

Analoge Verfahren I

Elektronische Audiovisuelle Medien

Wiedergabe analoger Tonbänder

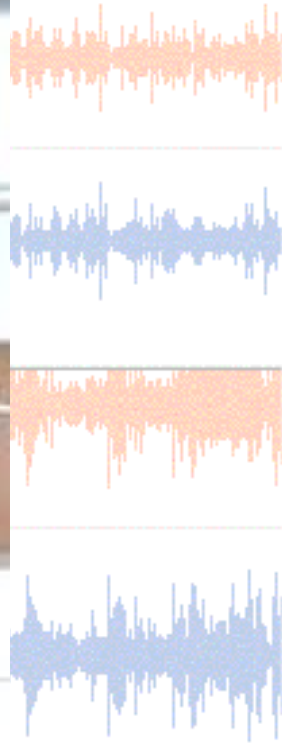
Nadja Wallaszkovits

abk—

Staatliche Akademie
der Bildenden Künste
Stuttgart

Wiedergabe analoger Audio-Magnetbänder

Der erste Schritt zum
Digitalarchiv



Einleitung

Analog-Digital Transfer

- Zeitaufwändig (Zeitfaktor 1,5 – 3 oder mehr...)
- Teuer
- Geschultes Personal notwendig
- Artefakte des Übertragungsvorganges werden bei allen zukünftigen digitalen Kopien mit übernommen

❓ Bestmöglicher A/D Transfer!

Voraussetzungen für einen optimalen Transfer:

- Wahl des Trägers
- Vorbereitung des Bandes zum Abspielen
- Wahl der Wiedergabegeräte und der Wiedergabeparameter
- Wartung und Justage der Wiedergabegeräte

Wahl des Trägers:

- Originalband!
- Wenn das Original nicht verfügbar ist ☐ besterhaltene Kopie verwenden!
- Bei massenvervielfältigten Tonträgern ☐ Masterband!
- Kooperation zwischen Archiven herstellen

Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

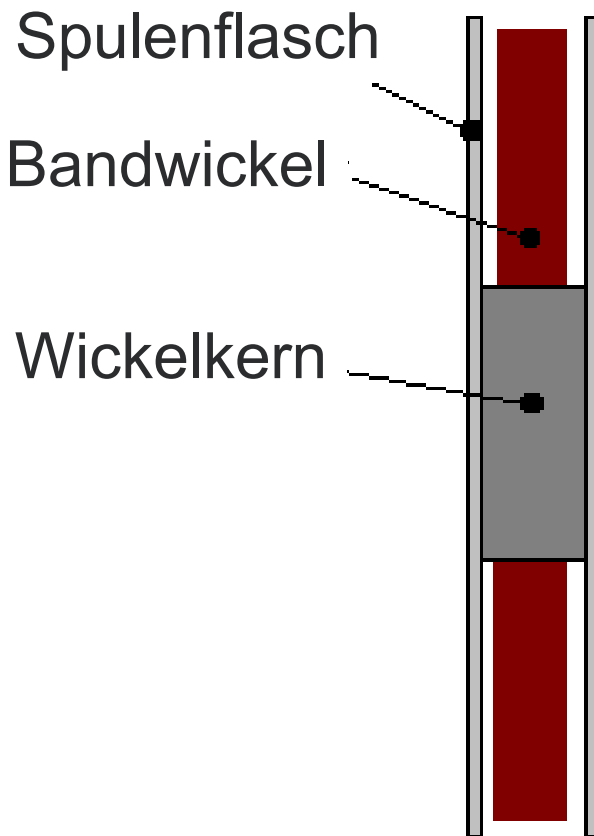
- Erhaltungszustand des Bandes überprüfen
 - Physische und mechanische Schäden
 - Wickelprobleme:

stufiger Wickel

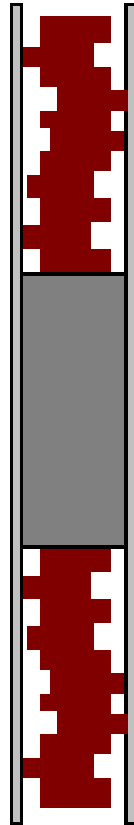
Spannungen

Fensterbildung

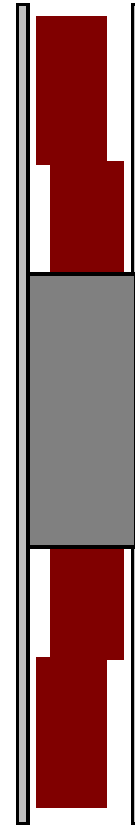
...



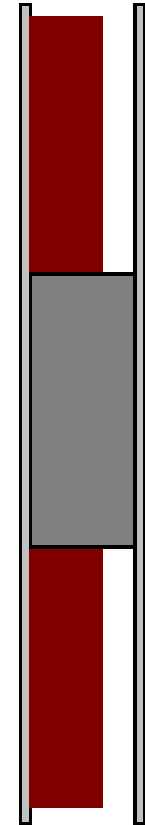
Perfekter Wickel



Rauer Wickel

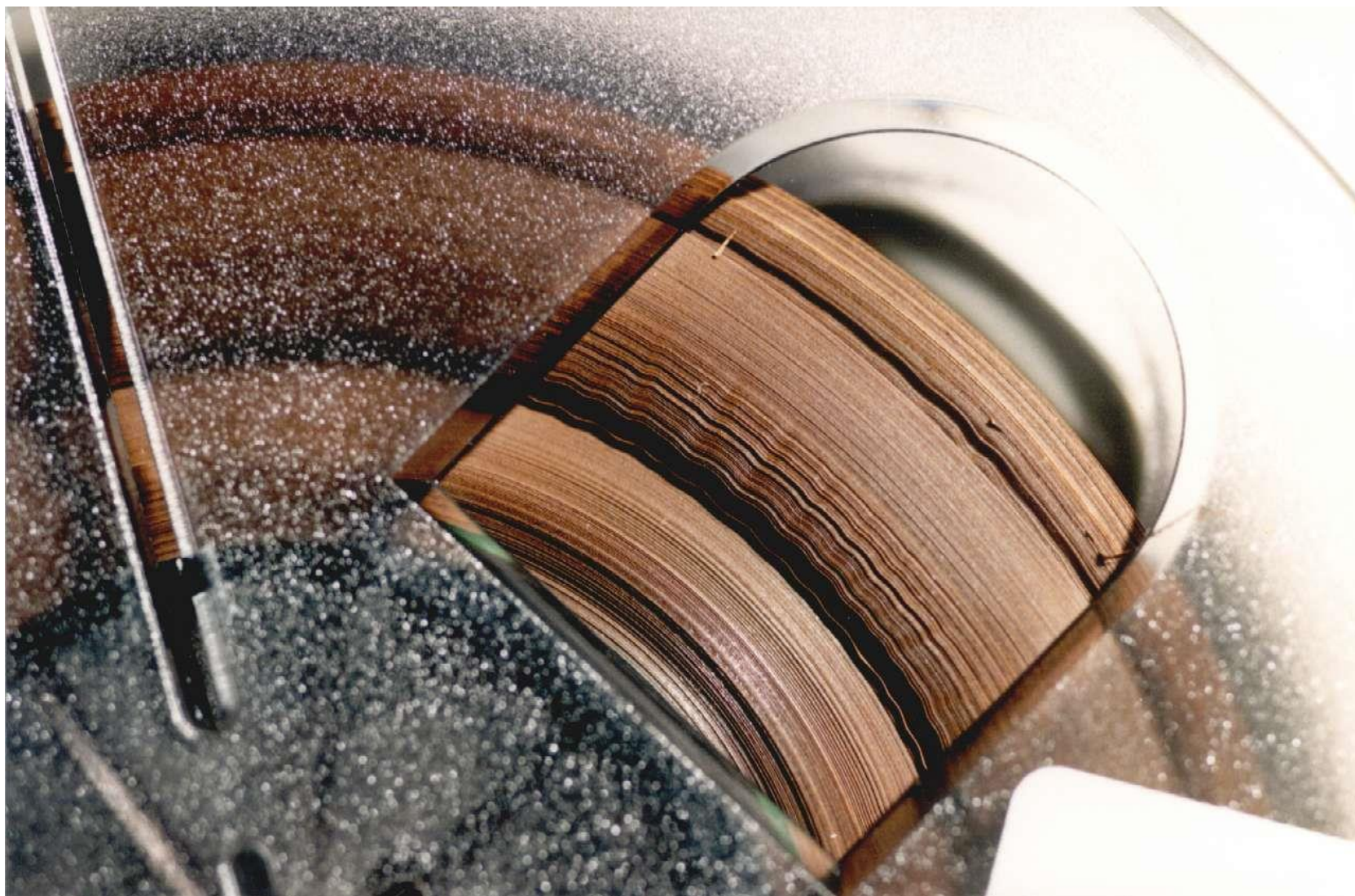


Stufiger Wickel



Wickel zu hoch/ tief

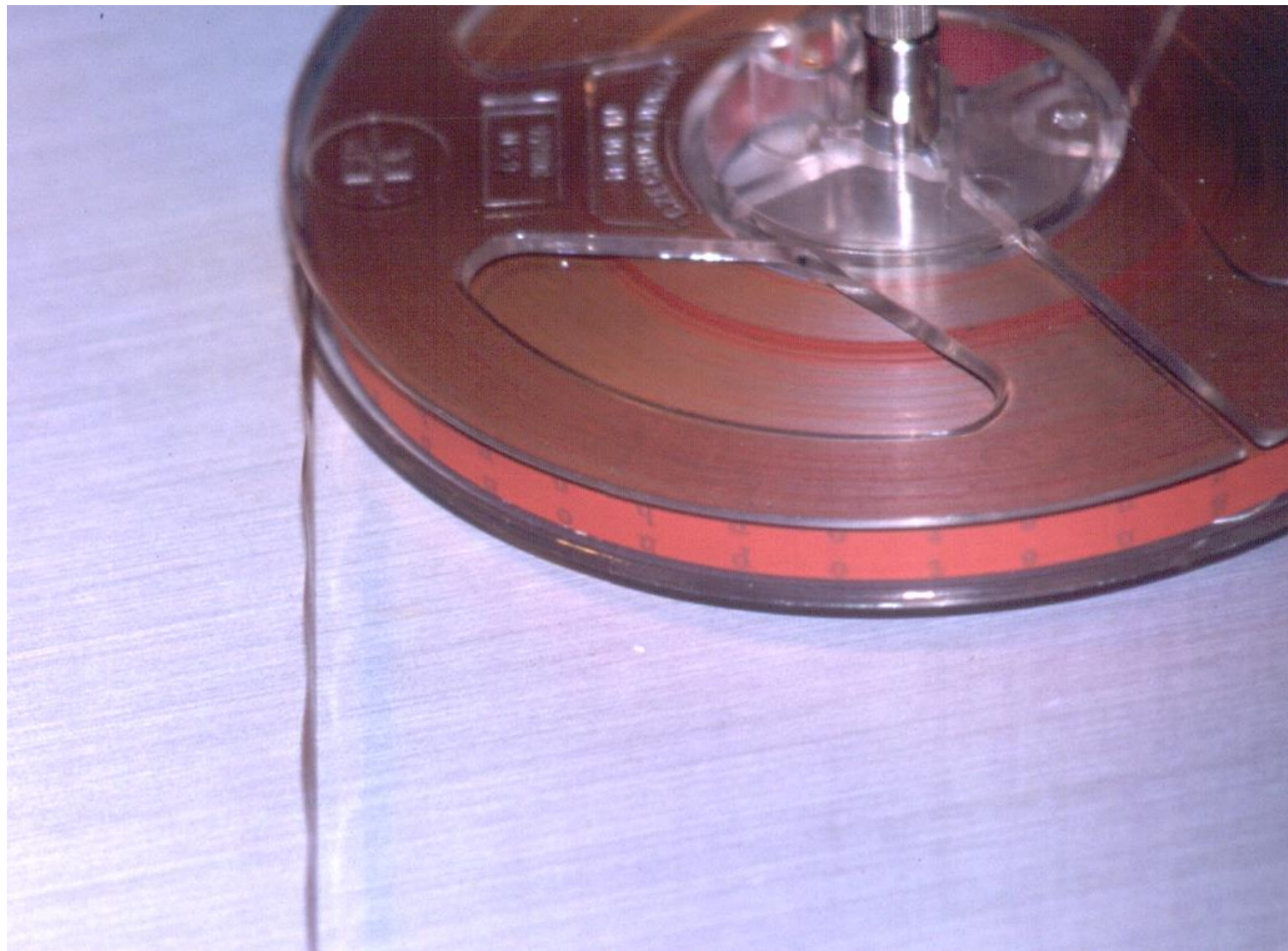


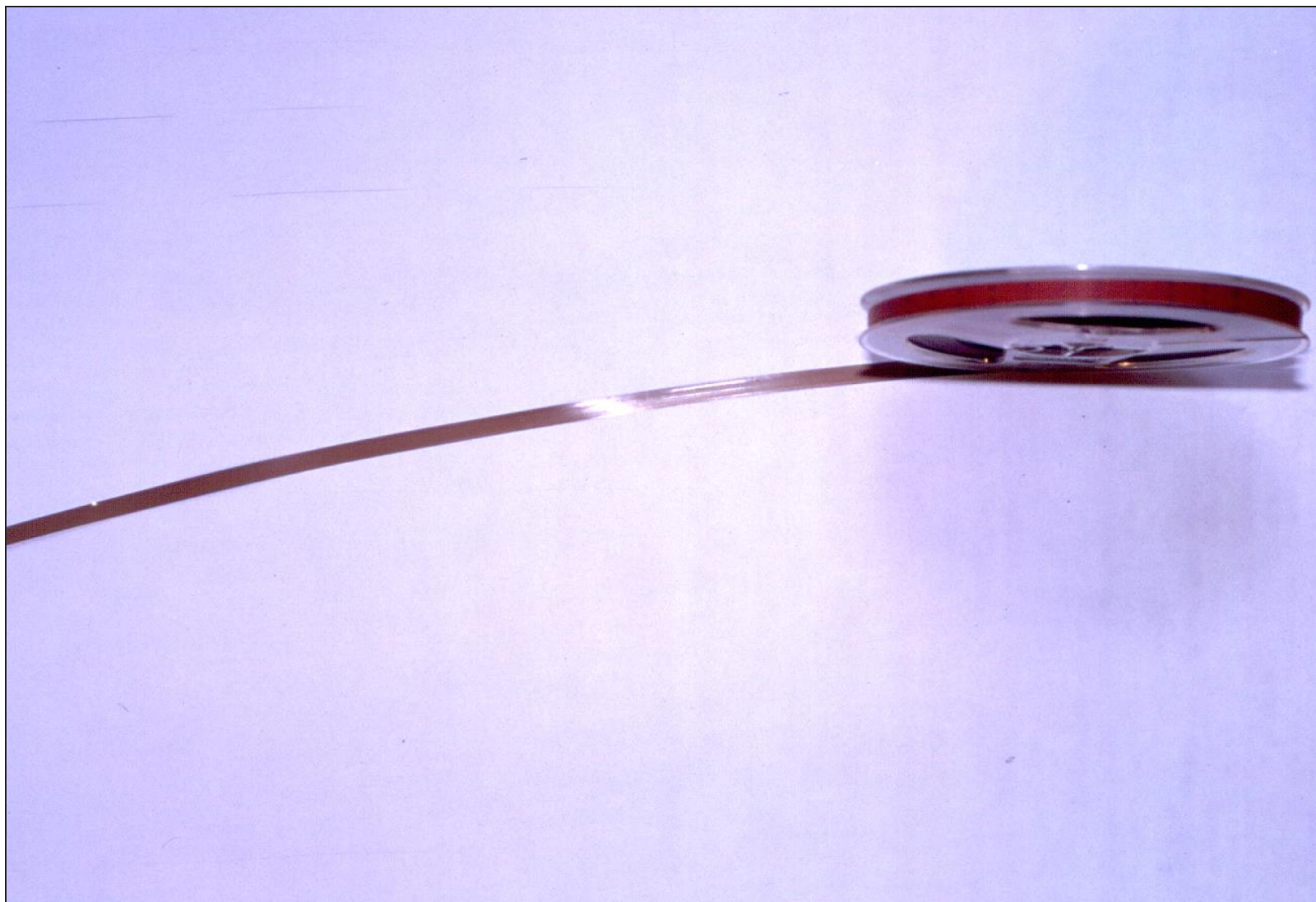












Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

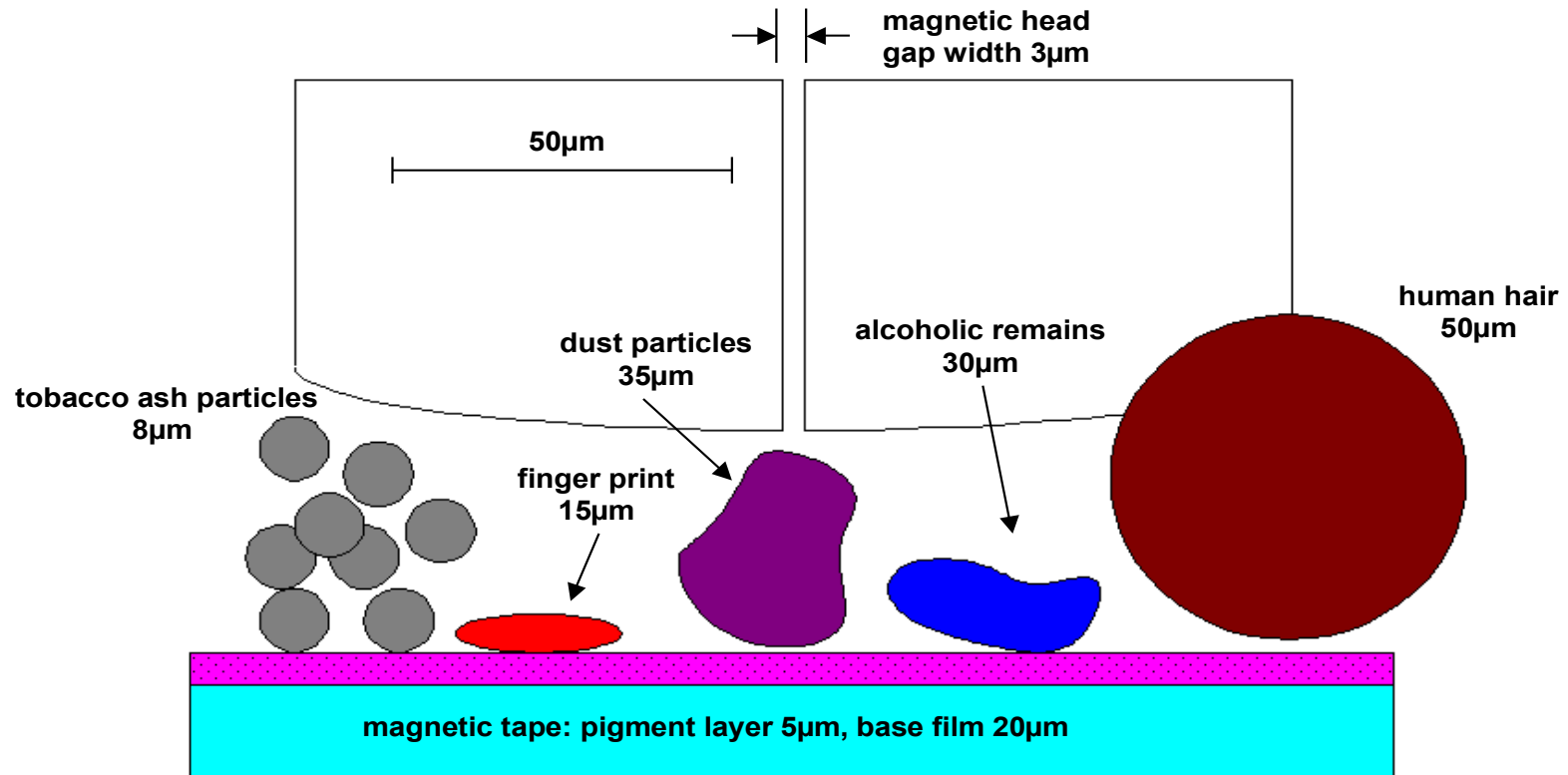
- Erhaltungszustand des Bandes überprüfen
 - Chemische Schäden:
Instabilität von Cellulose-Azetat Bändern
Brüchigkeit
Versprödung
Verwellungen
Risse (Quer- oder Längsrichtung)

Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

- Erhaltungszustand des Bandes überprüfen
 - Chemische Schäden:
Polyester-Polyurethan
Instabilität des Pigmentbindemittels - Hydrolyse
Bänder schmieren ab
im Extremfall Schichtverlust

Bandreinigung

Abstandsdämpfung: schon kleine Oberflächenverschmutzungen führen zum Verlust
Kurzwelliger = hochfrequenter Information



Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

- Reinigen des Bandes
 - Staub entfernen
 - Vakuumreinigung / komprimierte Luft
 - Vorsichtige mechanische Reinigung
 - Destilliertes Wasser bzw. chemische Lösungen – nur wenn es die Trägerzusammensetzung erlaubt!

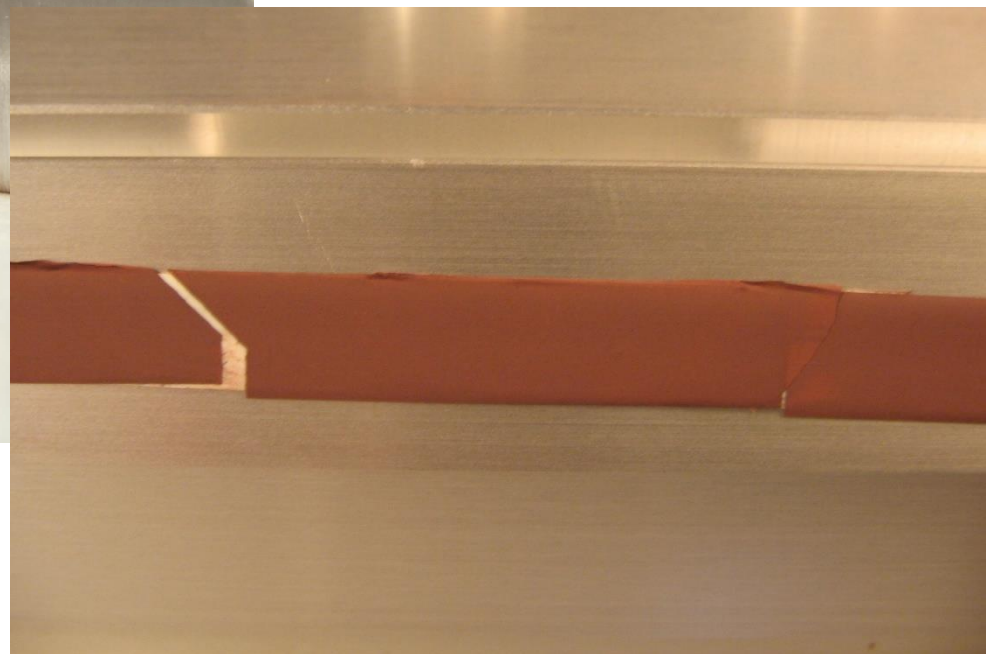
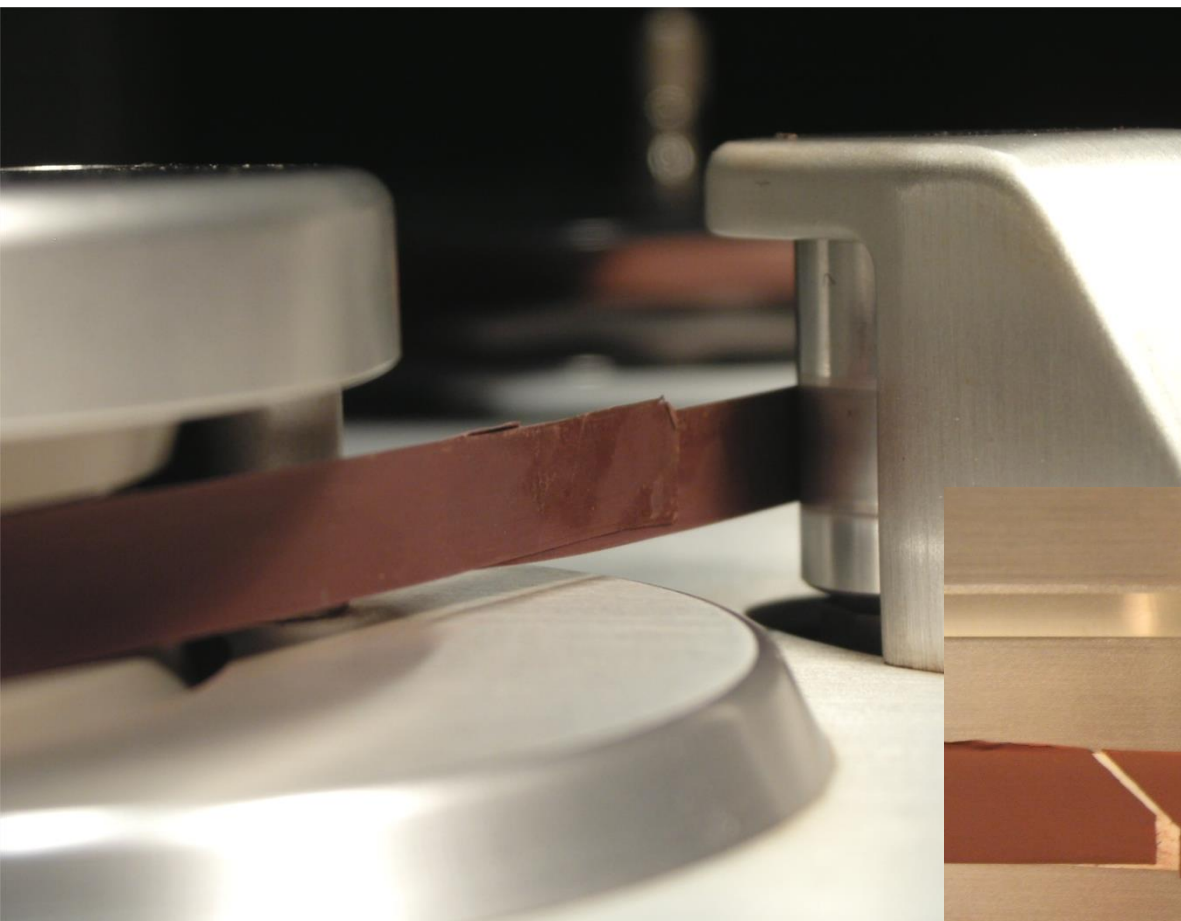
Bandreinigung:



Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

Restaurierung des Trägers

- Kaputte/ beschädigte Spulen ersetzen
- Vorspann anschneiden (wenn notwendig)
- Klebestellen reparieren
- Vorsicht bei Nassklebestellen!

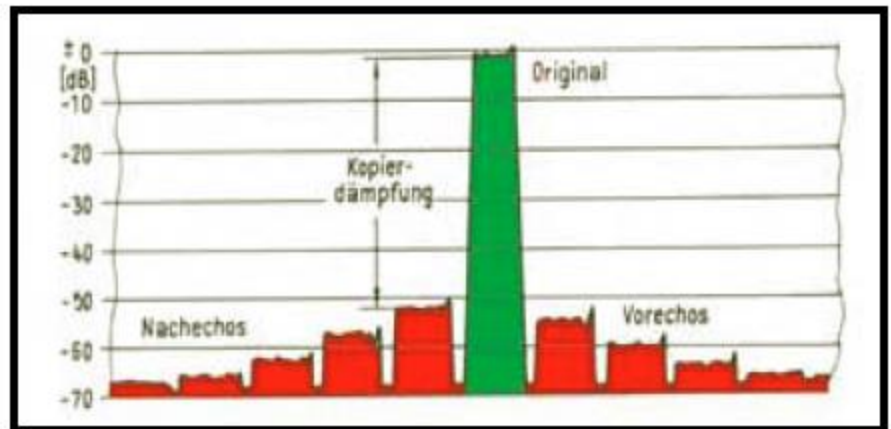
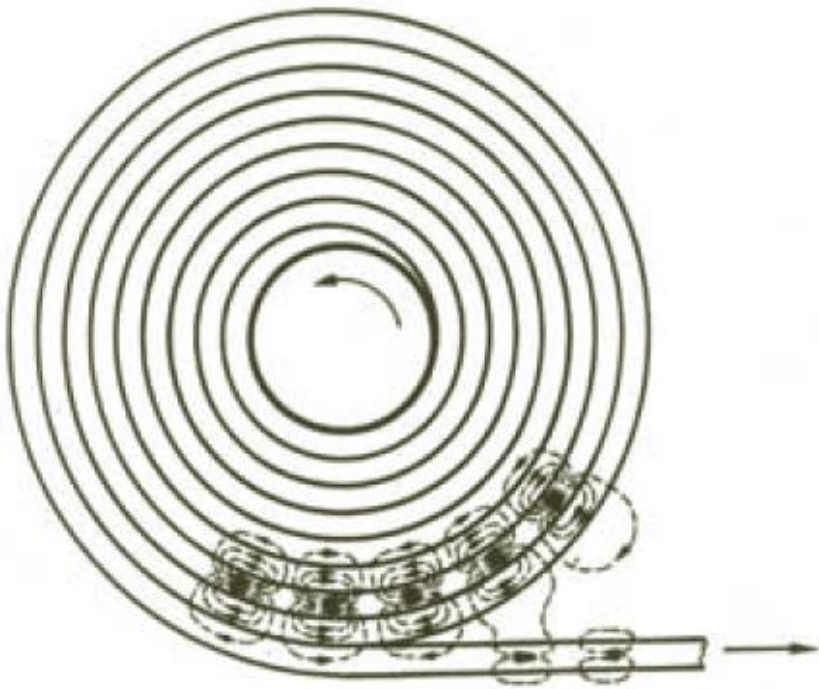






Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

- Umspulen des Bandes zur Verringerung des Kopiereffektes



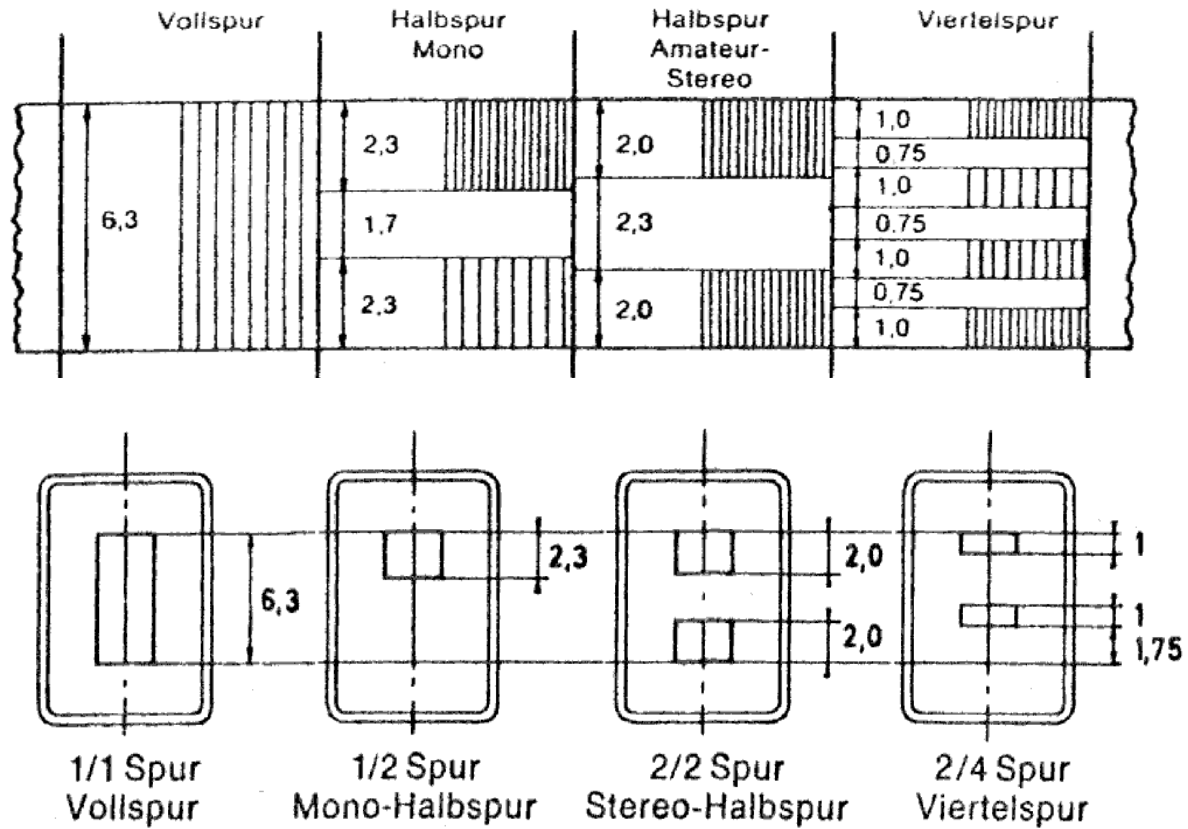
Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

- Professionelles, modernes Equipment!

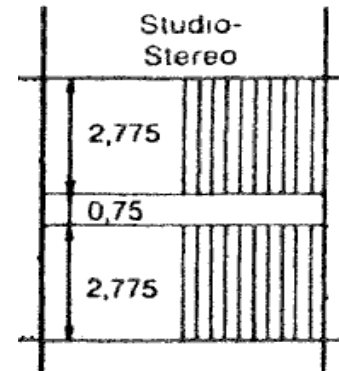
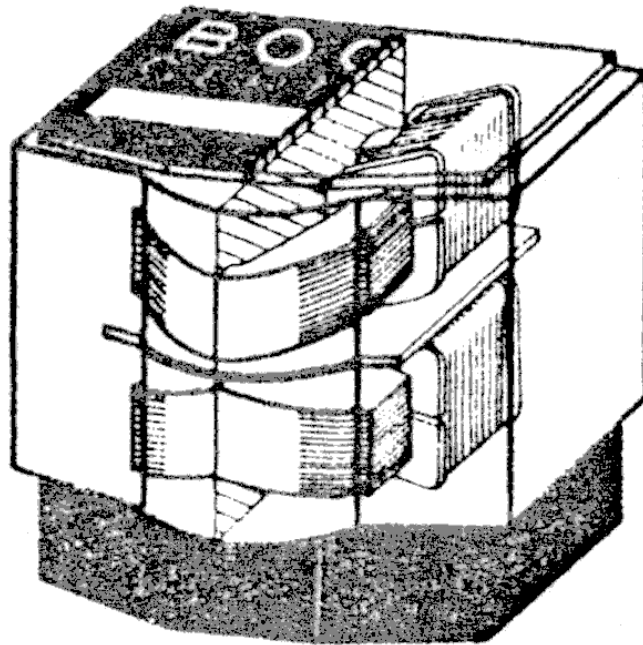
Moderne Geräte der letzten Generation ergeben die geringsten Wiedergabe-Verzerrungen und erhalten so weitestgehend die auf dem Träger festgehaltene Signalqualität!

- Vollständig angepasst an die Parameter der (historischen) Formate
- Kompatibilität bezüglich
 - Spulengröße
 - Geschwindigkeit
 - Spurformat

Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

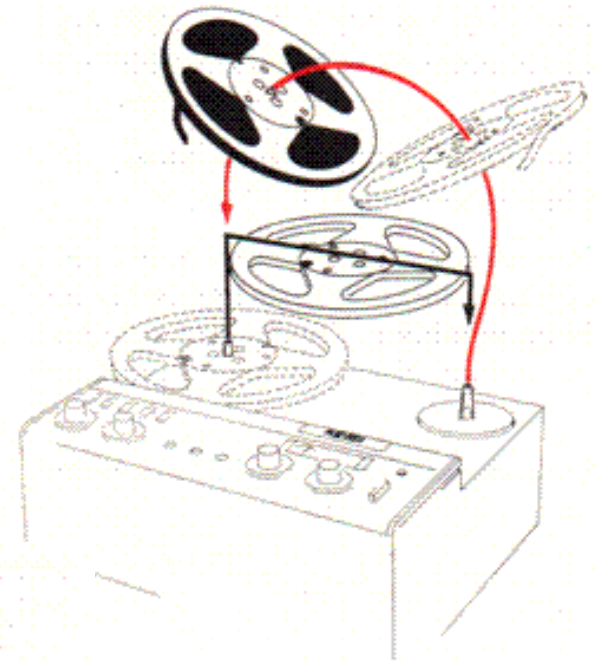
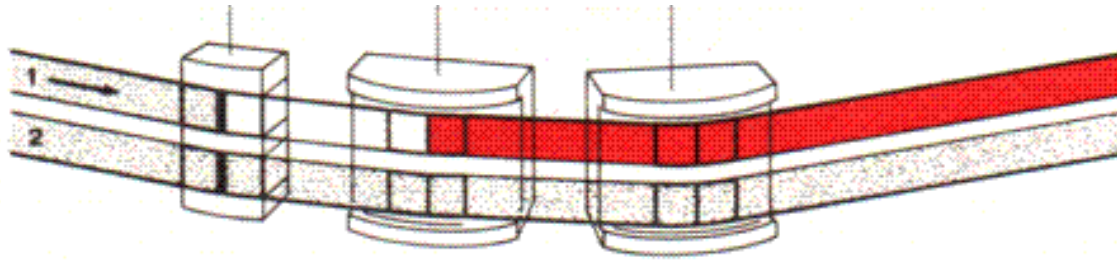


Schmetterlingskopf

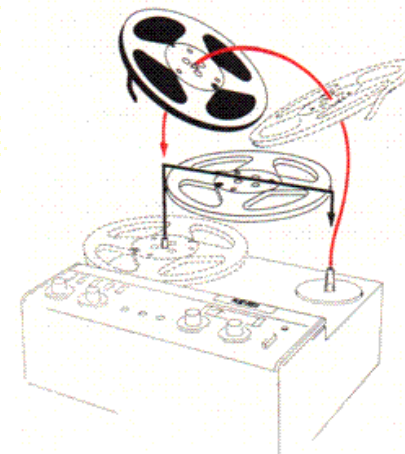
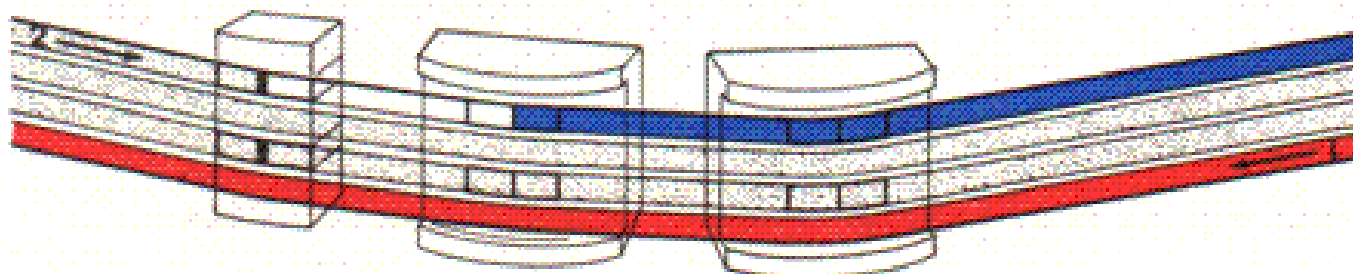
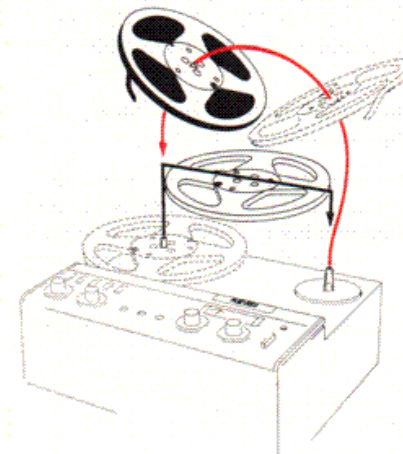
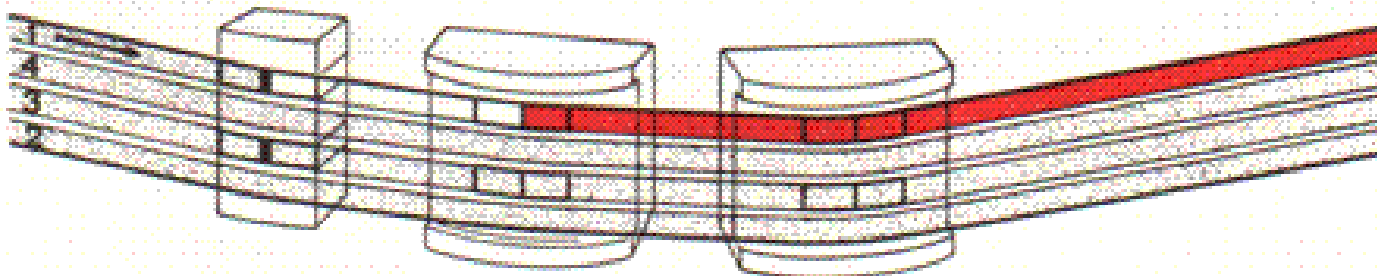




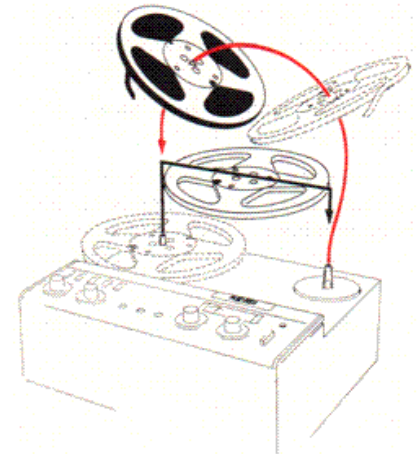
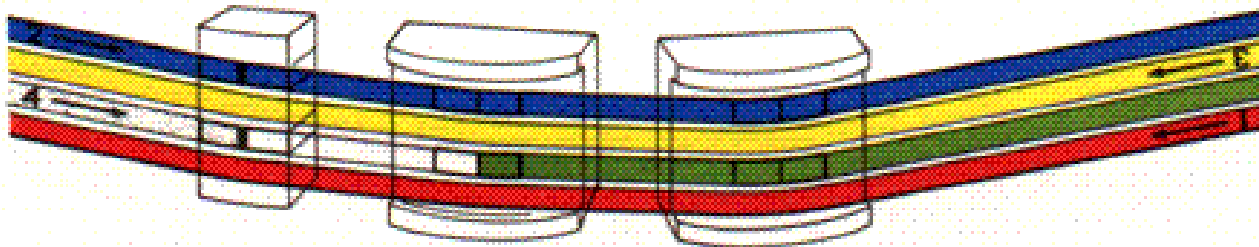
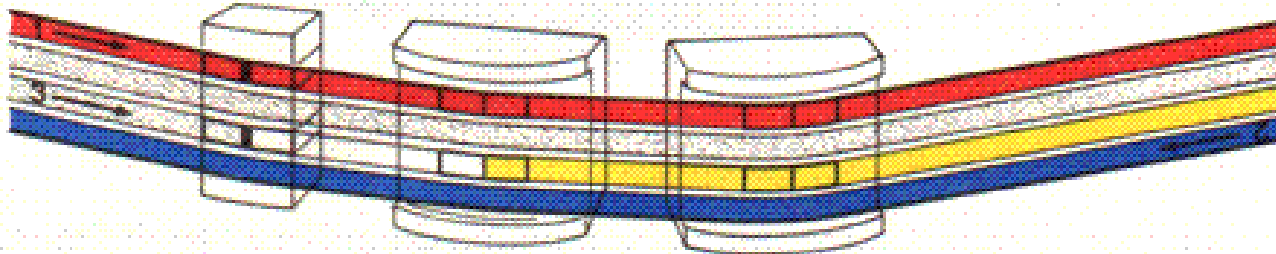
Mono halftrack:



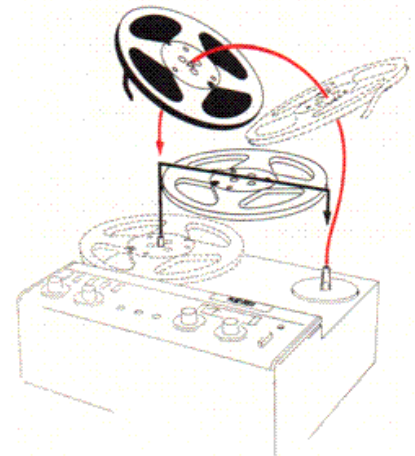
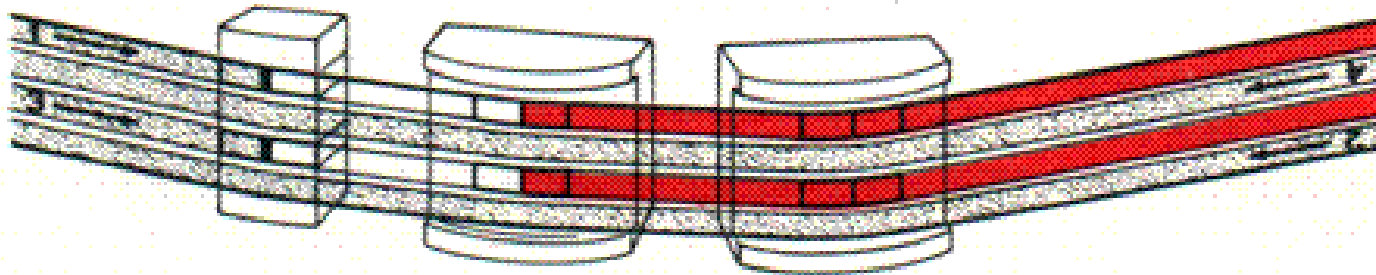
Mono quarter track: channel 1 & 2



Mono quarter track: channel 3 & 4

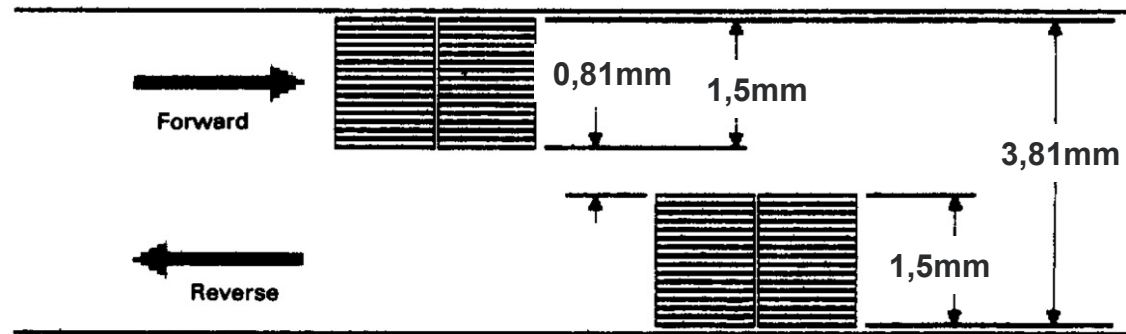


Stereo quarter track:

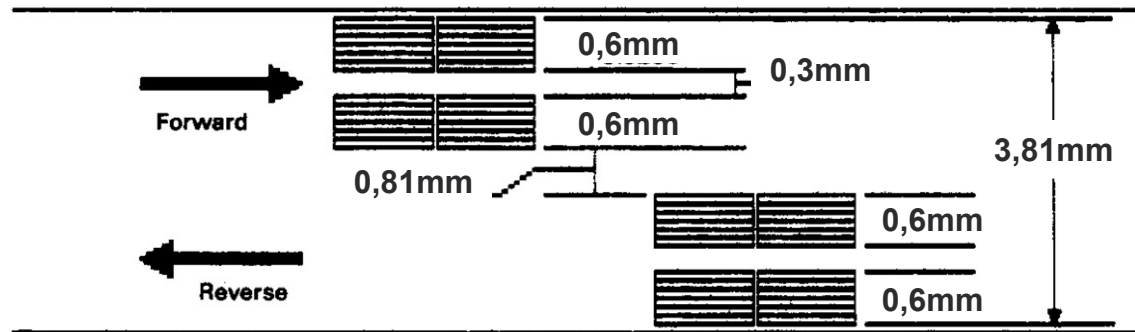


Spurformate Audio Kassetten:

Mono



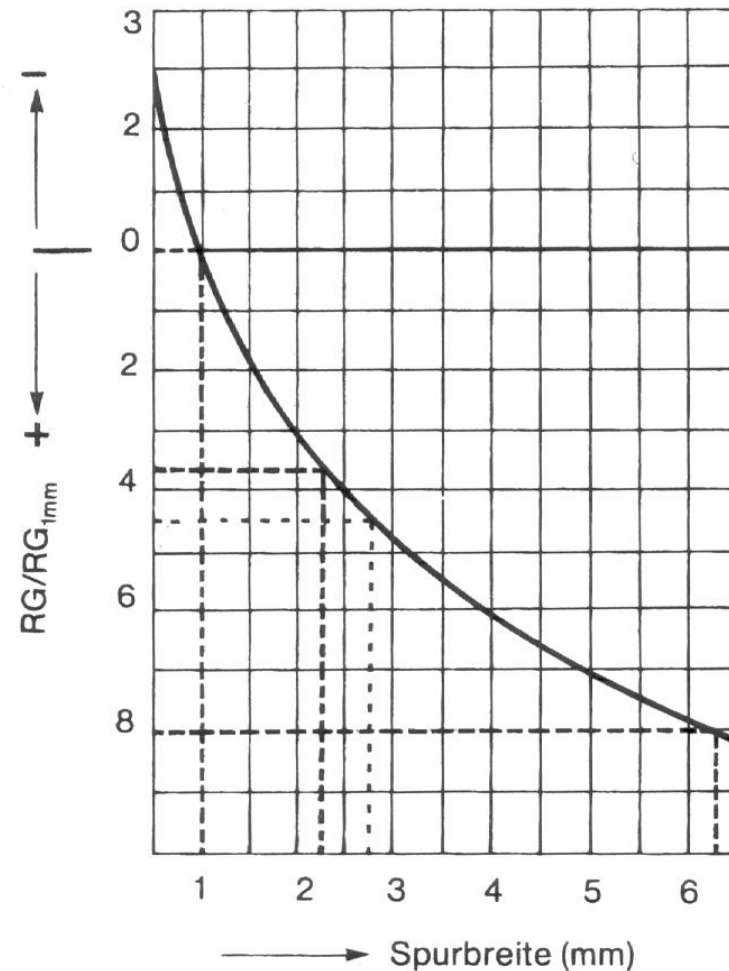
Stereo

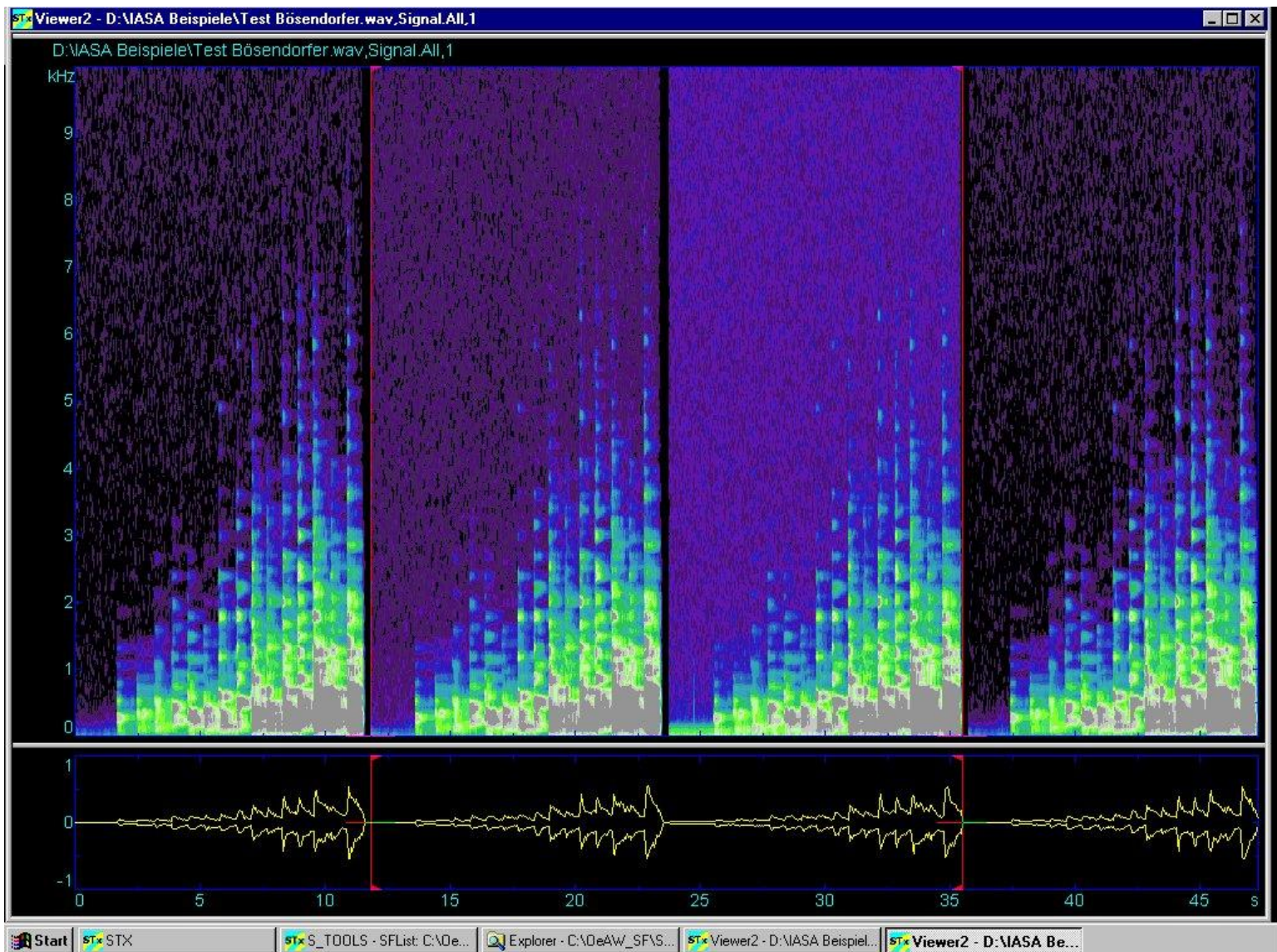


Anhängigkeit des Signal/Rauschabstand von der Spurbreite

Zwischen Vollspur = 6.3 mm und
Viertelspur = 1 mm beträgt der
S/R Abstands-Unterschied über 8 dB!

**Änderung von RG mit der
Spurbreite**

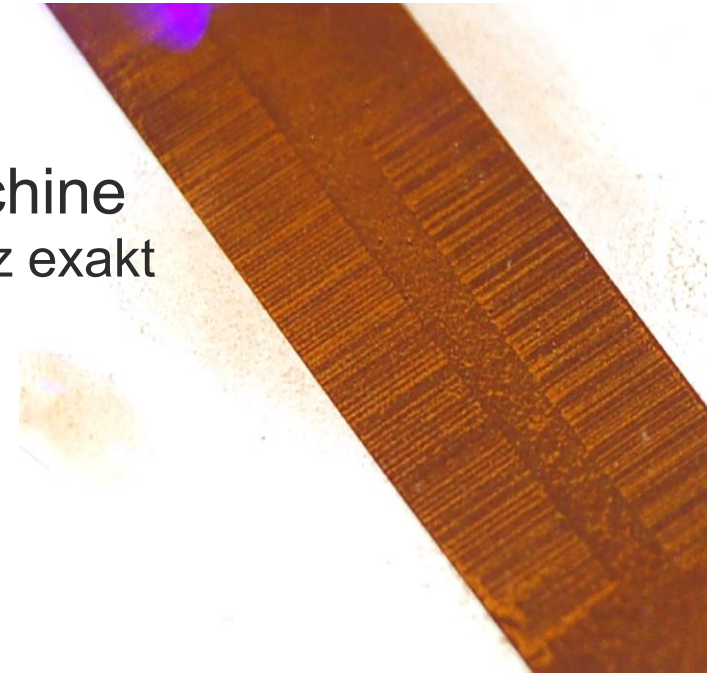




Vorbereitung des Bandes zum Abspielen:

Erkennen der Spurlage durch

- Sichtbarmachen der Magnetaufzeichnung
 - Vorteil: genaue Definition möglich
- Abhören des Bandes auf Stereomaschine
 - Nachteil: Spurlage kann nicht immer ganz exakt festgestellt werden



Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

- Kompensation beabsichtigter Signalveränderungen
 - Rauschunterdrückungssysteme (Dolby)
 - Entzerrung

Rauschunterdrückungssysteme (Auswahl)

Professionelle Anwendung:

- Dolby A
- Dolby SR
- Telcom C4

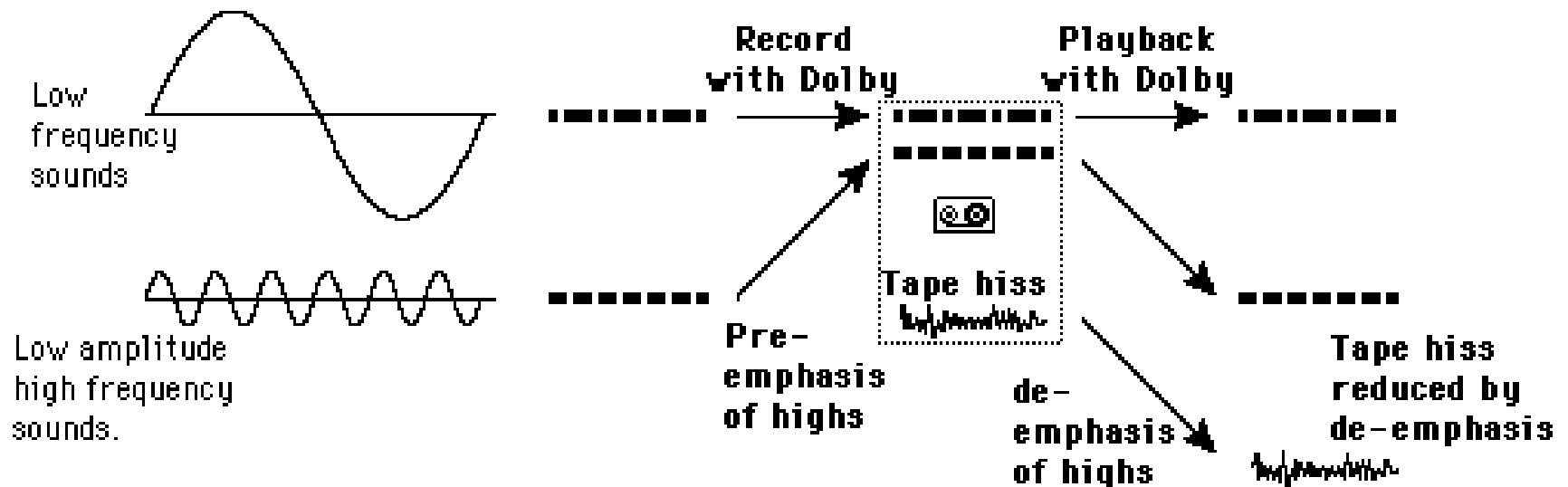
Consumer Anwendung:

- Dolby B, C, S

Professionell und Consumerbereich:

- Dolby HX Pro
- dbx

Dolby Rauschunterdrückungssysteme



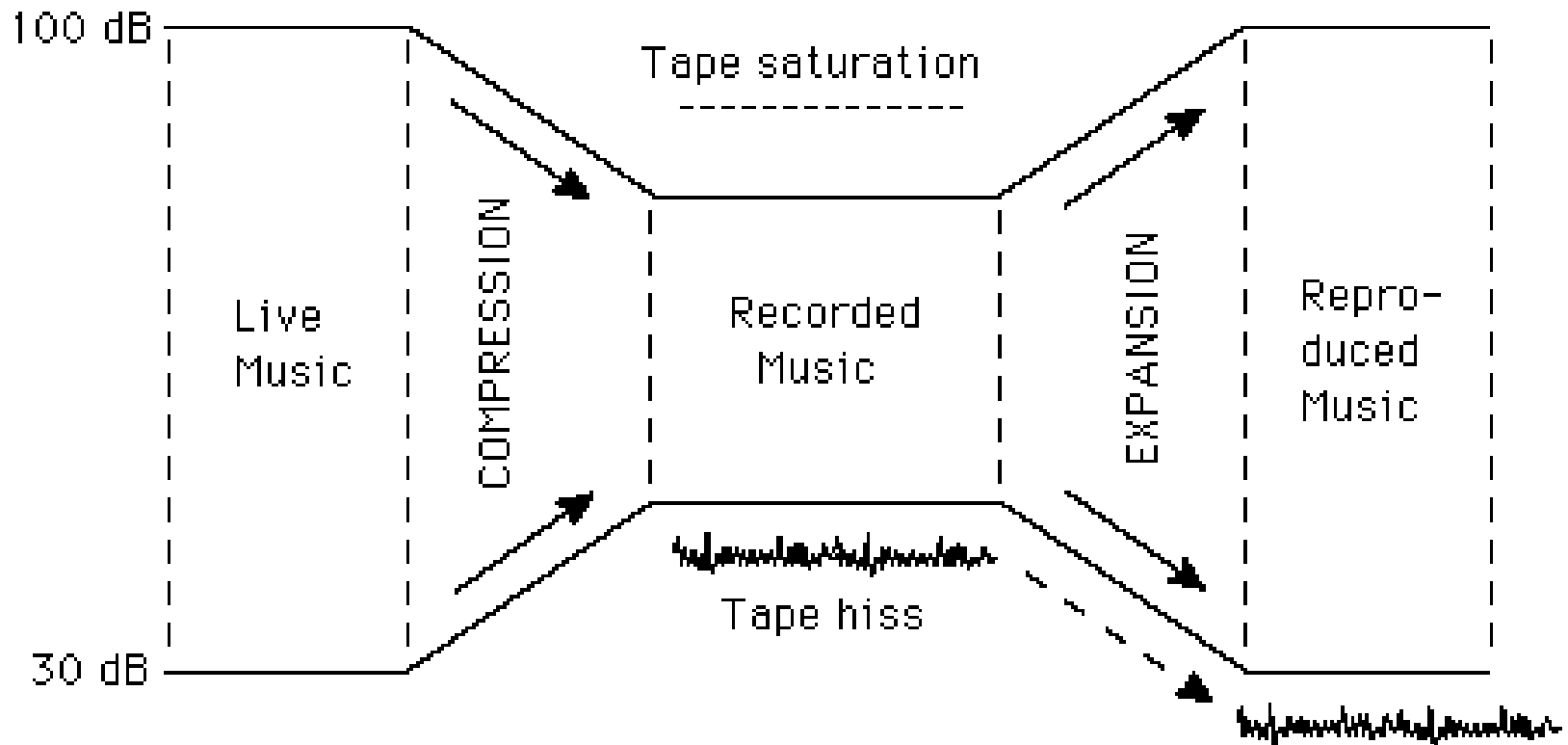
Dolby Aufnahme und Wiedergabe

Aufnahme	Wiedergabe	Ergebnis
Ohne Dolby	Ohne Dolby	Normale (gute) Bandwiedergabe, mit Bandrauschen
Mit Dolby	Ohne Dolby	Hohe Frequenzen zu stark betont, zischend, zu hell
Ohne Dolby	Mit Dolby	Dumpfer, mulmiger Klang, überhöhter Bass, "Pumpen"
Mit Dolby	Mit Dolby	Optimaler rauscharmer Klang, aber erfordert genaue Pegelanpassung mit dem Ausgangspegel des Kassettendecks, ansonsten schlechte Kompatibilität bei Dolby B und C, (zu dumpf, "Pumpen")

Dolby HX Pro

- Automatische Reduktion des Bias Signales bei Vorhandensein hoher Frequenzen im Aufnahmesignal
- Bias Level wird optimiert und dem jeweiligen Höhenanteil des Signales angepasst
- Aufnahmeseitige Optimierung
- Keine Wiedergabejustierung notwendig bei HX Pro!

dbx Noise Reduction



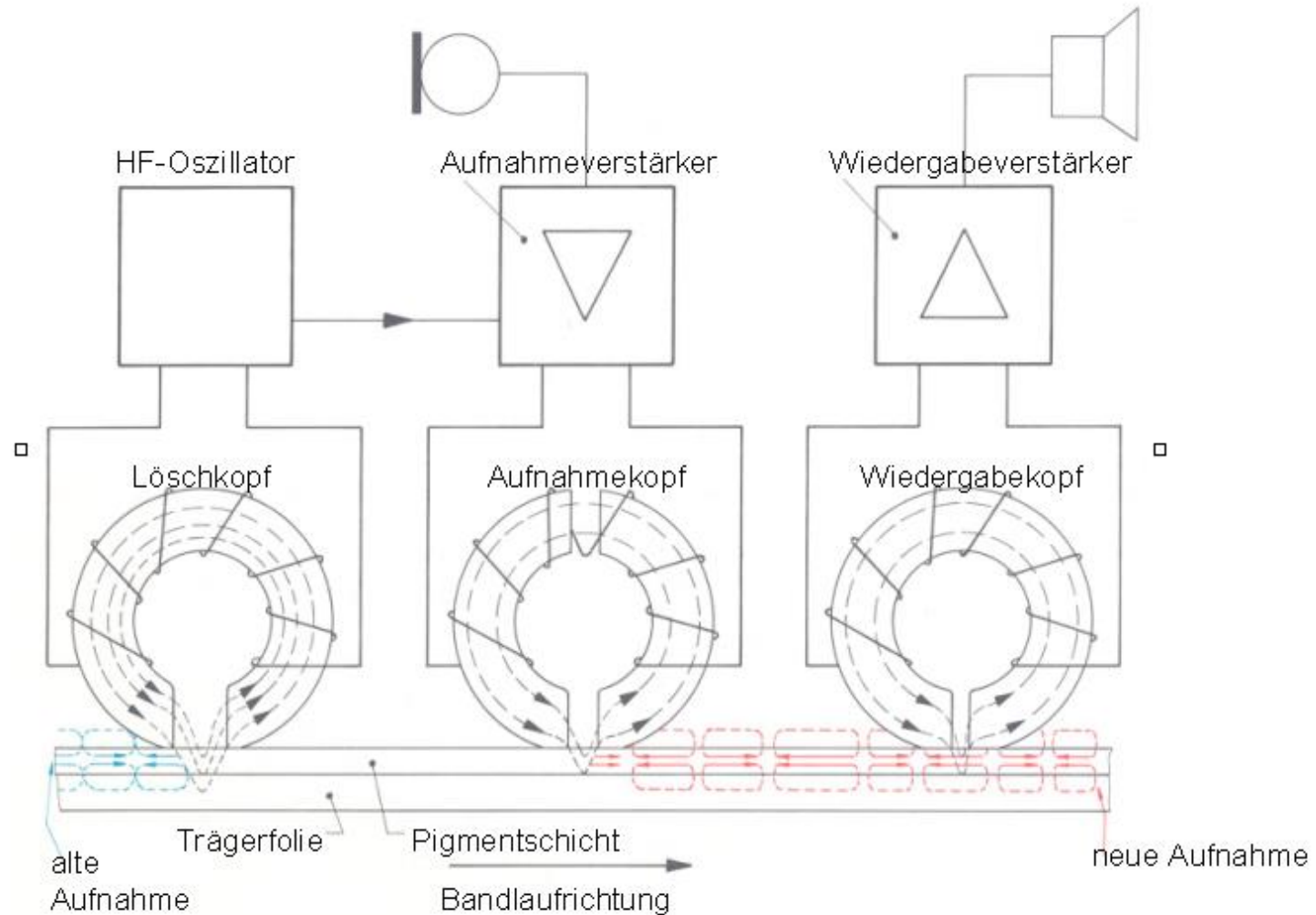
Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

- Kompensation beabsichtigter Signalveränderungen
 - Entzerrung

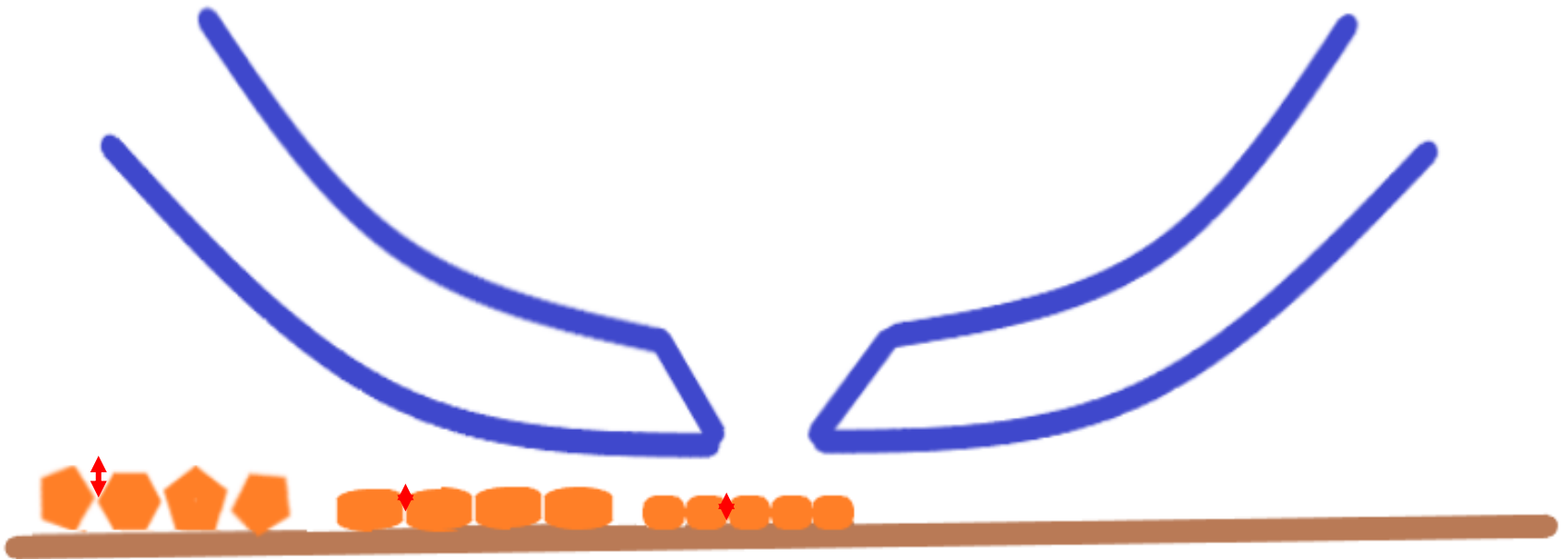
Dämpfende Einflüsse

- Bandflußdämpfung
 - Schichtdickendämpfung
 - Abstandsdämpfung
- Spaltdämpfung
- Selbstentmagnetisierungsverluste
- Eisenverluste

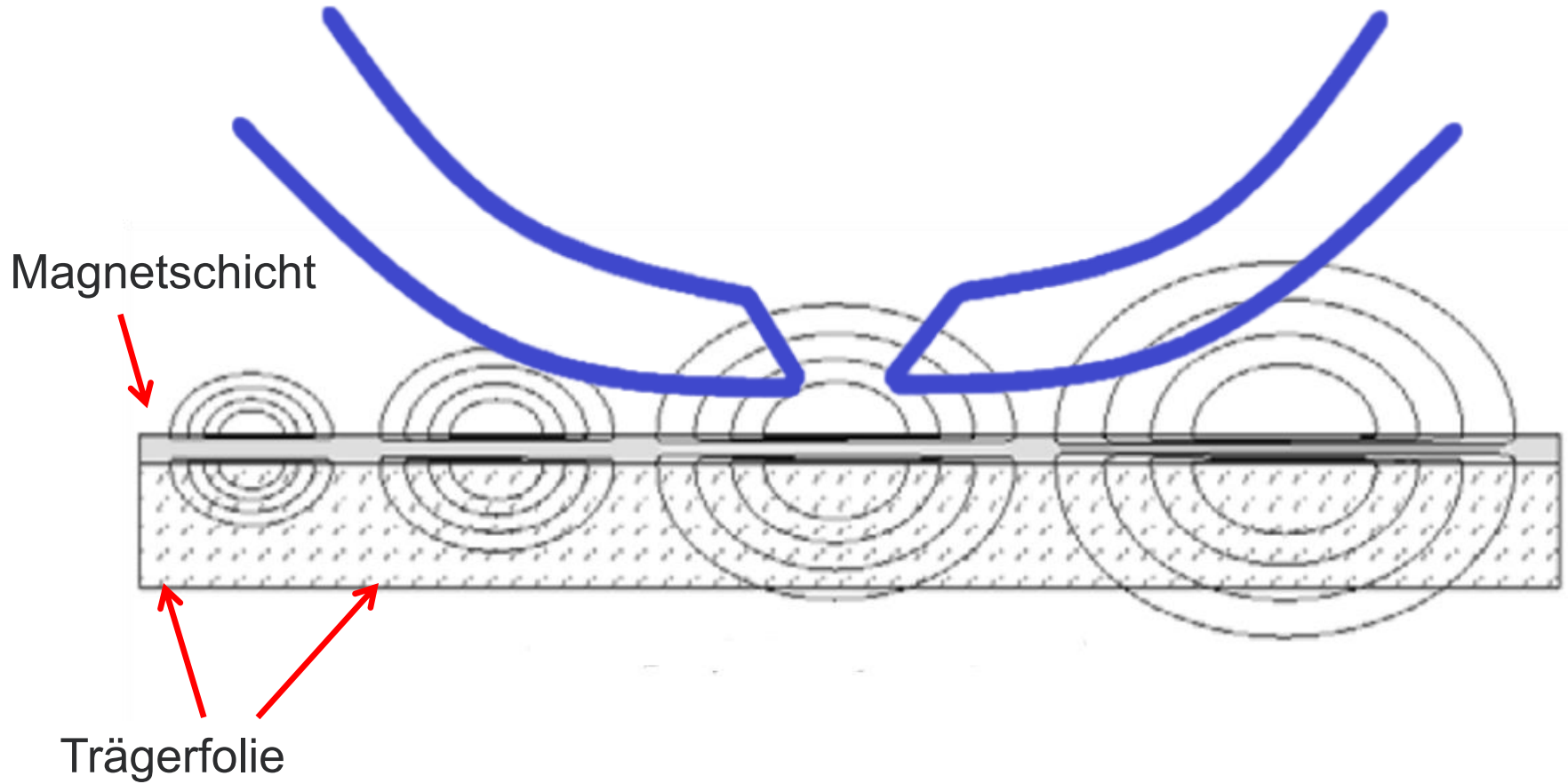
Magnetaufzeichnung – Funktionsweise Audio



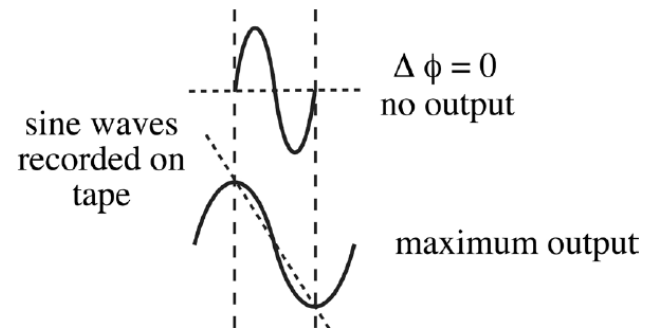
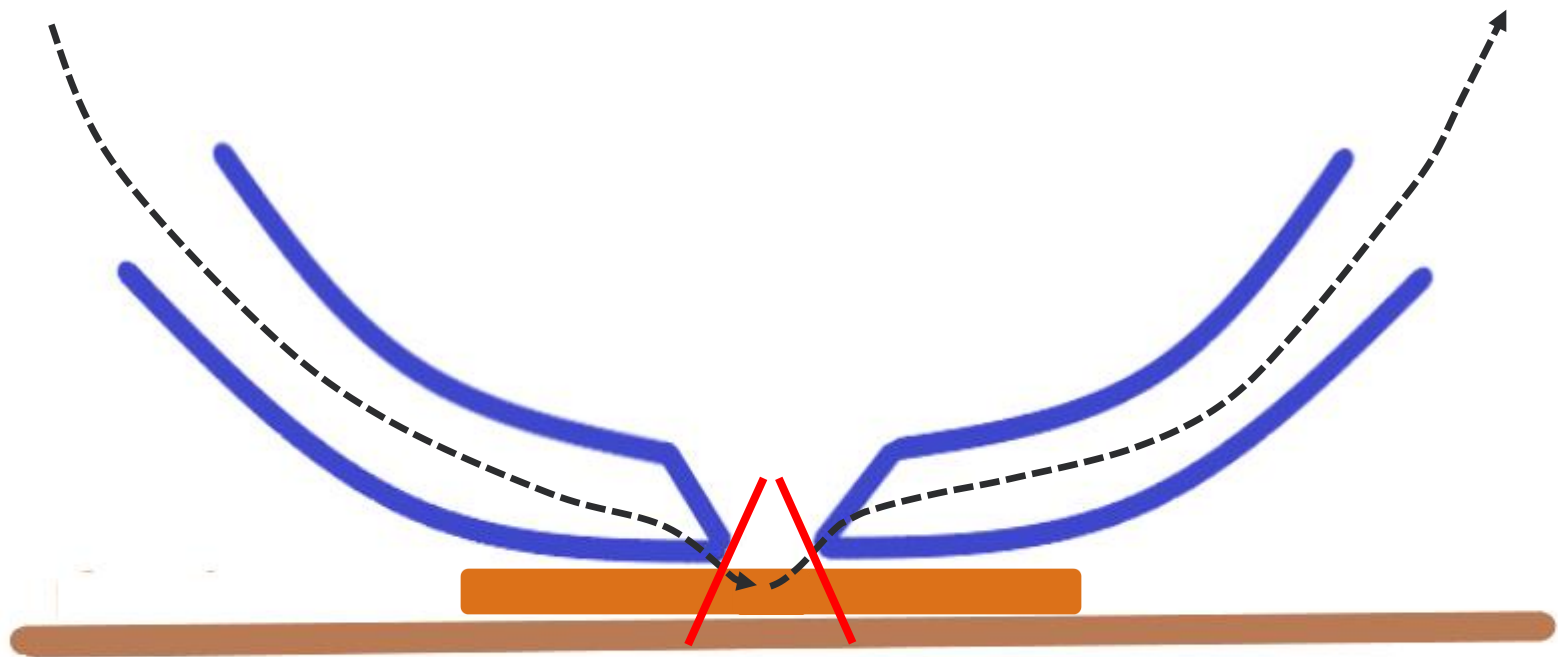
Abstandsämpfung



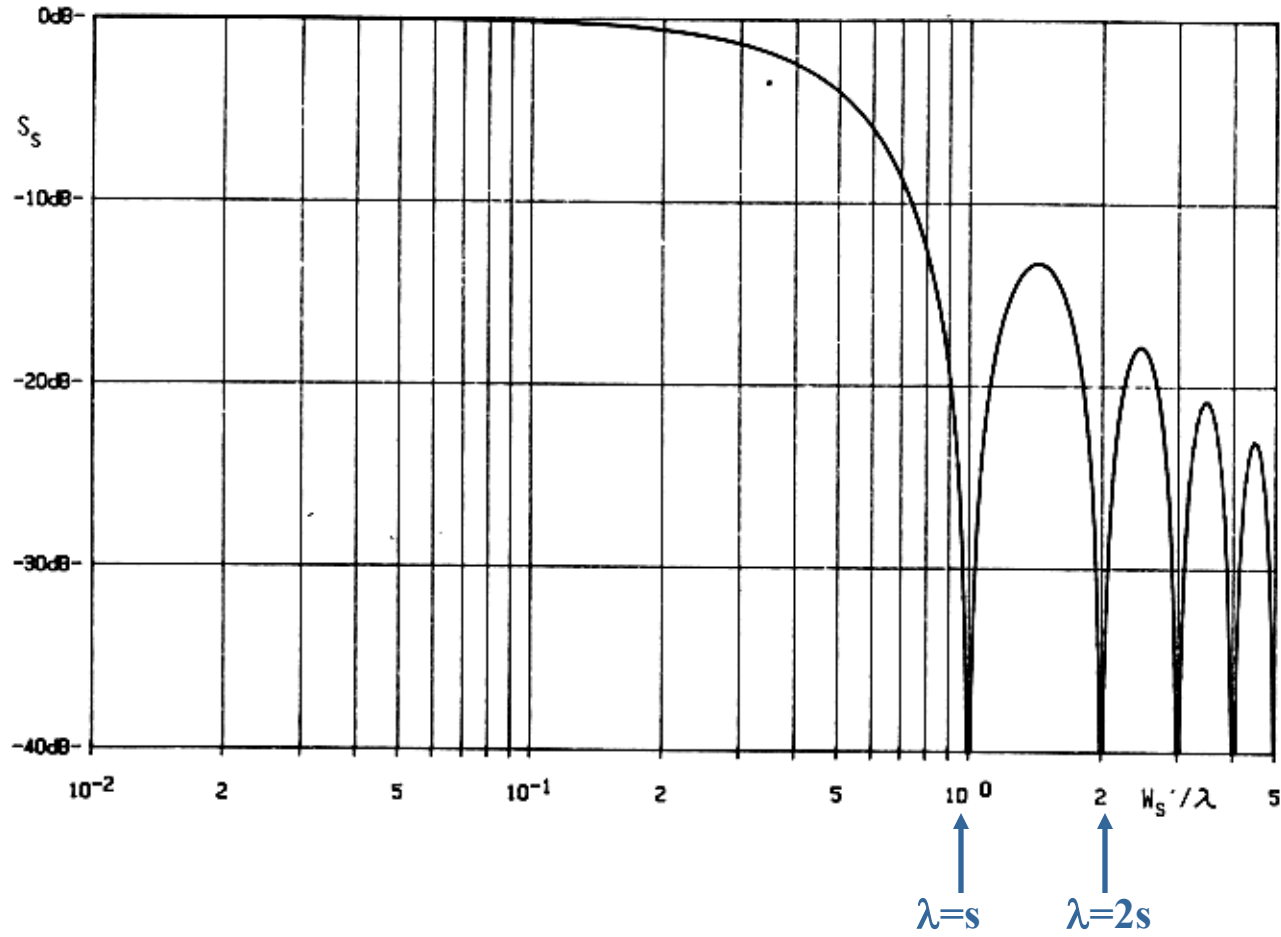
Dämpfende Faktoren der Magnetschicht (in Abhängigkeit von der Wellenlänge)



Spaltverluste

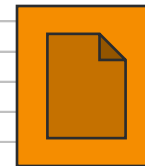


Spaltdämpfungsfunktion



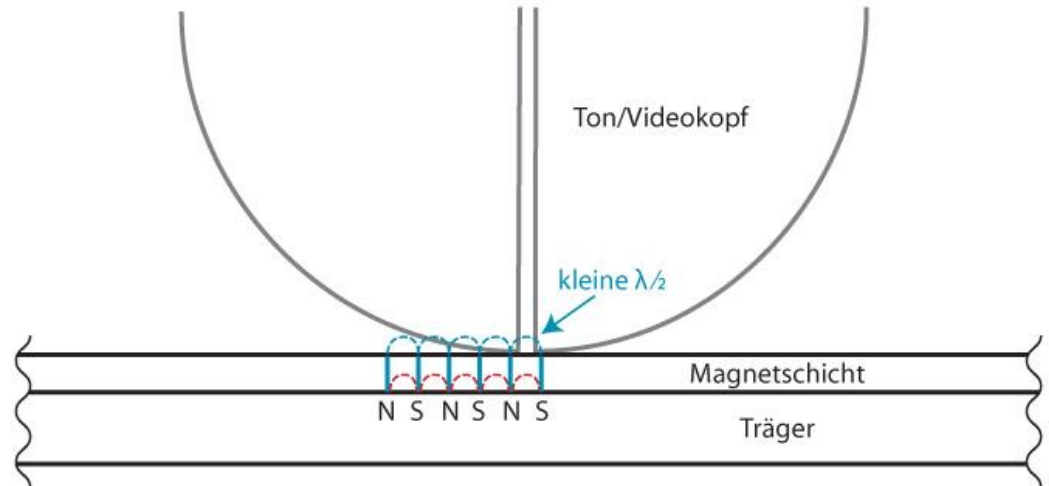
$2\lambda = s$

Bandgeschwindigkeit	geometrische Spaltbreite	
2,38 cm/s	0,00238	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite cm	0,00000238	
Spaltbreite microns	23,80	
4,75 cm/s	0,00475	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite in cm	0,00000475	
Spaltbreite in m	47,50	
9,5 cm/s	0,0095	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite in cm	0,0000095	
Spaltbreite in m	95,00	
19 cm/s	0,019	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite in cm	0,000019	
Spaltbreite in m	190,00	
38 cm/s	0,038	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite in cm	0,000038	
Spaltbreite in m	380,00	
76 cm/s	0,076	
Frequenz in Hz	1000	
Spaltbreite in cm	0,000076	
Spaltbreite in m	760,00	

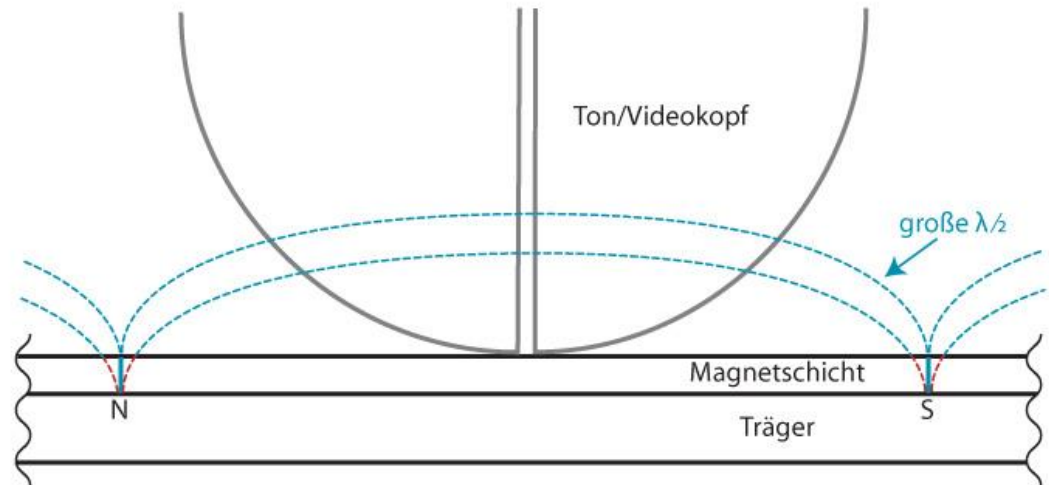


Schichtdickendämpfung bei kurzen und langen Wellenlängen

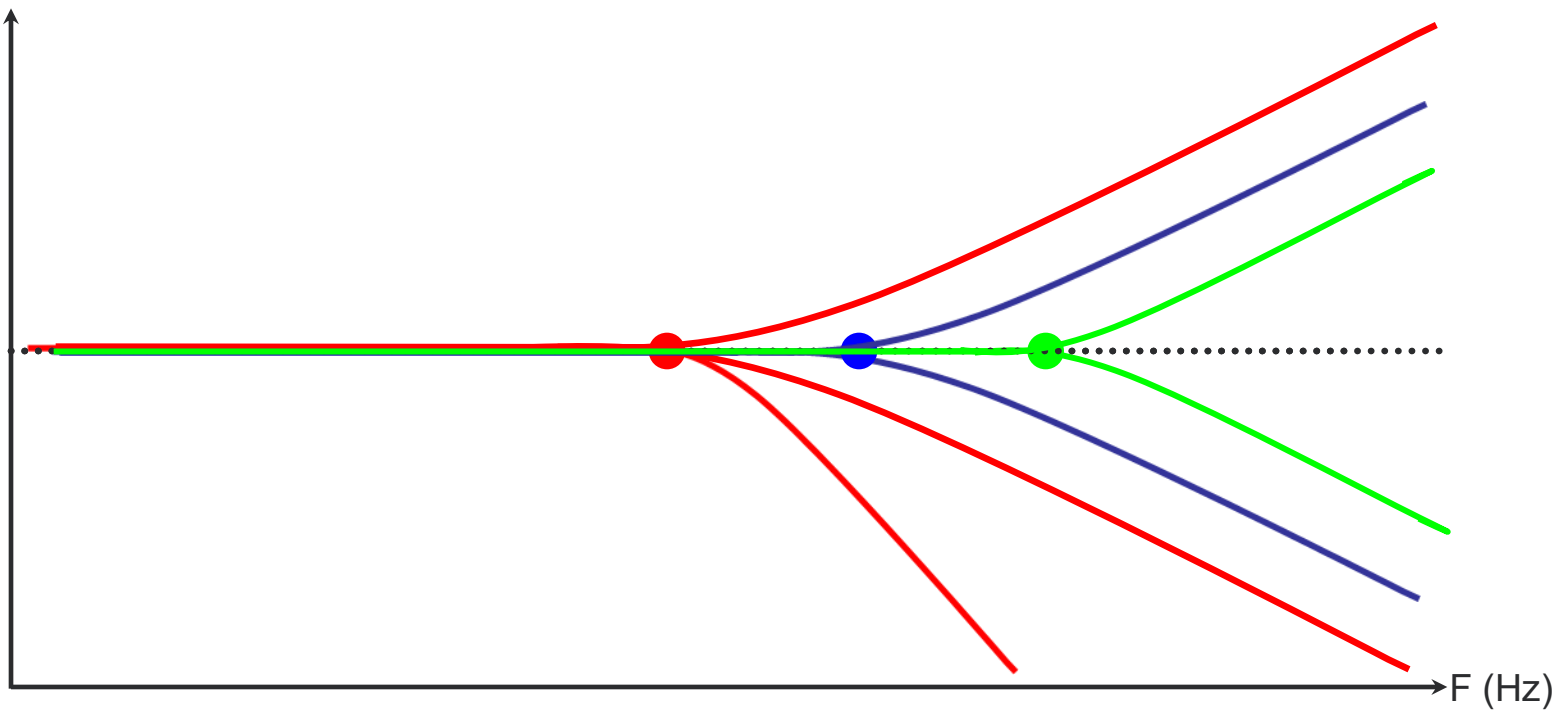
Kleine λ : Ein Großteil der in der Tiefe der Schicht gespeicherten Information erreicht nicht die Oberfläche und geht somit verloren



Große λ : Der Anteil der verlorenen Information ist relativ gering



A (dB)



Tape Speed	Standards Organisation	Year of Publication	Time Constants	
30 ips, 76 cm/s	IEC2 AES	(1981) current standard	∞	17.5 μs
30 ips, 76 cm/s	CCIR IEC I DIN	(1953-1966) (1968) (1962)	∞	35 μ s
15 ips. 38 cm/s	IEC I CCIR DIN BS	(1968) current standard (1953) (1962)	∞	35 μs
15 ips. 38 cm/s	NAB EIA	(1953) current standard 1963	3180 μs	50 μs

7¹/₂ ips, 19 cm/s	IECI DIN(studio) CCIR	(1968) current standard 1965 1966	∞	70 μs
7¹/₂ ips, 19 cm/s	IEC 2 NAB DIN(home) EIA RIAA	(1965) current standard (1966) (1963) (1968)	3180 μs	50 μs
7 ¹ / ₂ ips, 19 cm/s	Ampex (home) EIA (proposed)	(1967)	∞	50 μ s
7 ¹ / ₂ ips, 19 cm/s	CCIR IEC DIN BS	(up to 1966) (up to 1968) (up to 1965)	∞	100 μ s

3³/₄ ips 9.5 cm/s	IEC2 NAB RIAA	(1968) current standard (1965) (1968)	3180 μs	90 μs
3 ³ / ₄ ips 9.5 cm/s	DIN	(1962)	3180 μs	120 μs
3 ³ / ₄ ips 9.5 cm/s	DIN	(1955-1961)	∞	200 μs
3 ³ / ₄ ips 9.5 cm/s	Ampex (home) EIA (proposed)	(1967)	∞	100 μs
3 ³ / ₄ ips 9.5 cm/s	IEC	(1962-1968)	3180 μs	140 μs
3 ³ / ₄ ips 9.5 cm/s	Ampex	(1953-1958)	3180 μs	200 μs

1⁷/₈ ips 4.75 cm/s	IEC DIN	(1971) current standard (1971)	3180 μs	120 μs
1 ⁷ / ₈ ips 4.75 cm/s	IEC DIN RIAA	(1968-1971) (1966-1971) (1968)	1590 μs	120 μs
1⁷/₈ ips 4.75 cm/s cassette	IEC Type I	1974 current standard	3180 μs	120 μs
1 ⁷ / ₈ ips 4.75 cm/s cassette	DIN Type I	(1968-1974)	1590 μs	120 μs
1⁷/₈ ips 4.75 cm/s cassette	Type II and IV	(1970) current standard	3180 μs	70 μs
15/16 ips 2.38 cm/s	undefined			

Übergangsfrequenzen der Entzerrungen

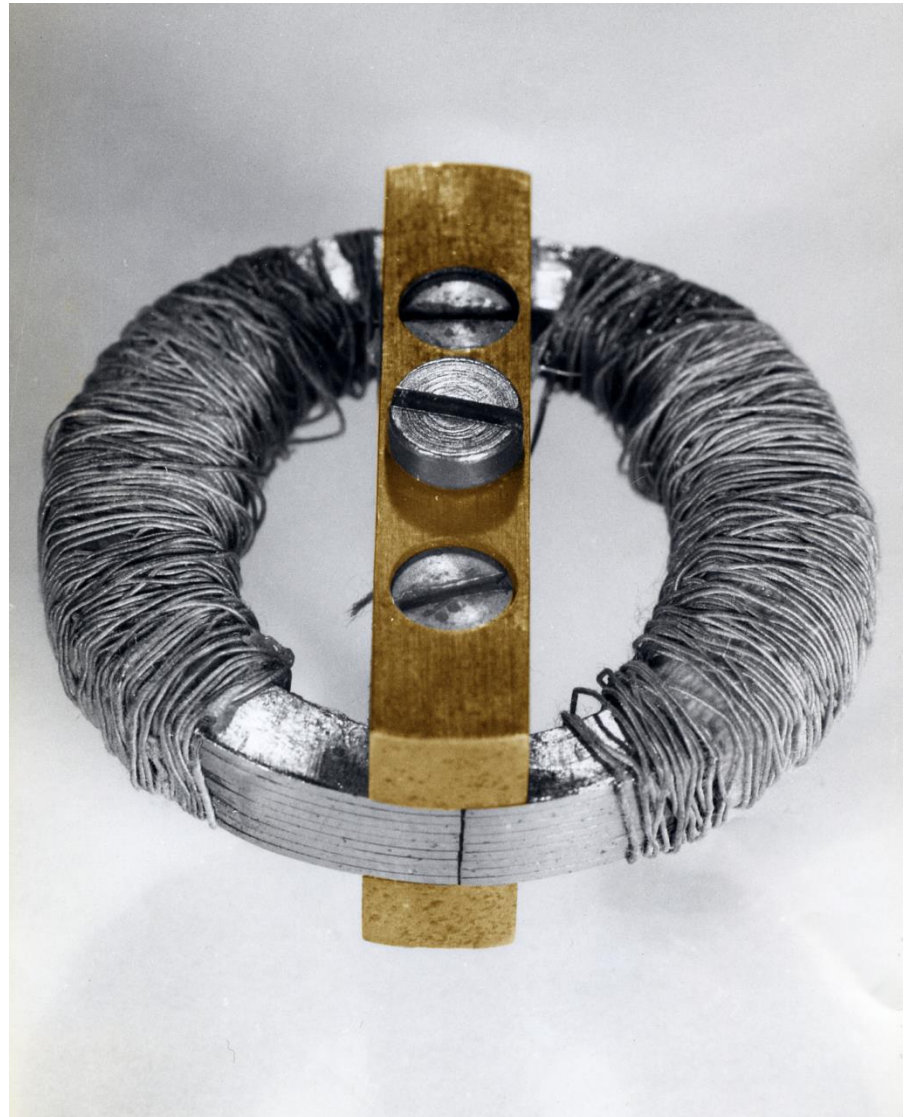
	IEC-1968	NAB-1965	NAB-1975
9,53 cm/s 3,75 ips	50Hz; 1800Hz (3180 μ s; 90 μ s)	50Hz; 1800Hz (3180 μ s; 90 μ s)	- (-)
19,05 cm/s 7,5 ips	0Hz; 2240Hz (∞ ; 70 μ s)	50Hz; 3150Hz (3180 μ s; 50 μ s)	0Hz; 3150Hz (∞ ; 50 μ s)
38,10 cm/s 15 ips	0Hz; 4500Hz (∞ ; 35 μ s)	50Hz; 3150Hz (3180 μ s; 50 μ s)	- (-)
76,20 cm/s 30 ips	0Hz; 9000Hz (∞ ; 17,5 μ s)	AES 1971 0Hz; 9000Hz (∞ ; 17,5 μ s)	- (-)

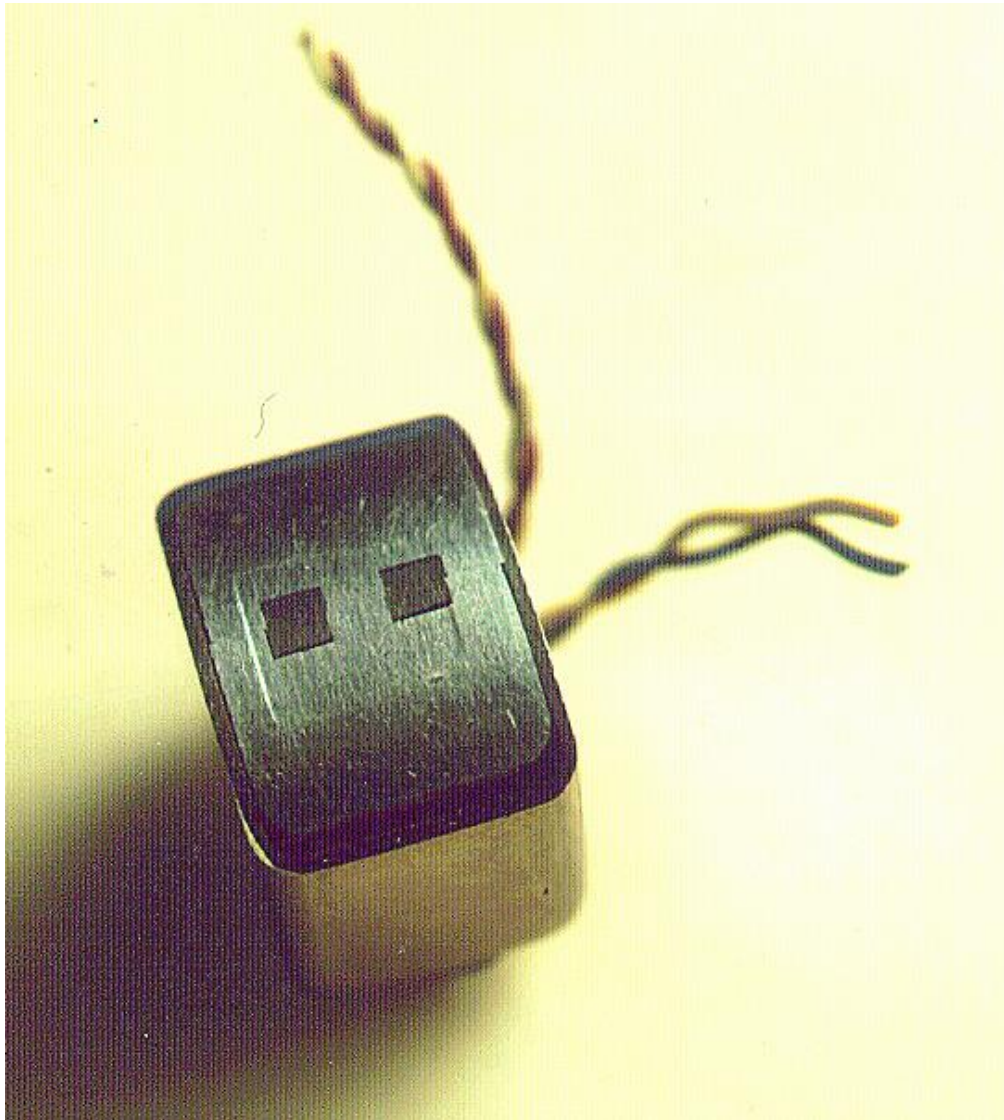
Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

- Kompensation unbeabsichtigter Signalveränderungen
 - Schlecht justierte Aufnahmegeräte
 - Azimut-Justierung

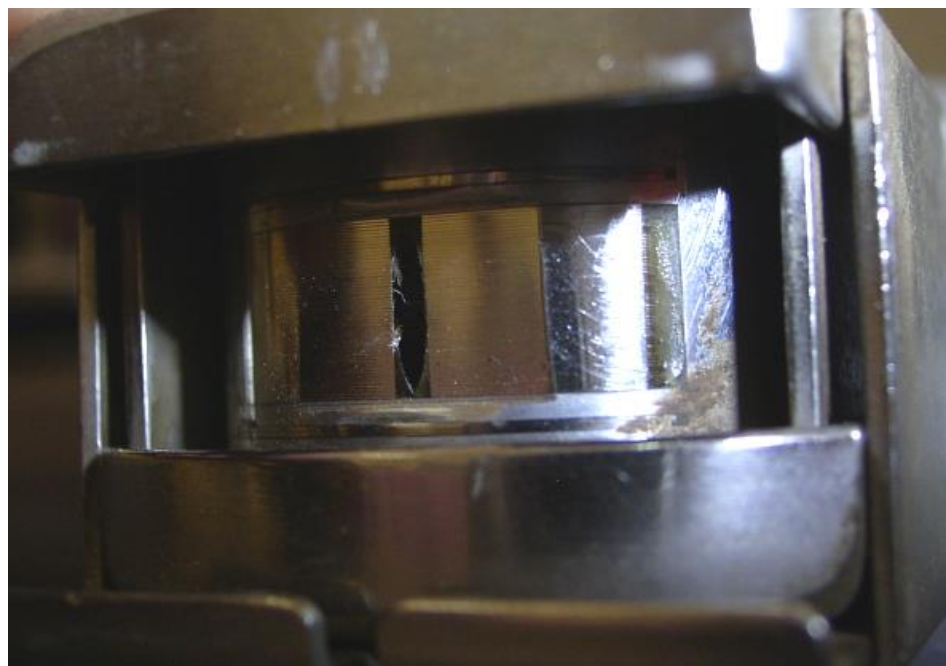
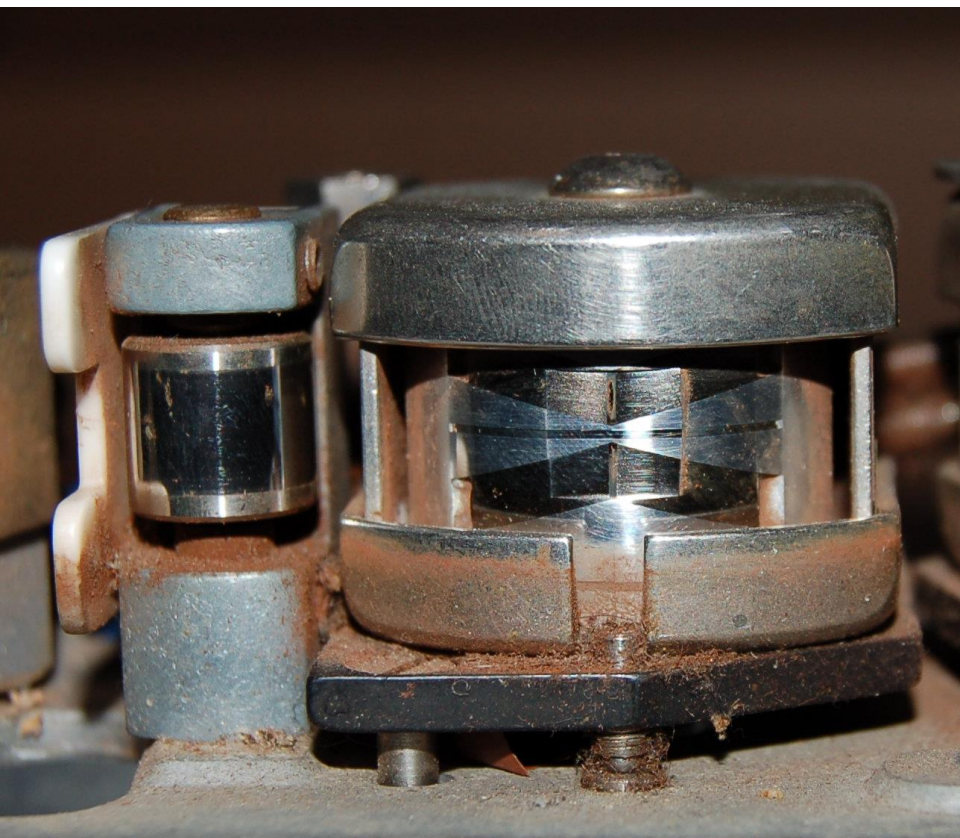
Erster Tonkopf für das
"Magnetophon" 1934

(Einfärbung zur leichteren Orientierung)



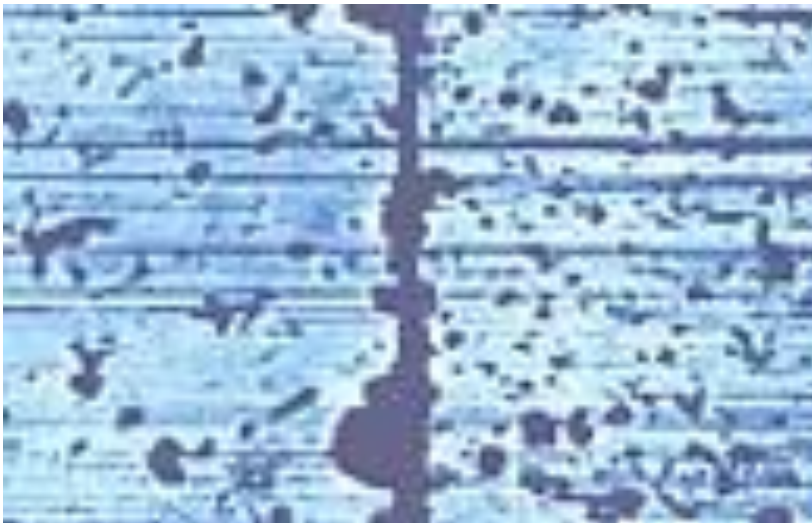


**Schwerwiegender
Produktionsfehler eines
Tonkopfes**





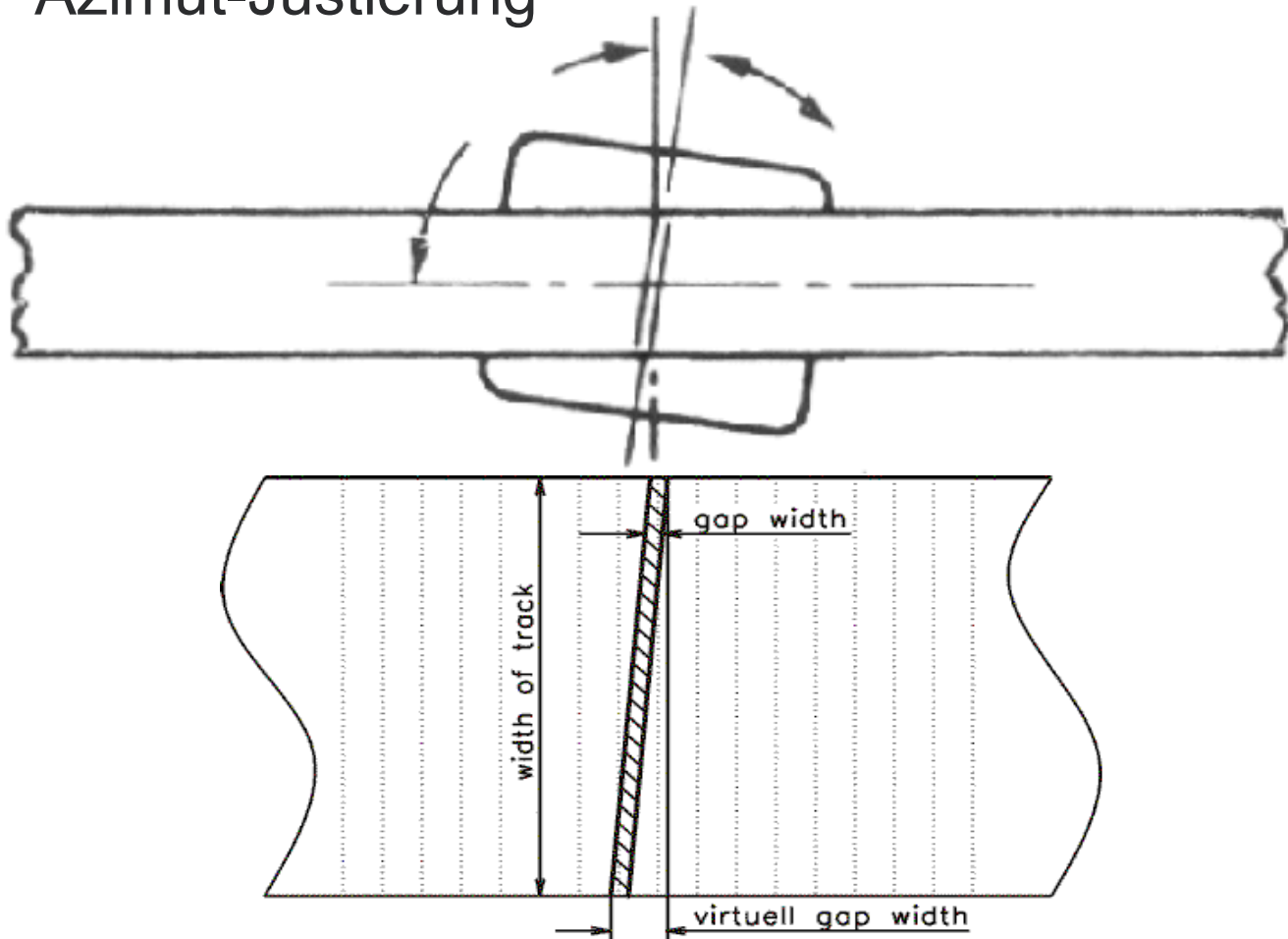
**Perfekt symmetrischer Kopfspalt
eines neuen Tonkopfes**



Abnutzung durch Abrasion

Wahl der Wiedergabegeräte und -Parameter:

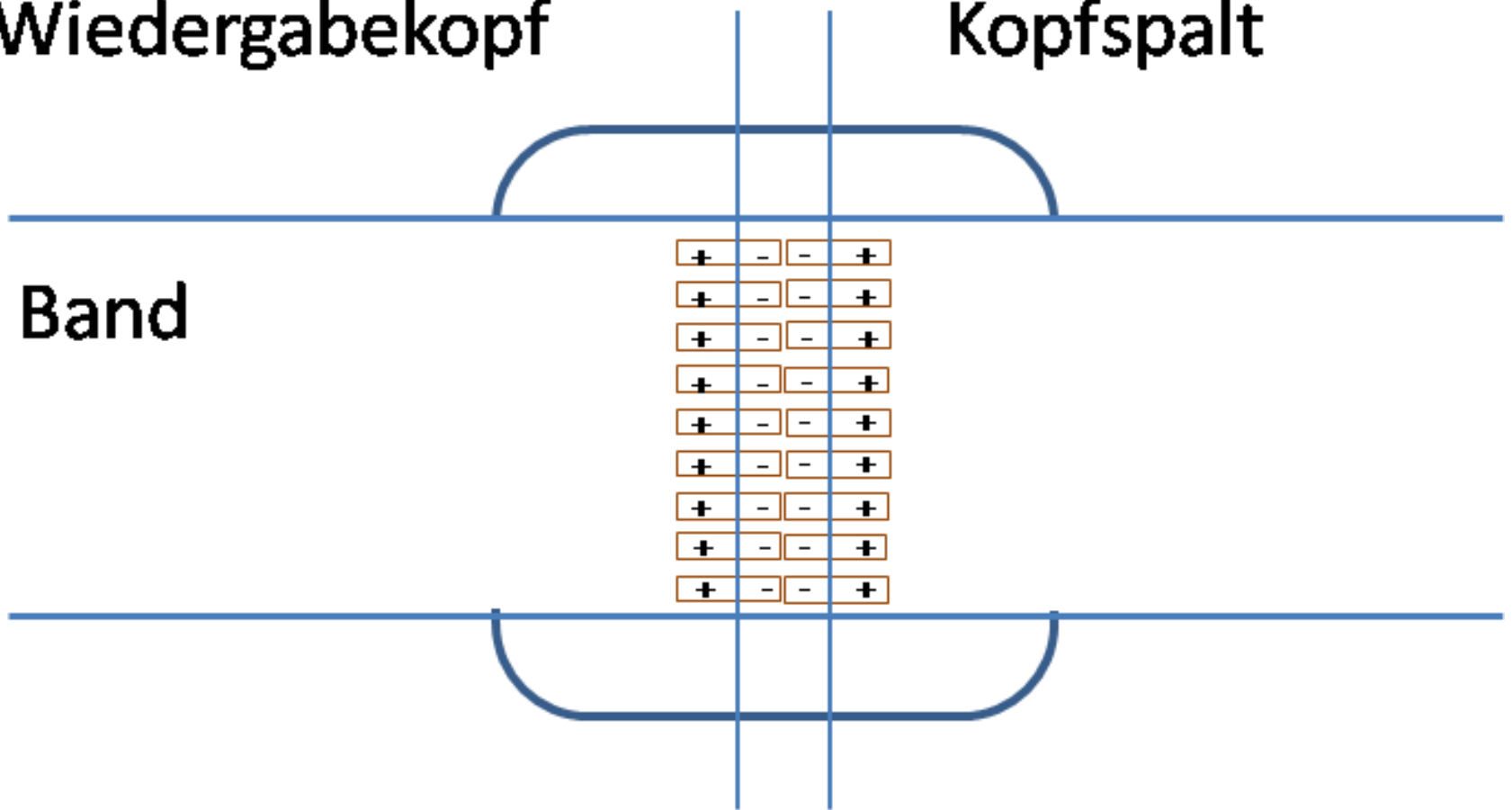
- Kompensation unbeabsichtigter Signalveränderungen
 - Azimut-Justierung



Wiedergabekopf

Kopfspalt

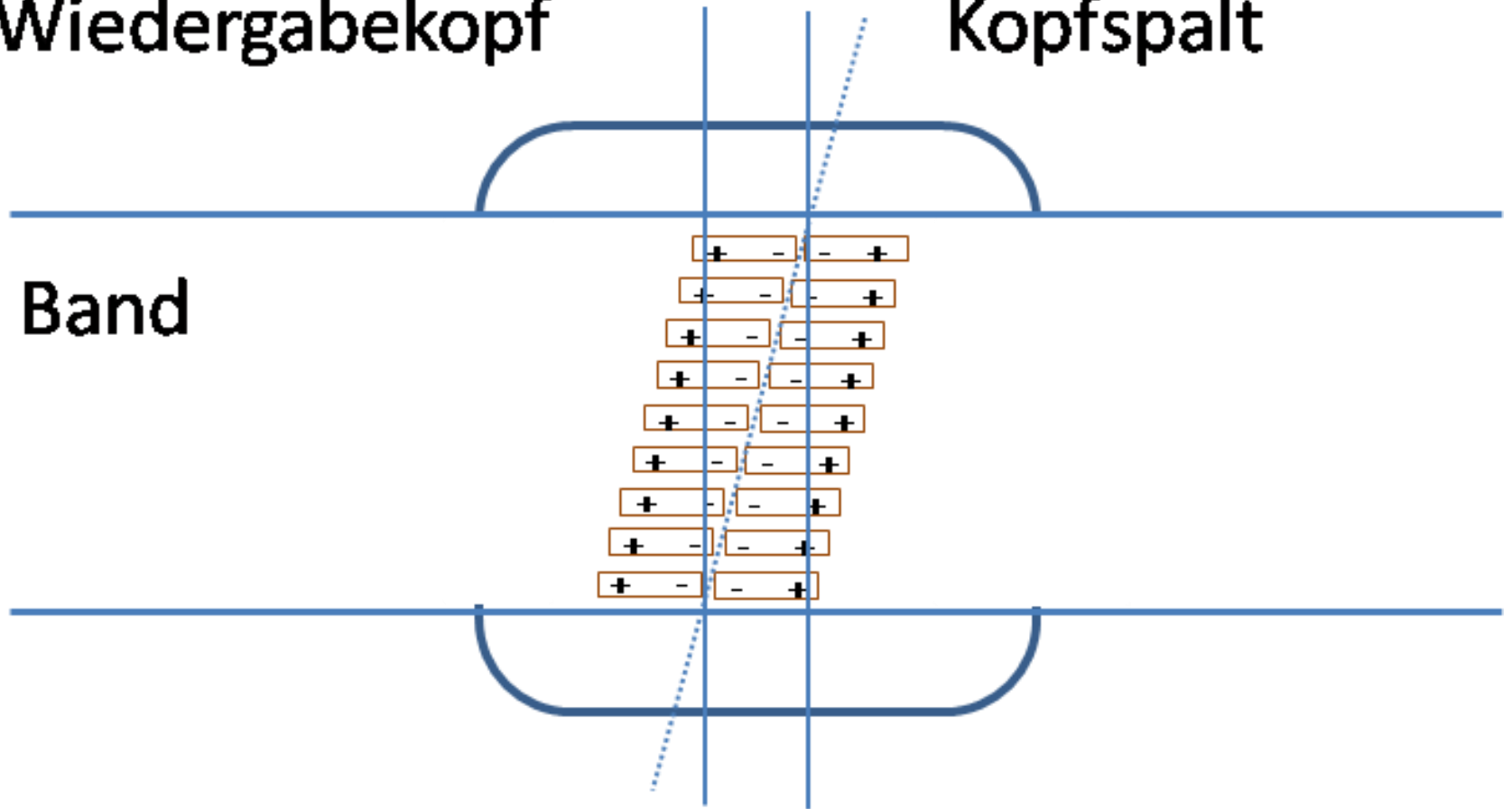
Band

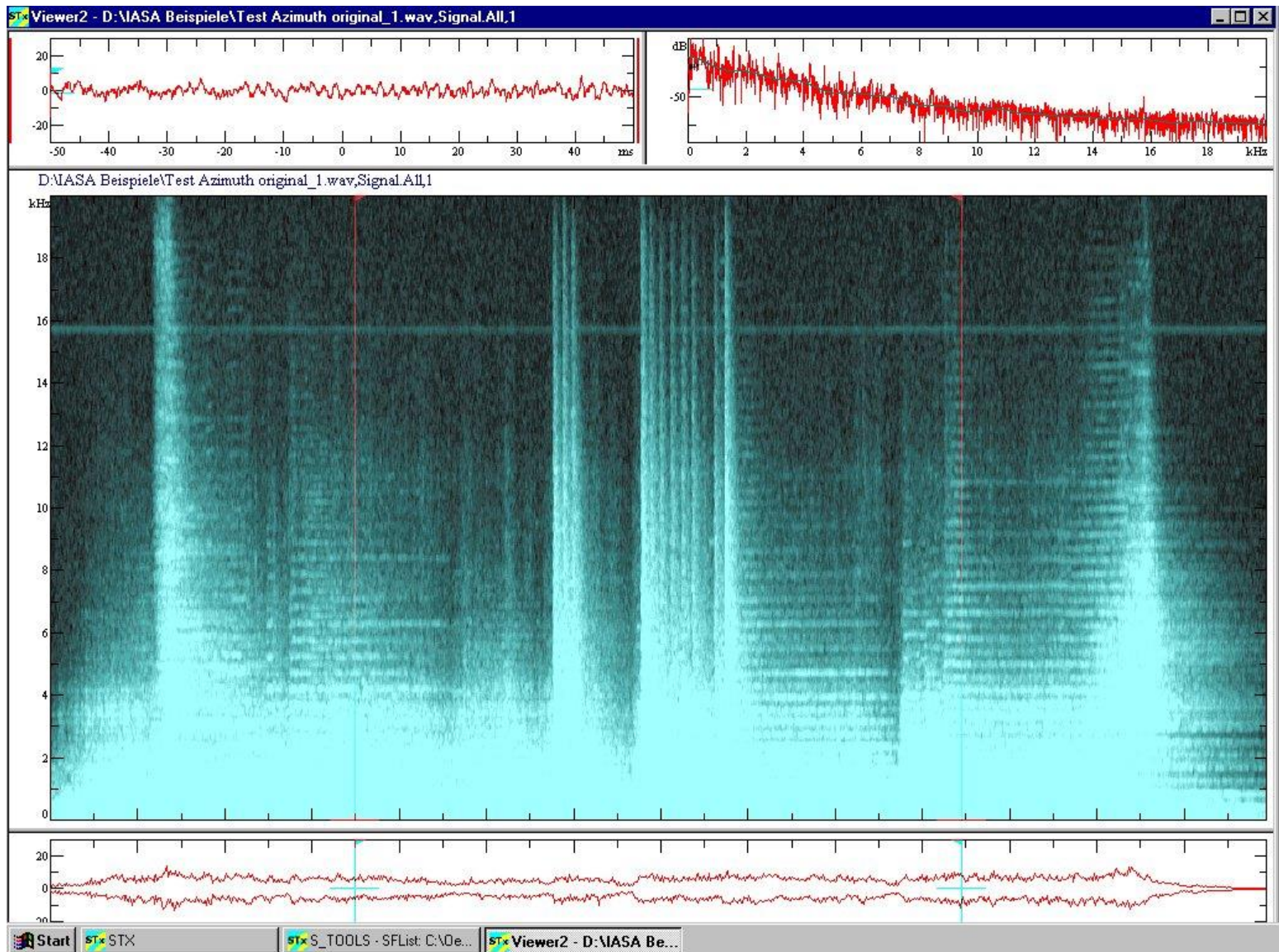


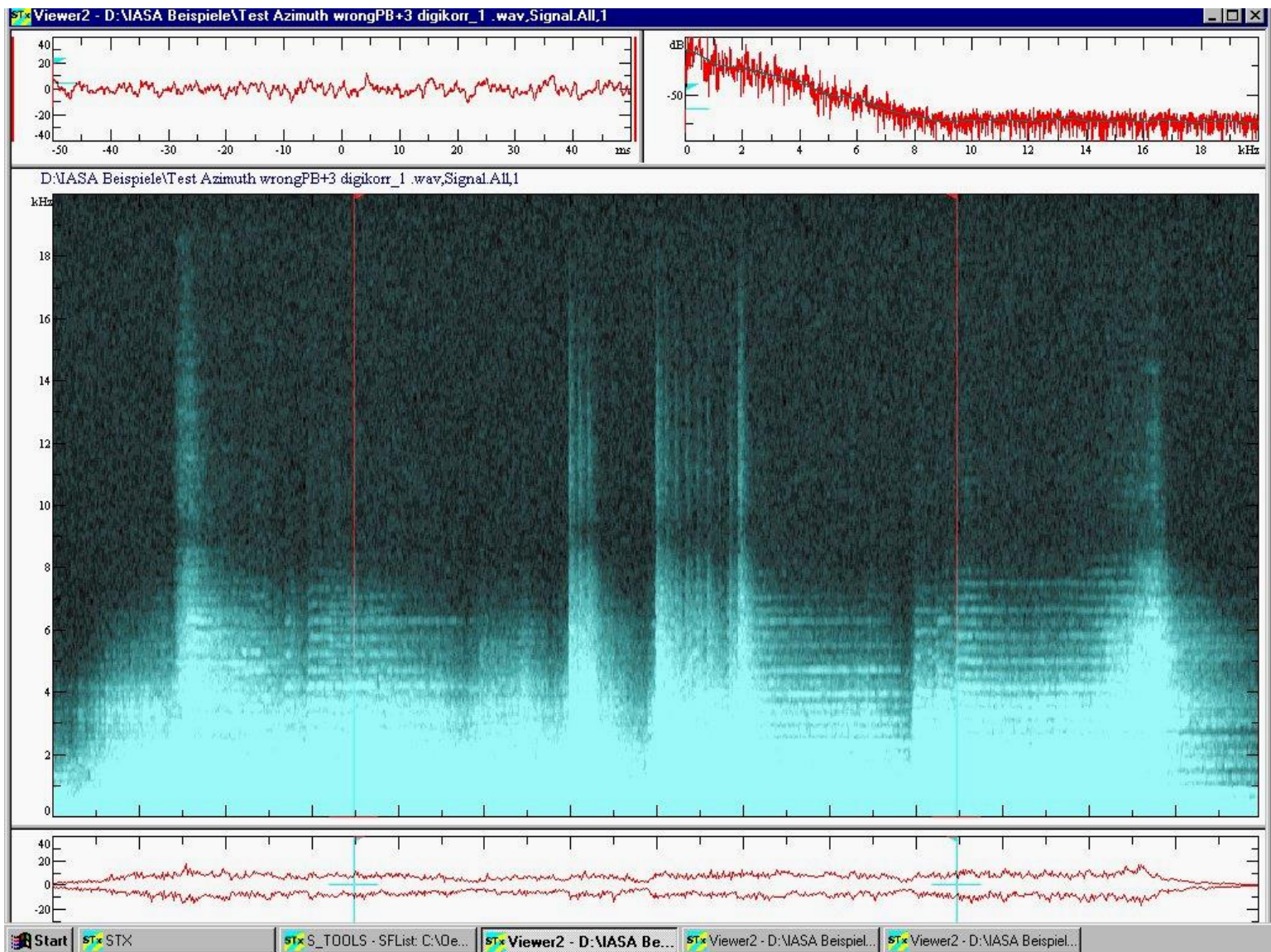
Wiedergabekopf

Kopfspalt

Band







Unmodifizierter Transfer in das Zielformat

- Vollständig unbeeinflusste Digitalisierung des gesamten Dokuments: Signal + Artefakte
- Ästhetische Überarbeitungen erst in einem zweiten Schritt auf der Basis des digitalen Archivmasters!

Ästhetische Signalbearbeitung ist stets subjektiv

Signalbearbeitungs-Tools unterliegen fortlaufenden Verbesserungen

Der jeweilige Benutzer bestimmt die für seinen Anwendungszweck optimierte Signalbearbeitung

Bewahrung der Originale nach der Digitalisierung

- Technik und Methoden der Signalextraktion und des Analog-Digital-Transfers entwickeln sich noch weiter
- Höhere digitale Auflösungen werden technisch möglich und finanziell immer leichter realisierbar
- Digitale Restaurierungsmöglichkeiten werden laufend verbessert
- Alternative digitale Darstellungsformen zu PCM (Pulse Code Modulation) möglich

Danke!

nadja.wallaszkovits@abk-stuttgart.de

<http://www.iasa-web.org/>

<http://www.jazzpoparkisto.net/audio/>