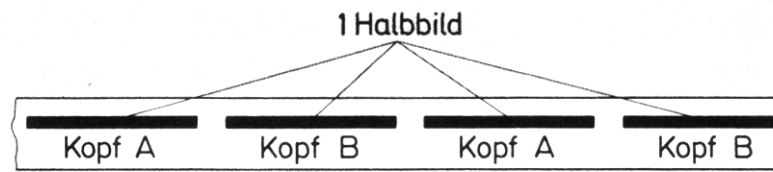


Bild 9 – Videoaufzeichnung in herkömmlicher Längsschrift nützt das Material nicht optimal aus

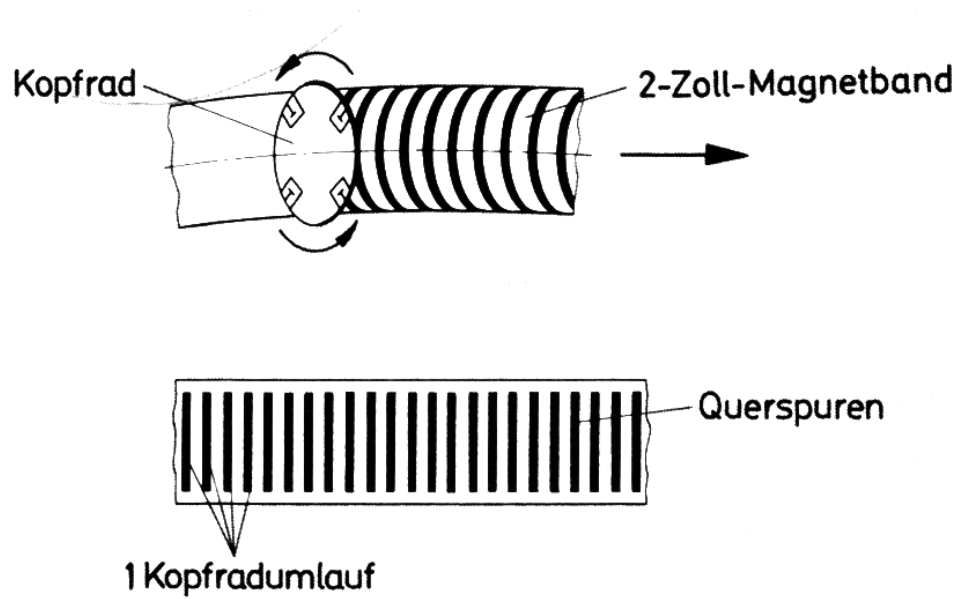


Bild 10 – Mit Querschrift wird das Band besser ausgenutzt

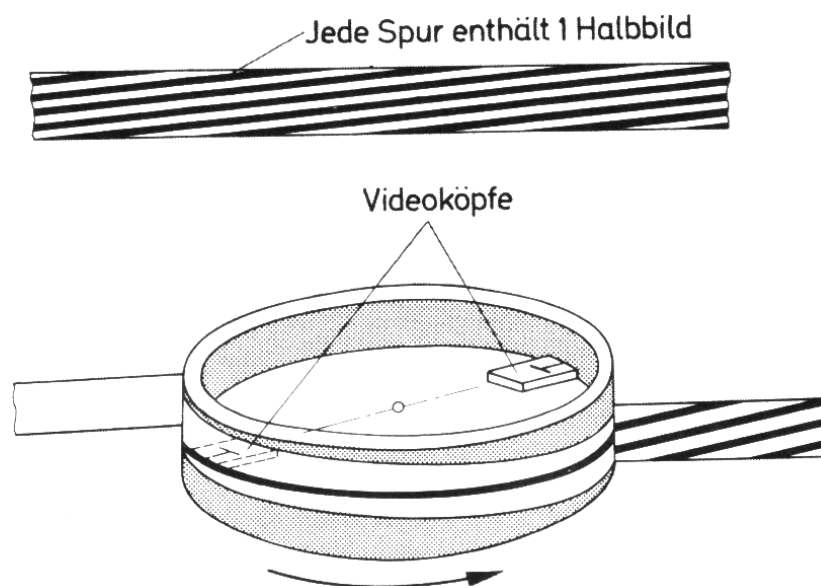


Bild 11 - Schrägspuraufzeichnung

2.5 Kopfneigung - Slanted Azimuth Recording

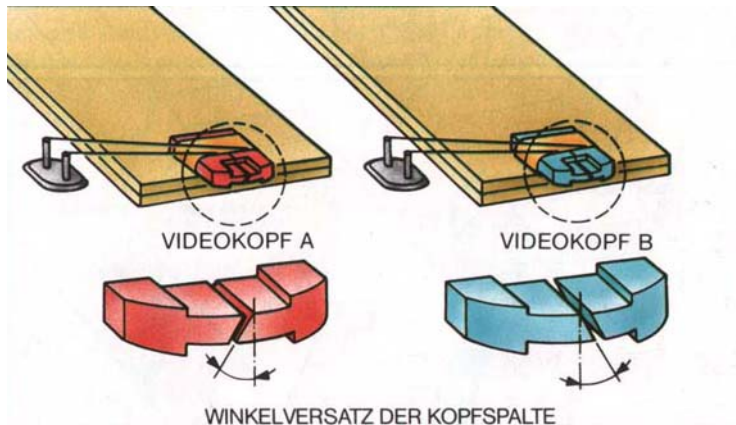


Bild 12 – Winkelfersatz der beiden Videoköpfe

Je dichter die einzelnen Spuren bei der Schrägspuraufzeichnung zusammenrücken, umso größer wird die Gefahr des Übersprechens zwischen den einzelnen Spuren. Deshalb wurden bei den früheren Videosystemen wie VCR und SVR die Spuren nicht direkt aneinander geschrieben, sondern es wurde ein sogenannter Rasen (Abstand) zwischen den einzelnen Spuren gelassen.

Das Übersprechen zwischen den einzelnen Spuren kann stark reduziert werden, indem die beiden Kopfspalte jeweils um einen bestimmten Winkel versetzt angeordnet werden. Es werden die Azimutverluste, bei schräg zur Aufnahmespur stehendem Kopfspalt genutzt. Beim VHS-System beträgt die Neigung der Kopfspalte gegen die Vertikale 6° . Die englische Bezeichnung für die Kopfspaltneigung ist Slanted Azimuth Recording.

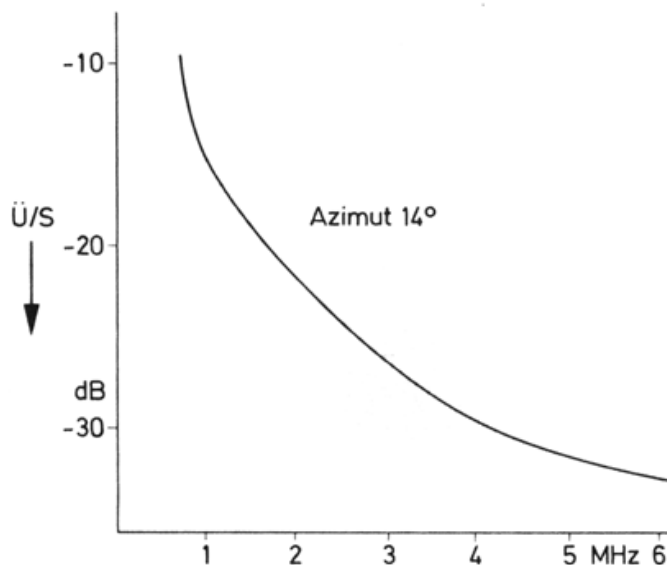


Bild 13 – Durch den Winkelfersatz der Kopfspalte (hier 14°) werden die Übersprechanteile (Ü) im Verhältnis zum Nutzsignal (S) stark unterdrückt

3. Das VHS-System (Video - Home - System)

3.1 Systemparameter

Als einziges aus einer Vielzahl konkurrierender Aufzeichnungsformate ist das VHS/SVHS - System übriggeblieben. Lediglich das Video8/Hi8 System von Sony konnte im tragbaren Bereich VHS fast vollständig verdrängen.

Grundsätzlich muss ein Videorekorder 3 verschiedene Informationen aufzeichnen:

- 1.) Das Bildsignal
- 2.) Die Farbe
- 3.) Den Ton

Außerdem kommen verschiedene Synchron und Bezugssignale hinzu.

Beim VHS-System liegt die Tonspur am unteren und die Synchronspur am oberen Rand.

Die Breite des Bandes beträgt 0.5 Zoll, bzw. 12,7mm.

Die wichtigsten Systemparameter der verschiedenen Systeme sind in der nachfolgenden Tabelle festgehalten.

	VCR Standard	SVR	VHS/SVHS	Betamax	Video 2000	Video8/ Hi8
Bandbreite (mm)	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	8
Aufzeichnung	Schrägspur	Schrägspur	Schrägspur	Schrägspur	Schrägspur	Schrägspur
Relativgeschwindigkeit (m/s)	8,1	8,2	4,84	5,83	5,08	3,1
Bandgeschwindigkeit (cm/s)	14,29	3,95	2,34	1,873	2,44	2,051
Video-Spurbreite (µm)	130	51	49	32,8	22,6	34,4
Rasenbreite (µm)	57	0	0	0	0	0
Kopfspaltwinkel (°)	0	±15	±6	±7	±15	±10
Kopfraddurchmesser	105	105	62	74,5	65	40

Video 2000 sowie die 8mm Systeme arbeiten noch mit einer technischen Besonderheit. Da die Spuren extrem schmal sind, sitzen die Videoköpfe auf einer Zunge aus piezokeramischen Material, die elektronisch nachgesteuert werden. Deshalb sind auch die Sonderfunktionen dieser Geräte (Standbild, Bildsuchlauf, Zeitlupe, ...) von besonderer Qualität gekennzeichnet.

3.2 Aufzeichnung des Bildsignals (FBAS)

a) Das Y-Signal (BAS)

Das Y- und Chroma - Signal wird getrennt aufgezeichnet. Außerdem zeichnen Standard VHS-Videorekorder nicht die volle Bandbreite (5MHz) des BAS-Signals auf, sondern es wird auf ca. 3MHz begrenzt. Würde das BAS-Signal direkt auf das Band aufgezeichnet, so würden sich starke Bildstörungen vor allem bei den tiefen Frequenzen ergeben (siehe Kopfspiegelfunktion).

Deshalb wird das BAS-Signal zuerst durch einen Tiefpaß mit einer Eckfrequenz von ca. 3MHz geleitet und frequenzmoduliert. Unterschiedlichen Spannungswerten des Videosignals sind also entsprechende Trägerfrequenzen zugeordnet. Der „ultraschwarze“ Synchronimpuls bildet mit 3,8MHz (f_{su}) bei VHS die untere und Weiß mit 4,8MHz (f_{ws}) die höchste Trägerfrequenz. Die beiden Seitenbänder werden auf den Bereich von ca. 1MHz bis 8MHz begrenzt.

Vorteile der Frequenzmodulation:

- 1.) Tiefe Frequenzen und Gleichspannungen lassen sich sehr einfach darstellen, da jeder Spannungswert einer Frequenz zugeordnet ist.
- 2.) Die Amplitude der FM enthält keine Information, also lässt sich das Magnetband immer bis in die Sättigung aussteuern. Alle Linearitäts- und Vormagnetisierungsprobleme entfallen weitgehend.
- 3.) Amplitudenschwankungen der Wiedergabespannungen lassen sich durch Begrenzung eliminieren und bleiben deswegen weitgehend unwirksam.

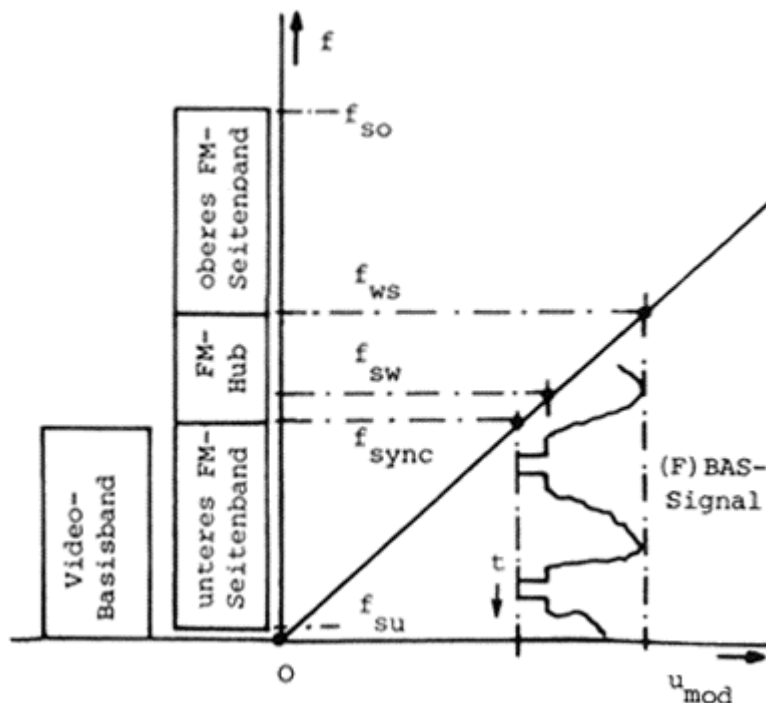


Bild 14 – Prinzipielles Spektrum einer Video - FM - Modulation

b) Die Farbe (Colour-Under-System)

Für die Farbkomponente des FBAS-Signals ist für die FM-Aufzeichnung nicht geeignet. Hierfür gibt es verschiedene Gründe: Die Begrenzung der Video-Bandbreite auf 3MHz lässt die Aufzeichnung der 4,43MHz Frequenz des Farbhilfsträgers nicht zu. Ein weiterer wichtiger Punkt bei den Kriterien der Farbaufzeichnung ist auch der Gleichlauf des Videorecorders.

Um eine einwandfreie Farbwiedergabe zu gewährleisten dürfte der Gleichlauffehler

höchstens 0,001% betragen. Dies ist bei Heimvideorekordern nicht realisierbar.

Diese Probleme können jedoch relativ leicht umgangen werden, indem der Farbträger auf eine Frequenz unterhalb des Y-FM Bereichs herabgesetzt wird. Beim VHS-System wird er mittels eines 5,06MHz Hilfsträgers auf 627kHz herabgesetzt. Dadurch reduziert sich die nutzbare Farbbandbreite auf ca. 0,5MHz.

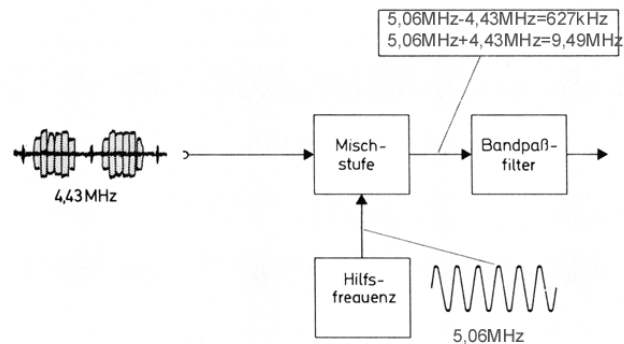


Bild 15 – Prinzip der Farbheruntermischung

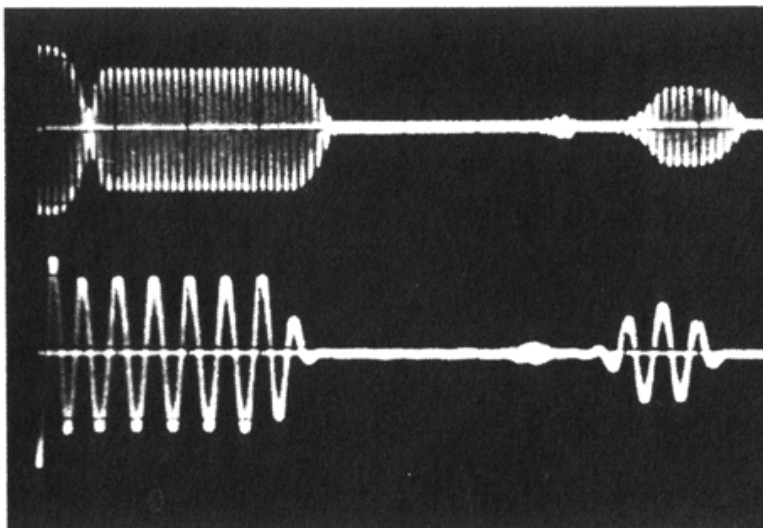


Bild 16 - Der heruntergemischte Burst

c) Übersprechen

Sowohl beim VHS wie auch beim SVHS – System besteht die Gefahr des Übersprechens der Farbe zwischen zwei benachbarten Spuren (Cross-Colour), da bei den relativ niedrigen Frequenzen der heruntergemischten Farbe (0-1MHz) die Schrägstellung der Kopfspalte nur eine geringe Dämpfung zwischen zwei Spuren ergibt, was zu Farbstörungen führen würde. Deshalb wird der Farbträger in jedem zweiten Halbbildes zeilenweise um 90° versetzt aufgezeichnet und kann bei der Wiedergabe mittels eines Kammfilters wieder hergestellt werden. Das Kammfilter besteht prinzipiell aus einem $128\mu\text{s}$ (2 Zeilen) Verzögerungsglied und einer Addierstufe. Die störenden Farbanteile heben sich dabei gegenseitig heraus.

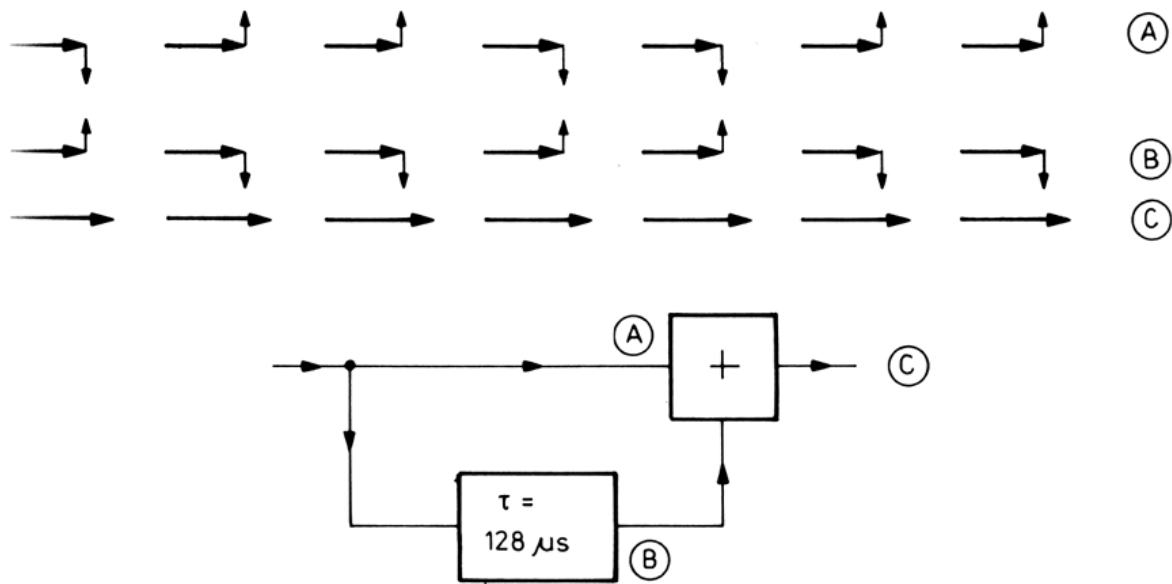


Bild 17 – Kammfilter: Übersprechende Signalanteile können elektronisch eliminiert werden, wenn die Phasenlagen des Signals A durch eine Verzögerungsschaltung so verschoben werden, dass die positiven Anteile dann den negativen gegenüberliegen und sich somit beide aufheben.

Bei einer Spuranordnung nach Bild 18 würden die horizontalen Synchronimpulse der einen Spur den Bildanteil der nächsten Spur stören. Deshalb benutzt man bei VHS einen alternierenden Zeilenversatz, indem man die beiden Videoköpfe nicht genau um 180° sondern diesen Winkel etwas reduziert ($\approx 179^\circ$).

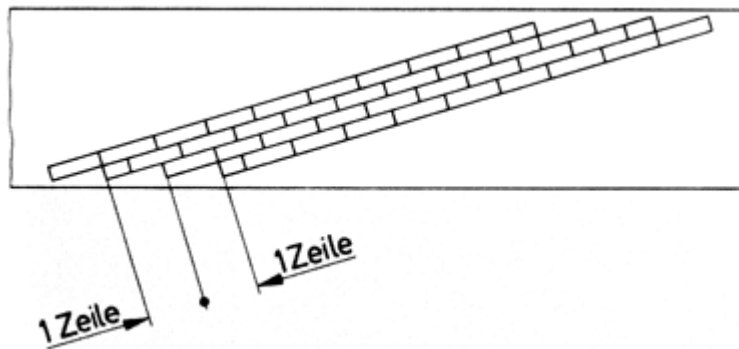


Bild 18 – Hier fallen die horizontalen Synchronimpulse mit dem Bildinhalt der Nachbarspuren zusammen

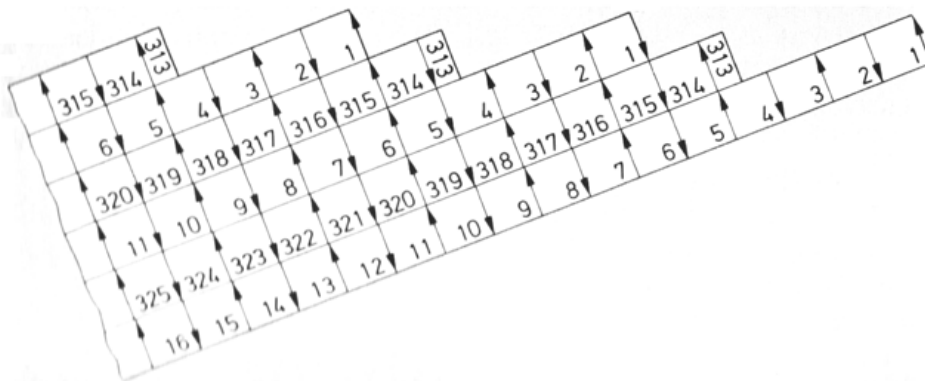


Bild 19 - Alternierender Zeilenversatz: Synchronimpuls und Bildinhalt fallen nicht zusammen

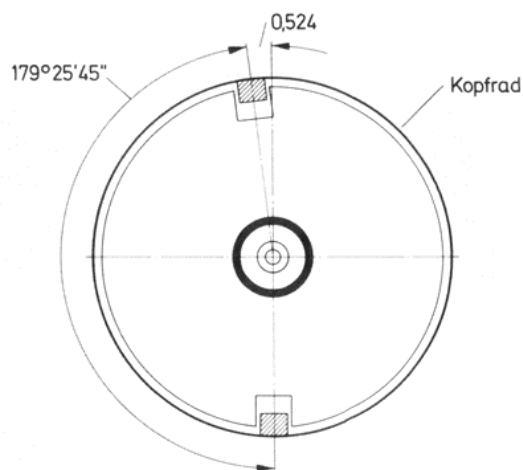


Bild 20 – Kopfanordnung für alternierenden Zeilenversatz

3.3 FM-Hifi-Audio

Die standardmäßige Längsspuraufzeichnung des Tons genügt nicht den HIFI - Ansprüchen. Als Ausweg wurde ab 1983 das FM-HIFI – System bei Videorekordern eingeführt. Dabei wird das Audiosignal ebenso wie das Videosignal frequenzmoduliert und mit einem rotierenden Kopf auf Band gespeichert. Die Trägerfrequenz des FM-Audiosignals liegt dabei im freien Bereich zwischen dem Farb- und Videosignal (Rechter Kanal $f_{tr} = 1,8\text{MHz}$ – Linker Kanal $f_{il} = 1,4\text{MHz}$). Die Gleichlaufschwankungen des FM – HIFI – Tons liegen dabei unter 0,005% bei einer maximalen Dynamik von 80dB. HIFI – Tonbandgeräte erreichen einen Gleichlauf von maximal 0,06% bei einer Dynamik von max. 70dB. Die für die Audioaufzeichnung zuständigen Köpfe befinden sich unmittelbar neben den Videoköpfen, d.h. VHS – HIFI – Rekorder besitzen mindestens 4 Köpfe. Die Kopfspalte sind dabei noch stärker geneigt, als bei der FM-VIDEO Aufzeichnung geneigt, um keine Interferenzen im Bildsignal hervorzurufen.

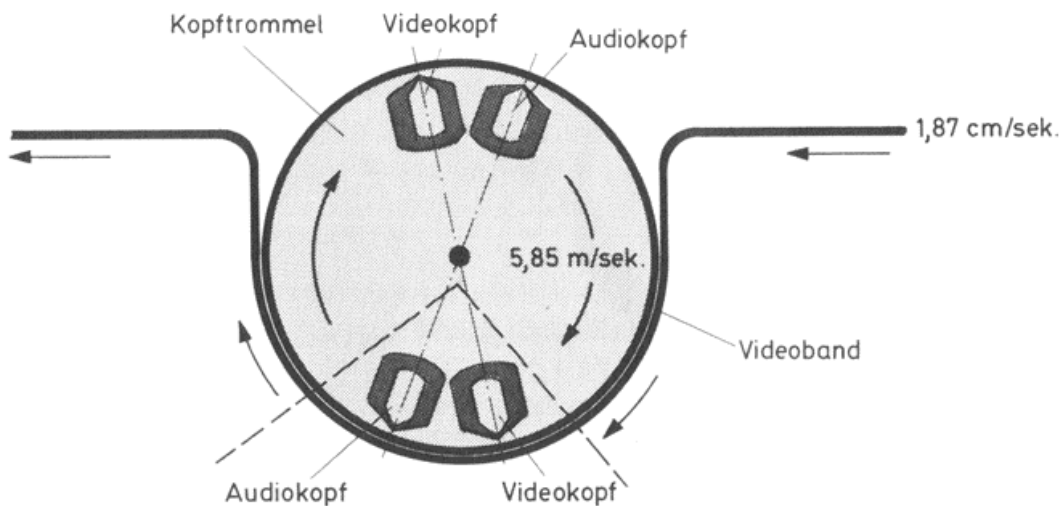


Bild 21 – Zusammenwirken von Video- und FM - Audioköpfen. Das gestrichelte Dreieck ist in Bild 18 vergrößert dargestellt.

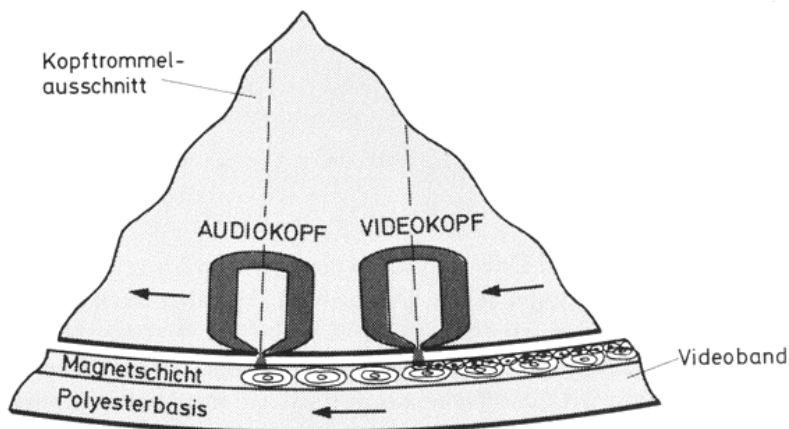


Bild 22 - Aufnahmeprozeß bei HIFI

4. Aufnahme-/ Wiedergabeschaltkreise

4.1 Mechanik des VHS-Systems

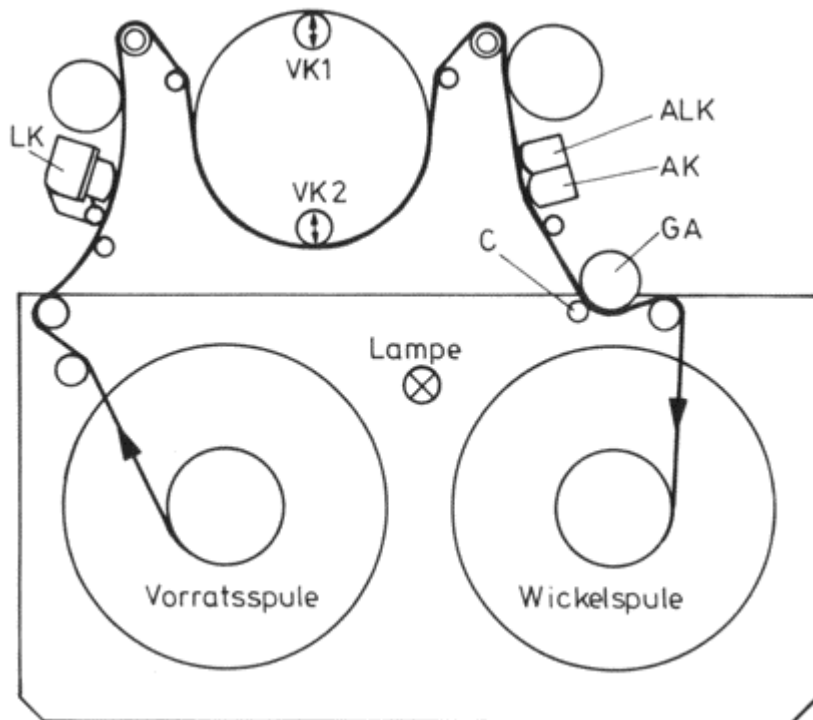


Bild 23

LK = Löschkopf
VK1/VK2 = Videoköpfe
ALK = Audiolöschkopf
AK = Audio- und
Kontrollkopf
GA = Gummiandruckrolle
C = Capstan (Antrieb)

Standardmäßig wird beim VHS/SVHS – System das M-Loading genannte Verfahren zur Kopftrommelumschlingung des Bandes benutzt. Hierbei wird das Band mit einem mechanischen System aus Führungsrollen und Stiften aus der Kassette herausgezogen und in einer M – förmigen Schleife um die Kopftrommel geführt. Es verlässt den linksliegenden Vorratswickel und wird dann in einem Bogen um die Kopftrommel herumgeführt. Nach einer erneuten Richtungsänderung läuft das Band am separaten Tonlöschkopf sowie am Ton-A/W bzw. Kontroll- (Synchron-)kopf vorbei in die Kassette zurück.

VHS – Rekorder sind mit einem Feuchtesensor ausgestattet, der den Videorekorder bei beschlagenem Kopf in den Stand-By-Mode versetzt. Der Bandtransport, bzw. die Bandtransportgeschwindigkeit werden vom Capstan bestimmt. Die beiden Spulen dienen nur dem Ab- und Aufwickelvorgang.

Mit der Lampe (heute IR-LED) wird der Bandanfang, bzw. das Ende detektiert. Hierzu befindet sich am Anfang und am Ende des Bandwickels ein klares Vorspannband, dass jeweils an der linken oder rechten Seite des Kassettenschachtes einen Fotosensor auslöst. Damit wird vermieden, dass bei schnellem Vor-/Rücklauf die Wickelteller rechtzeitig abgebremst werden können.

Die Kopftrommelgeschwindigkeit beträgt 1500 Umin^{-1} , der Standarddurchmesser der Kopftrommel beträgt 62mm.

4.2 VHS-Aufnahme

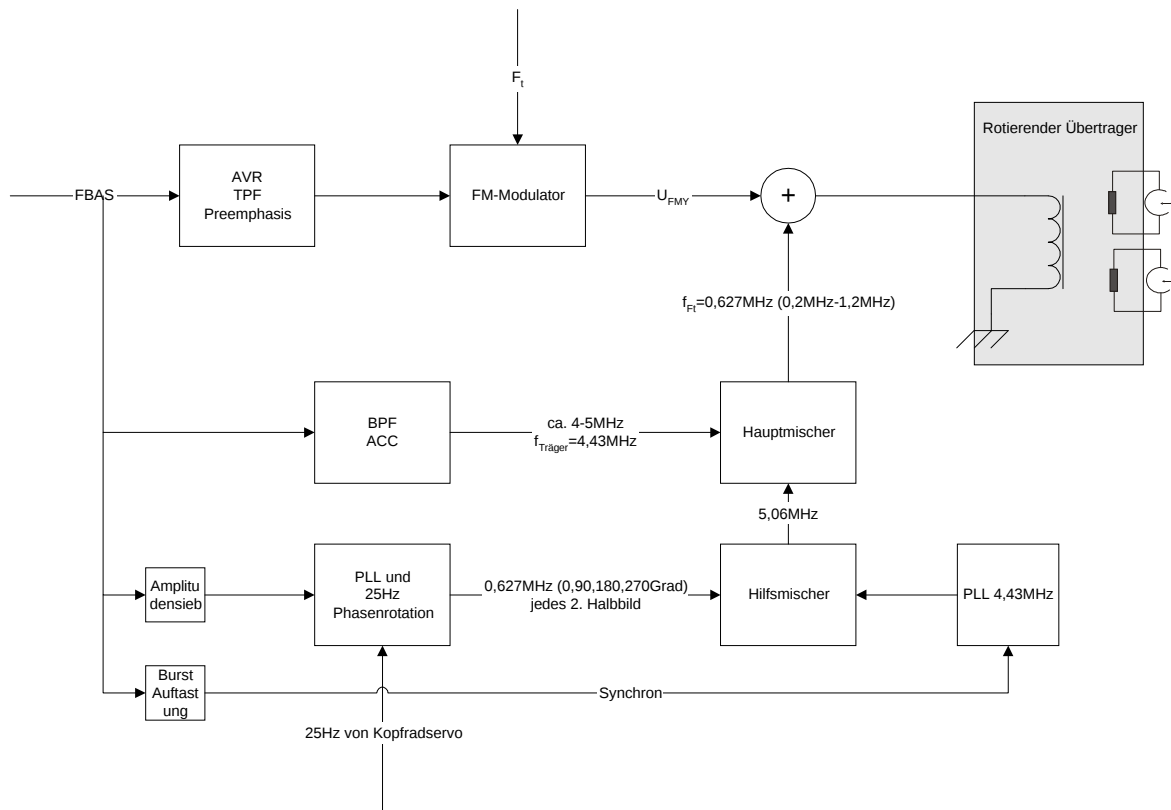


Bild 24 - Blockschaltbild Aufnahme VHS

Im Y-Kanal wird durch das Tiefpassfilter (TPF) der Frequenzbereich oberhalb 3MHz einschließlich der Farbe unterdrückt (Ausnahme SVHS: Hier 5MHz Video).

Im Farbkanal ist das Bandpassfilter (BPF) auf 1MHz Bandbreite festgelegt (+0,5MHz). Dies wird mit einer ersten Mischfrequenz von 5,06MHz auf 627kHz heruntergemischt.

Die Konstruktion mit dem Hilfsmischer ist erforderlich, damit Bandlaufschwankungen durch Selbstkorrektur mittels Mischung nicht zu stärkeren Abweichungen des Farbhilfsträger führen.

Der heruntergemischte Farbhilfsträger von 627kHz wird in der PLL bei jedem 2. Halbbild um 90° phasenrotiert. Die Phasenrotation ist zusammen mit dem bei Wiedergabe eingeschalteten Kammfilter notwendig um das Übersprechen der Farbinformation zu kompensieren.

4.3 VHS - Wiedergabe

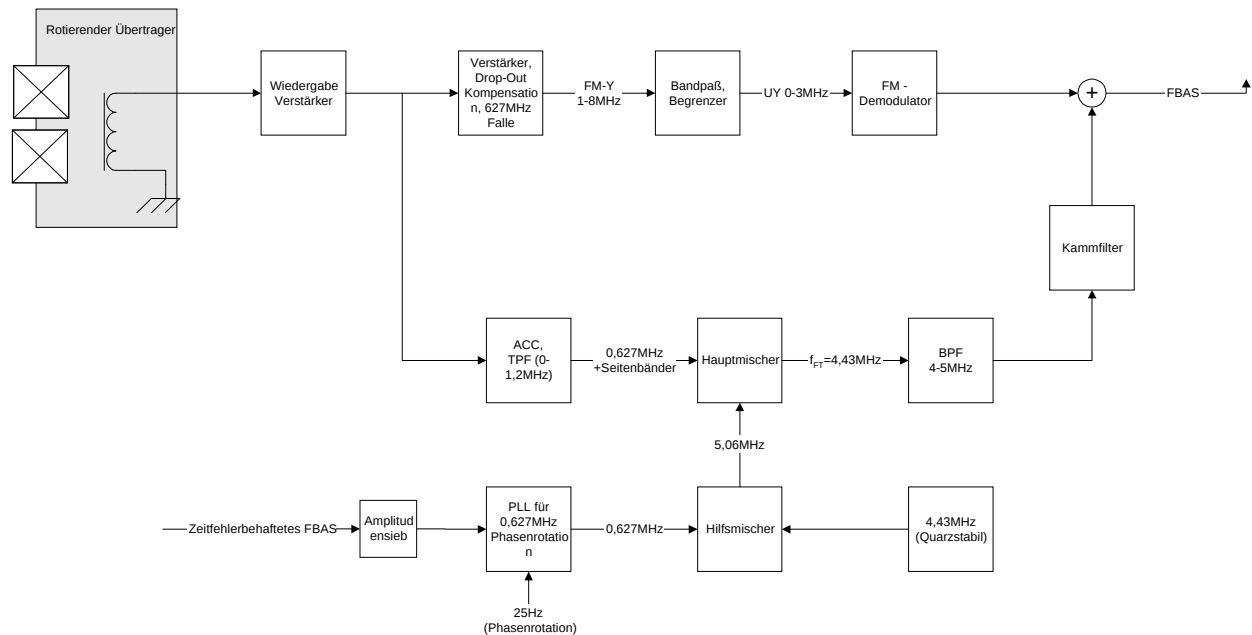


Bild 25 - Blockschaltbild Wiedergabe

Das FM-Signal durchläuft einen Wiedergabeverstärker, um den Pegel anzuheben und auf das Signal, das von dem jeweiligen Videokopf geliefert wird umzuschalten, da jeweils nur einer der beiden Videoköpfe Kontakt mit dem Band hat. Die Dropout-Kompensation sorgt dafür, dass Pegel einbrüche, die normalerweise als verrauschte Zeilenanteile sichtbar sind, unsichtbar bleiben. Außerdem wird das Y-FM-Signal verstärkt und begrenzt, um dem FM-Demodulator einen konstanten Pegel zu liefern. Außerdem wird eine zur Aufnahme gegenläufige Deemphasis durchgeführt.

Der Farb-Wiedergabezweig ist ungleich komplexer. Dies rührt daher, dass die Zeitfehler (Gleichlauffehler) exakt ausgeregelt werden müssen. Hierzu wird das fehlerbehaftete FBAS-Signal phasenstarr mit einer 627kHz PLL verkoppelt und zusammen mit einem Quarzstabilen 4,43MHz-Generator in einem Hilfsmischer auf 5,06MHz heraufgemischt. Der Hauptmischer mischt das neu entstandene 5,06MHz-Signal zusammen mit dem vom Videokopf kommenden 627kHz-Farbsignal wieder herunter auf 4,43MHz. Hierbei hebt sich der Frequenzfehler des Farbhilfsträger heraus. Ein Zeitfehler des BAS-Signals bleibt erhalten, was aber in Consumergeräten toleriert werden kann.

4.4 Die Drop-Out Kompensation

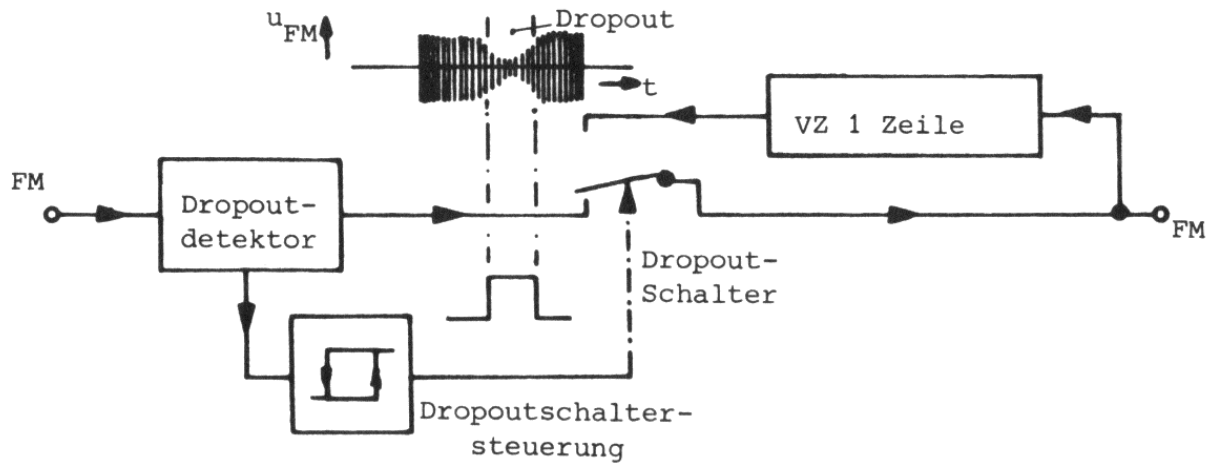


Bild 26 - Einfache Dropout Kompensation im Y – FM - Verstärker

Durch schlechten Band-Kopf-Kontakt zwischen Kopftrommel und Band infolge von Staubpartikeln, unkorrektem Bandzug oder mechanischer Verformung des Bandes kann es zu Störungen und Aussetzern in der Amplitude des Y – FM - Signals kommen, was sich als vertikale Störstreifen bemerkbar macht, sogenannten Dropouts.

Die Dropoutkompensation geschieht in der Regel, indem ein Schwellwertschalter prüft, ob das FM – Y –Signal unter einen bestimmten Pegel gefallen ist. Ist dies der Fall liefert die Drop – Out – Kompensation für die Dauer des Ausfalls das in einer Verzögerungsleitung zwischengespeicherte Signal der vorigen Zeile. Dies geschieht unter der Annahme, dass sich die Bildinhalte nebeneinanderliegender Zeilen wenig unterscheiden. Neuzzeitlichere Drop – Out – Kompensationen arbeiten digital.

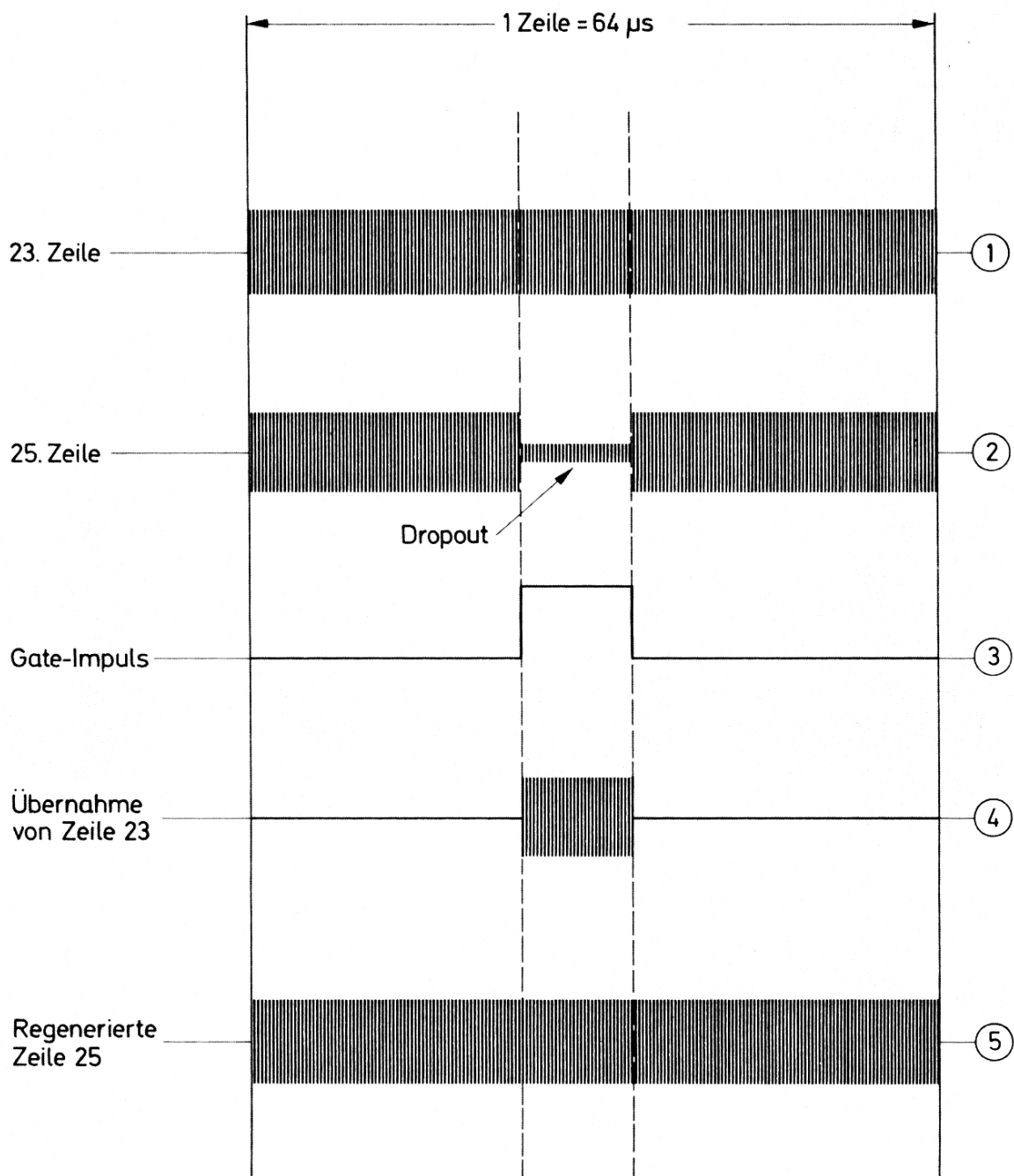


Bild 27 – Signale der Dropout – Kompensation (idealisiert)

- (1) Zeile 23 fehlerfrei
- (2) Zeile 25 mit Dropout
- (3) Dropout-Erkennung registriert fehlende Amplitude im FM-Signal
- (4) Fehlendes Signal wird von Zeile 23 übernommen
- (5) Zeile 25 regeneriert

4.5 Crispening

Durch die Begrenzung der Bandbreite des Y-Signals nimmt die Steilheit von Hell-Dunkel Übergängen ab. Für die Regenerierung, bzw. Entzerrung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Relativ einfach lässt sich die Differenzier-Entzerrung durchführen. Sie wird auch als Crispening Technik bezeichnet.

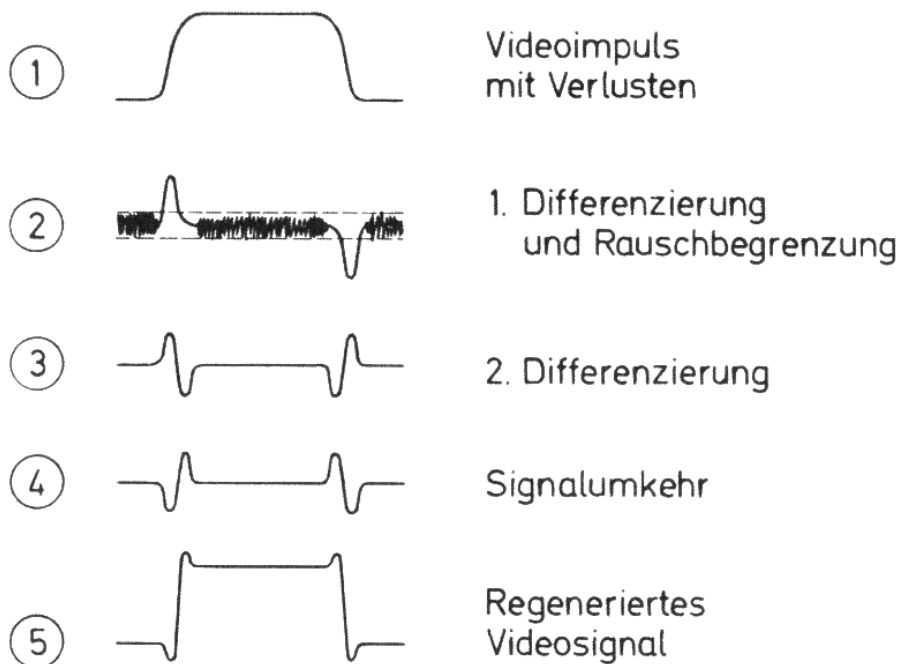


Bild 28 – Crispening

Die Signalverläufe in Bild 28 erklären die Crispening - Wirkung. Die Flanken des Videoimpulses (1) werden durch eine R/C-Kombination differenziert. Das so entstehende Signal (2) enthält Rauschanteile, die unterdrückt werden müssen, damit sie mit der Überlagerung mit dem Videosignal keine Verschlechterung des Rauschabstandes hervorrufen. Nach der Rauschbegrenzung entsteht durch eine zweite Differenzierung das Signal (3). Eine Inverterschaltung polt es um (4), so dass es jetzt die Addition mit dem Videosignal erfolgen kann. Der Impuls (5) zeigt die Form des auf diese Weise regenerierten Video-Rechtecksignals.

5. Systemunterschiede VHS - SVHS

Die Hauptunterschiede zwischen VHS und SVHS liegen zum einen in der getrennten Verarbeitung von Y-Signal und Chroma - Signal und zum anderen in der erhöhten Auflösung des Y-Signals bei SVHS. Während VHS nur eine Videobandbreite von ca. 3MHz (≈ 250 Linien) erreicht wurde die Videobandbreite bei SVHS auf ca. 4MHz (≈ 400 Linien) erhöht. Dies wurde erreicht durch Einführung von besserem Bandmaterial, höherwertigen Videoköpfen und Erhöhung des Videohubes von 1MHz auf 1,6MHz. Die Chrominanzbandbreite von nur 500kHz blieb erhalten. Cross-Colour Effekte wurden jedoch durch die Trennung des Y vom Chroma Signal beseitigt. Dies erfordert jedoch auch Monitore, bzw. TV-Geräte mit getrenntem Y und Chroma Eingang.

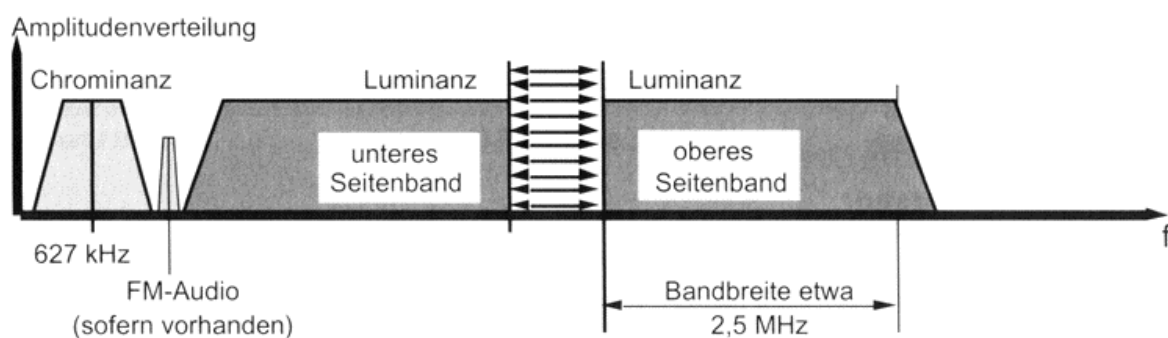


Bild 29 - Aufnahmespektrum VHS

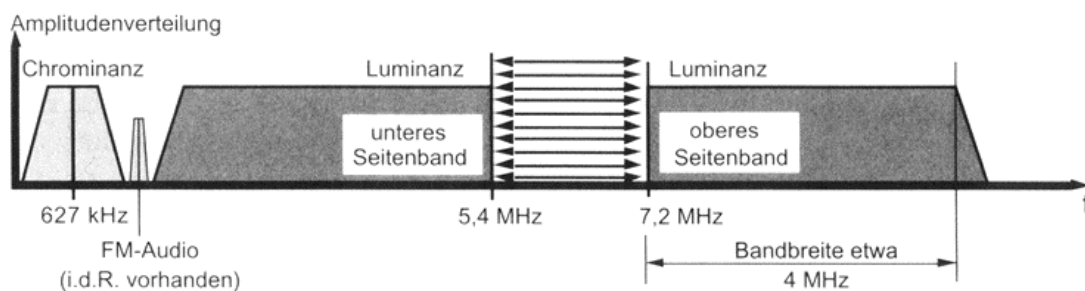


Bild 30 - Aufnahmespektrum SVHS

Da die beiden Verfahren VHS und SVHS sich sehr ähneln haben einige Hersteller VHS-Geräte herausgebracht mit der Möglichkeit SVHS - Bänder wiederzugeben. Hierbei wird jedoch in keiner Weise die höhere Videobandbreite von SVHS dargestellt, sondern das SVHS - Signal wird auf VHS „herunterskaliert“.

6. Zusammenfassung

Das VHS-System ist mittlerweile seit seiner ersten Vorstellung 1976 fast 25 Jahre alt, und an die Grenzen seiner Möglichkeiten gestoßen. Trotz mehr oder weniger sinnvollen Ausstattungsmerkmalen wie HQ oder „Super-...“ und echter Fortschritte wie DNR (Digital Noise Reduction) sowie HIFI – Stereo – Ton sind die Grenzen des Formats längst ausgeschöpft. SVHS hat, obwohl von vielen Geräteproduzenten unterstützt nicht die erwartete Verbreitung gefunden.

Über kurz oder lang ist eine Ablösung der magnetischen Bildaufzeichnung im Heimbereich abzusehen. Bereits etablierte Techniken wie DVD laufen den Magnetbändern den Rang ab. Wenn erst geeignete beispielbare Medien verfügbar sind wird die magnetische Bildaufzeichnung wie heute schon die analoge Tonaufzeichnung zum Aussterben verurteilt sein. Bereits vorgestellte digitale Videorekorder auf PC-Basis weisen den Weg.

A. Anhang

A.1 Technische Daten VHS/SVHS

	VHS	SVHS
Video-Frequenzgang	Y 3MHz, C<500kHz	Y 4MHz, C< 500kHz
Video-Rauschabstand		Y und C ca. 45dB
Audio-Aufzeichnung		FM-Audio, 30Hz-15kHz
Multigenerationsverhalten	Gering	Gering
Bandgeschwindigkeit (cm/s)	2,34	2,34
Relativgeschwindigkeit (m/s)	4,84	4,84
Kopftrommeldurchmesser (mm)	62	62
Halbbild Spurlänge (mm)	97	97
Videospurbreite (µm)	49	49
Audiospurbreite (mm)	1,0	1,0
Synchronspurbreite (mm)	0,75	0,75
Kopfspalt Azimut (+/-)	6°	6°
Spurneigung	5°	5°

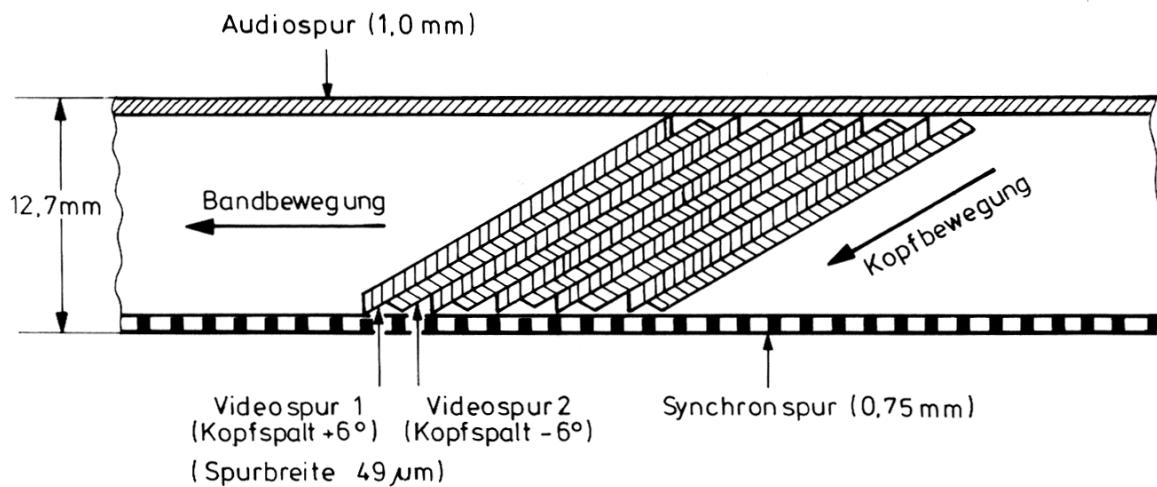


Bild 31 - Spurlagenschaema VHS/SVHS

A.2 Quellenverzeichnis

- 1.) Manz, Friedrich: Videorekorder Technik: Grundlagen, Schaltungstechnik u. Service; 5. Auflage – Würzburg: Vogel, 1991
ISBN 3-8023-0261-X
- 2.) Morgenstern, Bodo: Technik der magnetischen Videosignalaufzeichnung / von B. Morgenstern – Stuttgart, 1985
ISBN 3-519-00108-X
- 3.) Bahr, Heinz: Alles über Video: Anwendung – Systeme – Technik / Heinz Bahr. – Heidelberg: Hüthig, 1991
ISBN 3-7785-1756-2
- 4.) Bahr, Heinz: Alles über Video: Anwendung – Systeme – Technik / Heinz Bahr, 3. Auflage – Heidelberg: Hüthig, 1982
ISBN 3-7785-0817-2
- 5.) Gruber, Bettina: DuMonts Handbuch der Video-Praxis: Technik, Theorie u. Tips / Bettina Gruber; Maria Vedder – Dt. Erstveröff. – Köln: DuMont, 1982
ISBN 3-7701-1381-0
- 6.) Götz-Meyn, Elmar: Grundlagen der Video- und Videoaufzeichnungstechnik / Elmar Götz-Meyn; Walter Neumann. – Heidelberg: Hüthig, 1998
ISBN 3.7785-2640-5