

Magnetische
Aufzeichnungsmedien:
Audio/Videobänder und –
Kassetten, analog und digital

Nadja
Wallaszkovits

Some Possible Forms of Phonograph.

BY OBERLIN SMITH.

There being nowadays throughout the scientific world great activity of thought regarding listening and talking machines, the readers of THE ELECTRICAL WORLD may be interested in a description of two or three possible methods of making a phonograph which the writer contrived some years ago, but which were laid aside and never brought to completion on account of a press of other work.

One of these methods is rudely shown in Figs. 1, 2 and 3, the construction and operation being as follows: *A* is a mouth piece and diaphragm, with spring and indenting needle, as in the Edison machine. *B* is a reel, carrying a thin ribbon *E* of iron, steel or other substance capable of being temporarily softened by heat. This ribbon is unwound from *B* and wound on to another reel *C*, which is revolved slowly by clock work or other means. *D* is a supporting roller (or stationary bar) with a flat groove the width of the ribbon *E*, and having a V-groove in the bottom of it for the needle to descend into, as seen in Fig. 2. *F* is a heating lamp, which, of course, must be protected from draughts, etc. All this is the recording apparatus or transmitter. The ribbon *E* being short at the point where, for the time being, it is hot, receives the indentations as easily as the tin-foil, or more so. It cools by the time it gets to reel *C*, and is then much harder and more durable than tin foil. The same apparatus can be used for the "talker," as in Edison's machine, but advantage may be taken of having the indented ribbon made of a hard substance by using a special talking diaphragm *G*, Fig. 3, which will augment the vibrations in amplitude by means of a lever *H*, the ribbon *E* being hard enough not to lose its form by the increased pressure due to the leverage, as tin-foil would do.

The probable advantages of this form of apparatus are:
1. The loudness of voice produced by the increased ampli-

The actual lengths of these groups depends upon the speed of their motion, but their *relative lengths* depend upon the *relative lengths* of the sound wave; and their *relative intensities* depend upon the *relative amplitudes* of these waves. The cord *C* therefore contains a perfect record of the sound, far more delicate than the indentations in the tin-foil of the mechanical phonograph. The probable construction of *C* would be a cotton, silk or other thread, among whose fibres would be spun (or otherwise mixed) hard steel dust, or short clippings of very fine steel wire, hardened. Each piece would, of course, become a complete magnet. Other forms of *C* might be brass, lead or other wire or ribbon through which the steel dust was mixed in melting—being hardened afterwards in the case of brass or any metal with a high

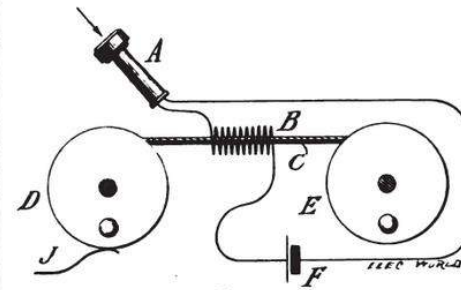


FIG. 4.

melting point. Another (but too expensive) form of *C* would be a chain with each link a magnet; or, if the magnets affected each other too much when in contact, each alternate link could be of non-magnetic material. This chain would not be as delicate as the dust magnets because the effects of a given vibration might extend but part way along a link. Another imaginable form of *C*

ter the
ing cyl-
he out-
There
gative,
er.
ing 350
would
ly. It
r other
e with
r from
eak on
urrent

B

GRAPH.
be self-
over-
effect-
mploys
ie gen-
ceeds

Teil I Geschichte der magnetischen Schallaufzeichnung

Nadja
Wallaszkovits

Inhalt

1. Einleitung
2. Wie alles begann...
3. Die bahnbrechende Erfindung
4. Früheste Tonbandsammlungen
5. Entwicklungsschritte des Magnetbandes

1. Einleitung

Magnetische Schallaufzeichnung - Tonträger

Tondraht

Stahlband

Papierband

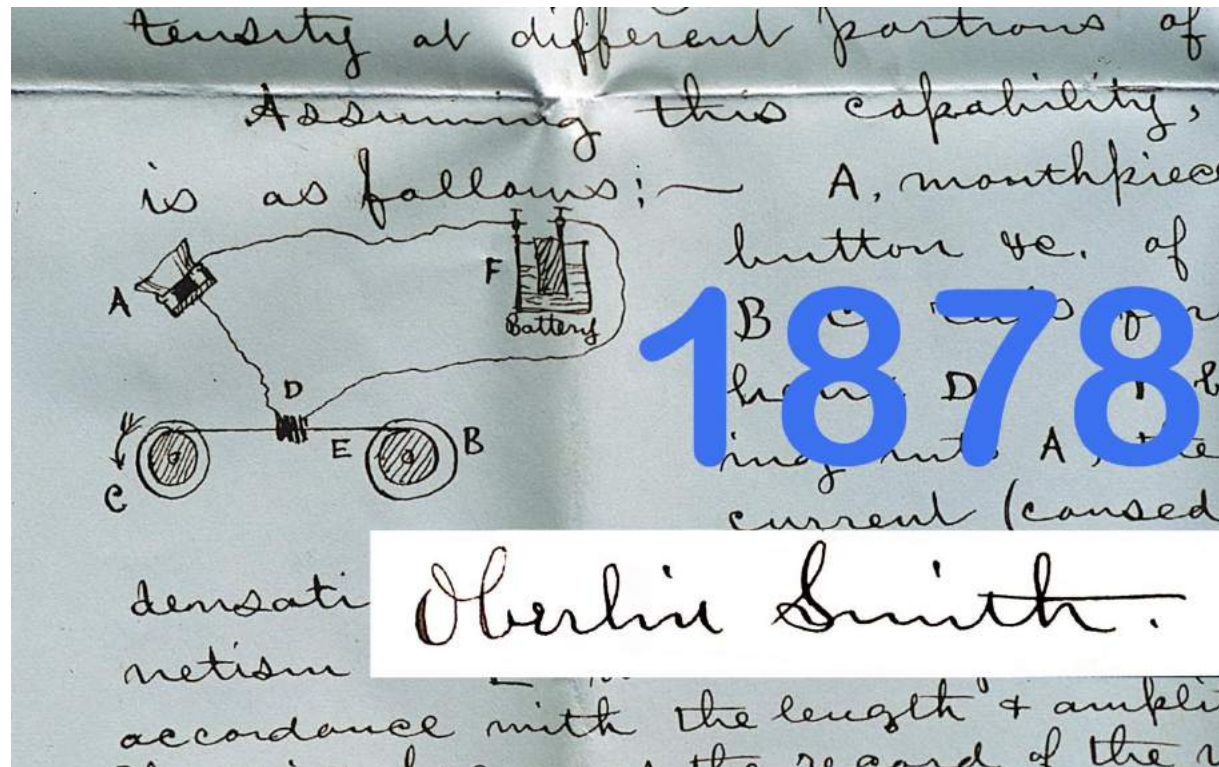
Tonband aus Kunststoff

Elektro-magnetisch

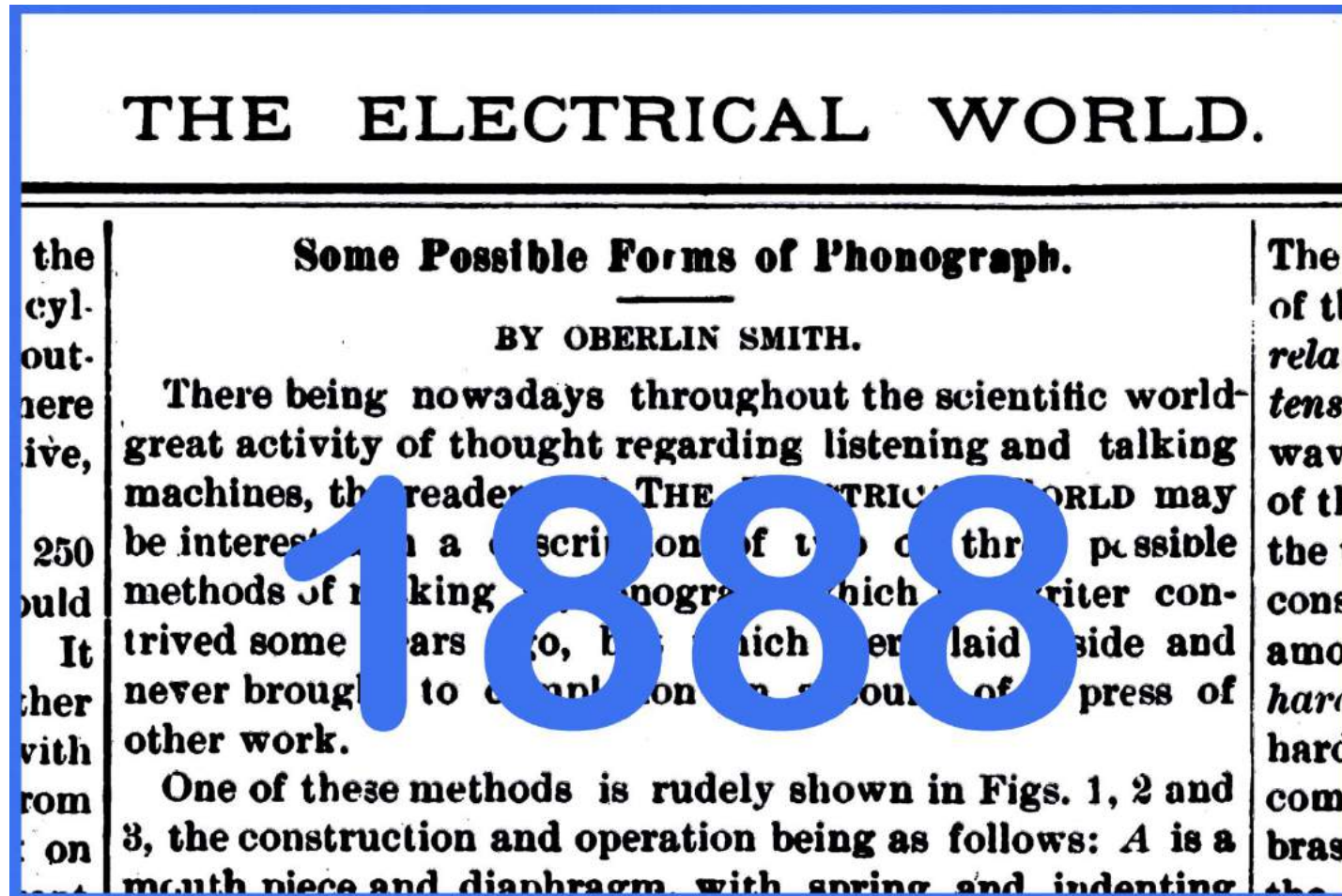
2. Wie alles begann...

Die mechanische Schallaufzeichnung war die dominierende Technologie zwischen 1890 und Mitte der 1930er Jahre

Aber es gab auch schon die Vorwegnahme der magnetischen Schallaufzeichnung
Allerdings benötigte diese Idee beinahe 50 Jahre, um sich am Markt zu etablieren...

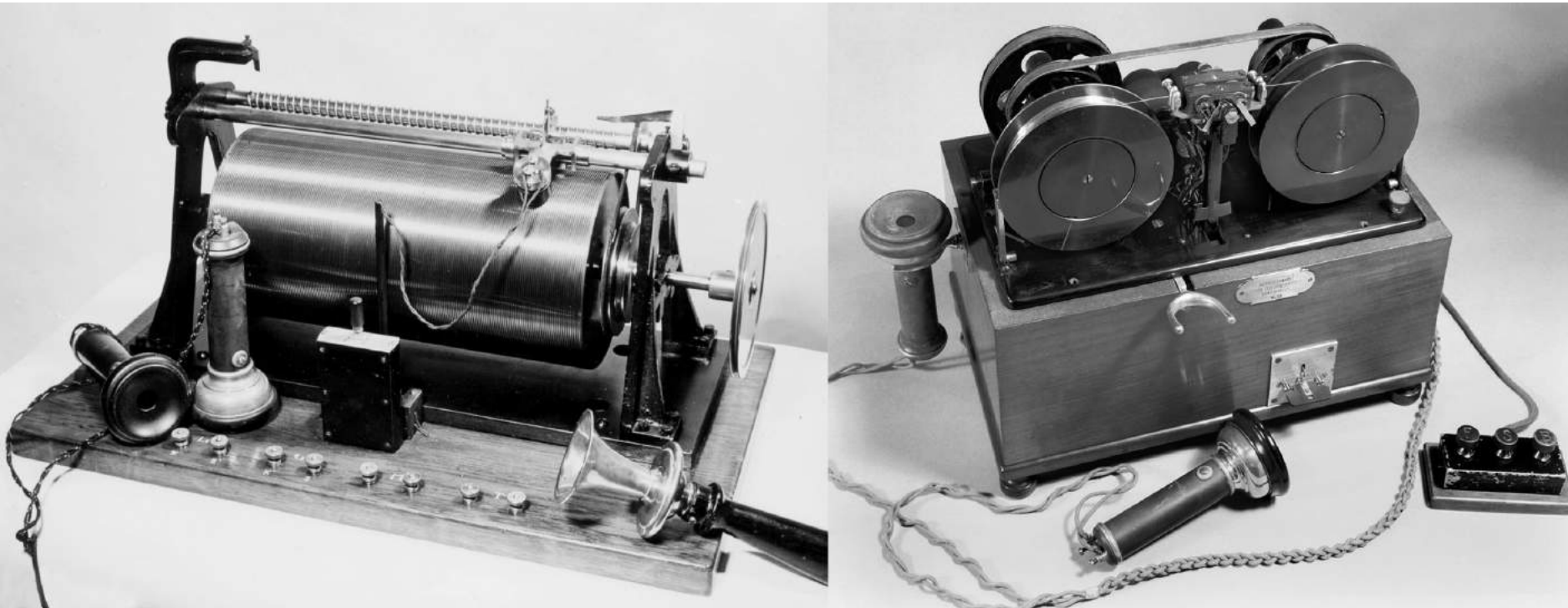


10 Jahre später publizierte Oberlin Smith seine Idee in der bekannten Zeitschrift „the Electrical World“...
... ohne jegliche Reaktion...



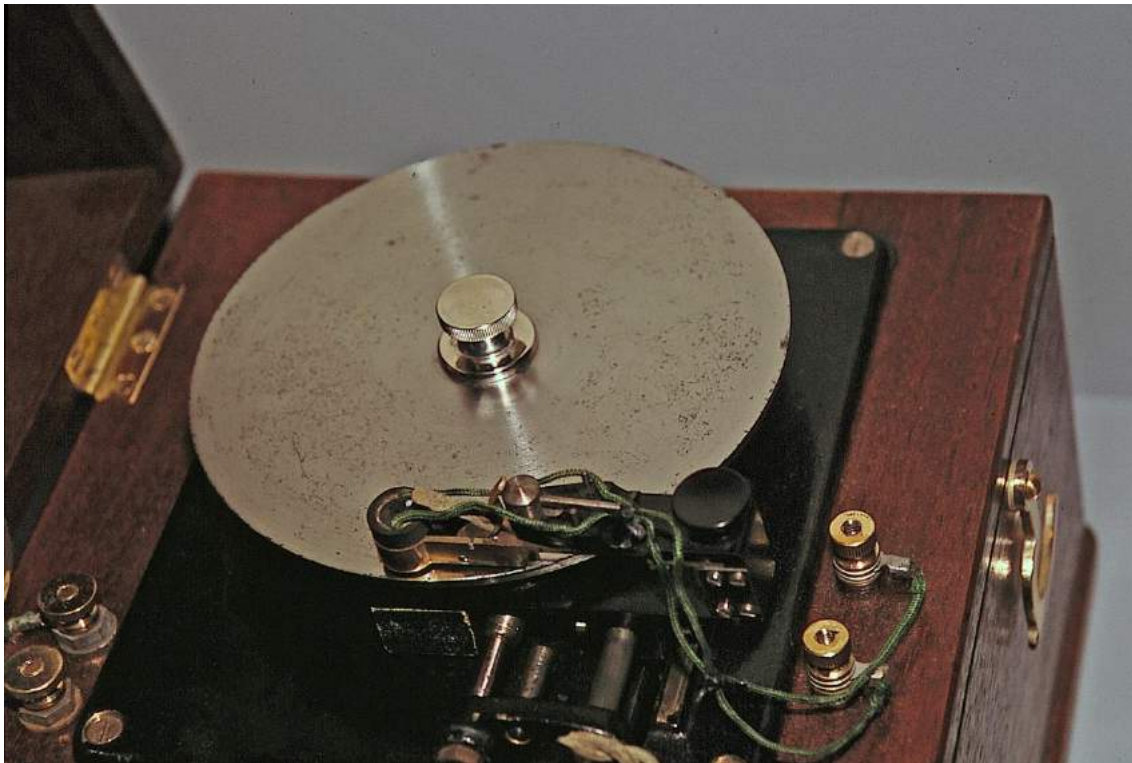
...seine Idee benötigte weitere 10 Jahre (1898/1902) bis sie von dem Dänischen Ingenieur Valdemar Paulsen und seinen Mitarbeitern realisiert wurde:

Die magnetische Schallaufzeichnung wurde von ihm beschrieben für Draht, Stahlband, und sogar ...



... für Platten!

Die magnetische Harddisc, das bevorzugte Speichermedium unserer Zeit, ist eine Erfindung aus dem Jahr 1903!



Nachteil der frühen magnetischen Schallaufzeichnungssysteme

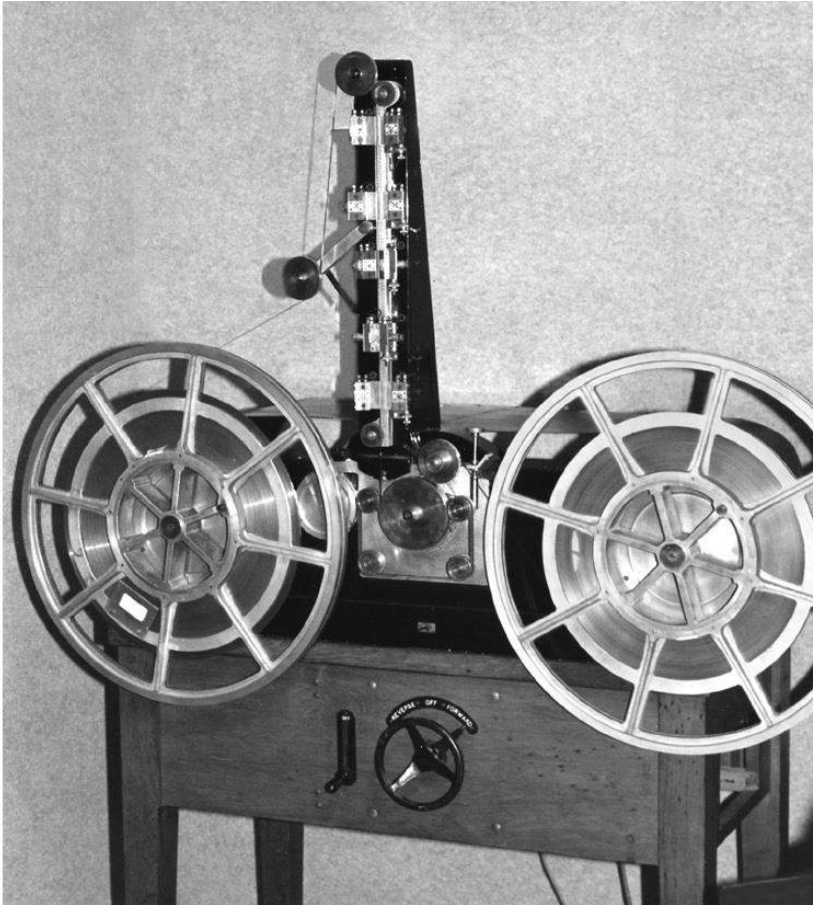
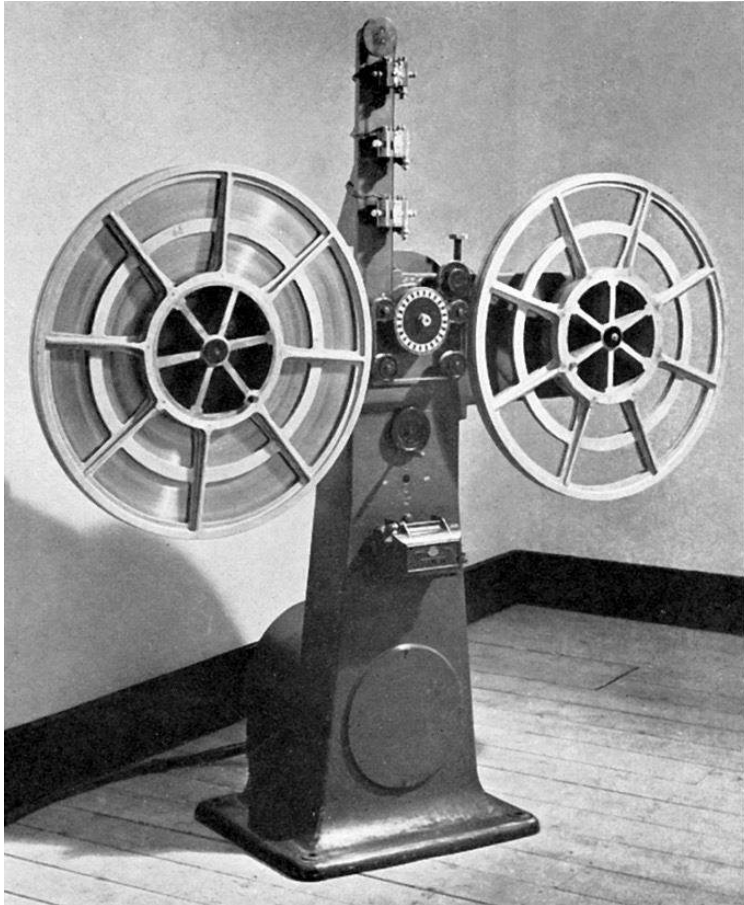
Sehr geringer Wiedergabepegel aufgrund des Mangels an leistbaren Verstärkern

Diese Situation änderte sich grundlegend mit der Einführung des Rundfunks in den frühen 1920er Jahren



1929 Curt Stille: Stahlband Recorder

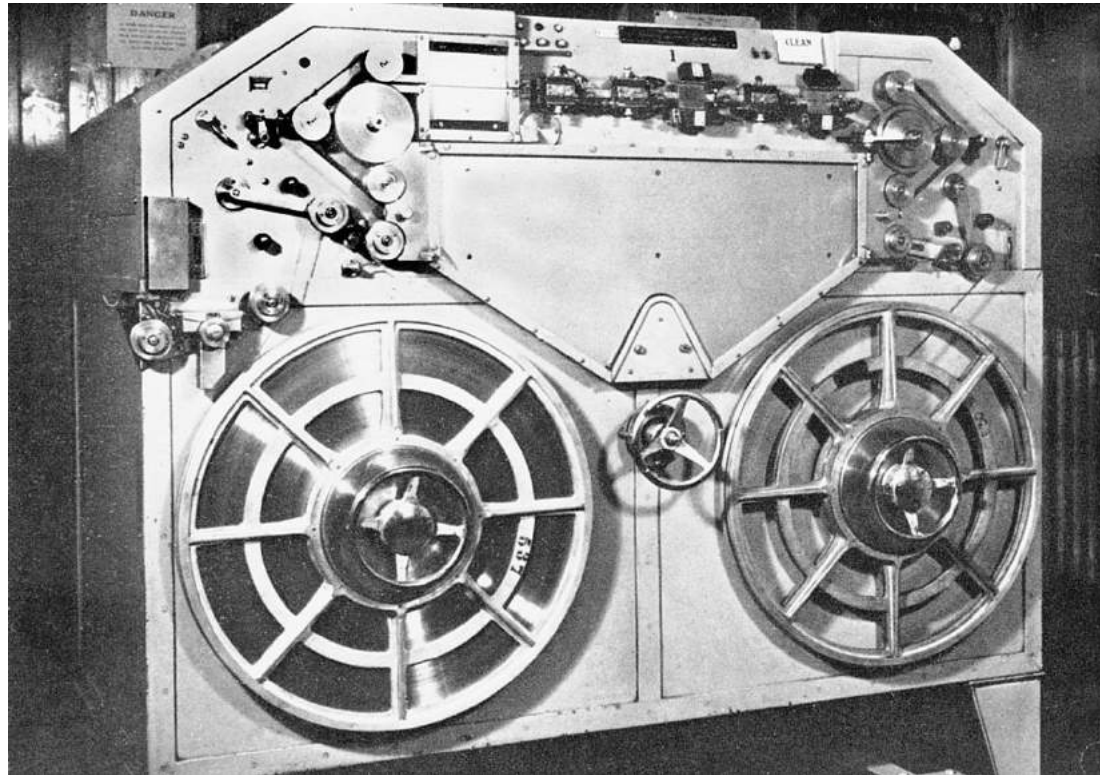
Die Entwicklung wurde finanziert durch seinen Partner Ludwig Blattner, der die Rechte an dem Gerät an die British Marconi Wireless Telegraph Co. Ltd übergab



1932 wurde die magnetische Aufnahme auf Stahlband erstmals von der BBC eingeführt

Später folgten Radiostationen in Europa, Kanada und Australien

Die Technologie war bis in die 1950er Jahre in Gebrauch!



Marconi MSR 3
Gewicht: 450kg

3. Die bahnbrechende Erfindung

Statt Stahlband:

mit Metallpartikeln beschichtetes Papier

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
26. JUNI 1930

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

Nr 500 900

KLASSE 42g GRUPPE 17

P 57028 IX|42g

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 5. Juni 1930

Fritz Pfelemer in Dresden

Lautschriftträger

Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. Januar 1928 ab

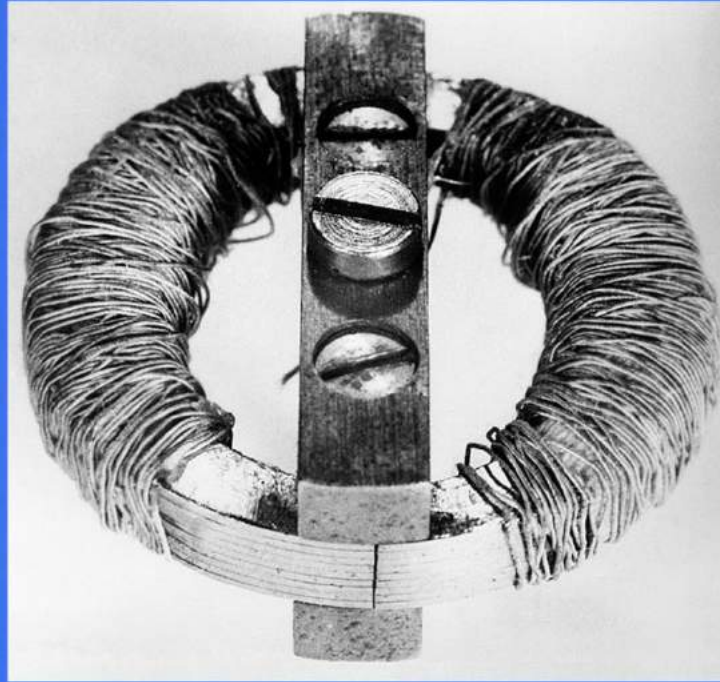
Tönendes Papier. Der Dresdener Ingenieur P f l e u m e r hat ein billiges Verfahren gefunden, Töne auf Papier zu fixieren. — Auf 2 Drehscheiben bewegt sich ein Streifen Papier, ähnlich wie das Farbband der Schreibmaschine. Der Streifen besitzt einen Ueberzug von Stahlstaub und gleitet an einem Magneten vorüber. Die in Magnetismus transformierten Töne magnetisieren bei der Aufnahme den Stahlstaub. Bei der Wiedergabe wirken die magnetisierten Stäubchen, die jahrelang das Lautbild festhalten, auf den Elektromagneten ein; die Schwankungen des Magnetismus werden alsdann durch Geräte, die dem Instrumentarium des Rundfunks entnommen sind, in Töne zurückgebildet. — Eine 300 m lange Rolle des von P f l e u m e r erfundenen Lautschriftträgers, der eine 20-Minuten-Tonaufnahme erlaubt, läßt sich für etwa M 1.50 herstellen. Streifen, die schon 500mal gelaufen sind, zeigen keinerlei Abnutzung. Instrumentalmusik, Gesang, Orgelspiel usw. kommen klar wieder. Das Papier (Pergamyn) hat nur eine Stärke von einem vierzigstel Millimeter. — Durch Ueberstreichen mit einem Magneten kann das Tonbild gelöscht werden, und das Papierband ist dann zu einer Neuaufnahme bereit. Im Apparat erfolgt die Löschung zugleich mit der Neuaufnahme.

Phot. Ströhla



1931

Fritz Pfelemer



1933

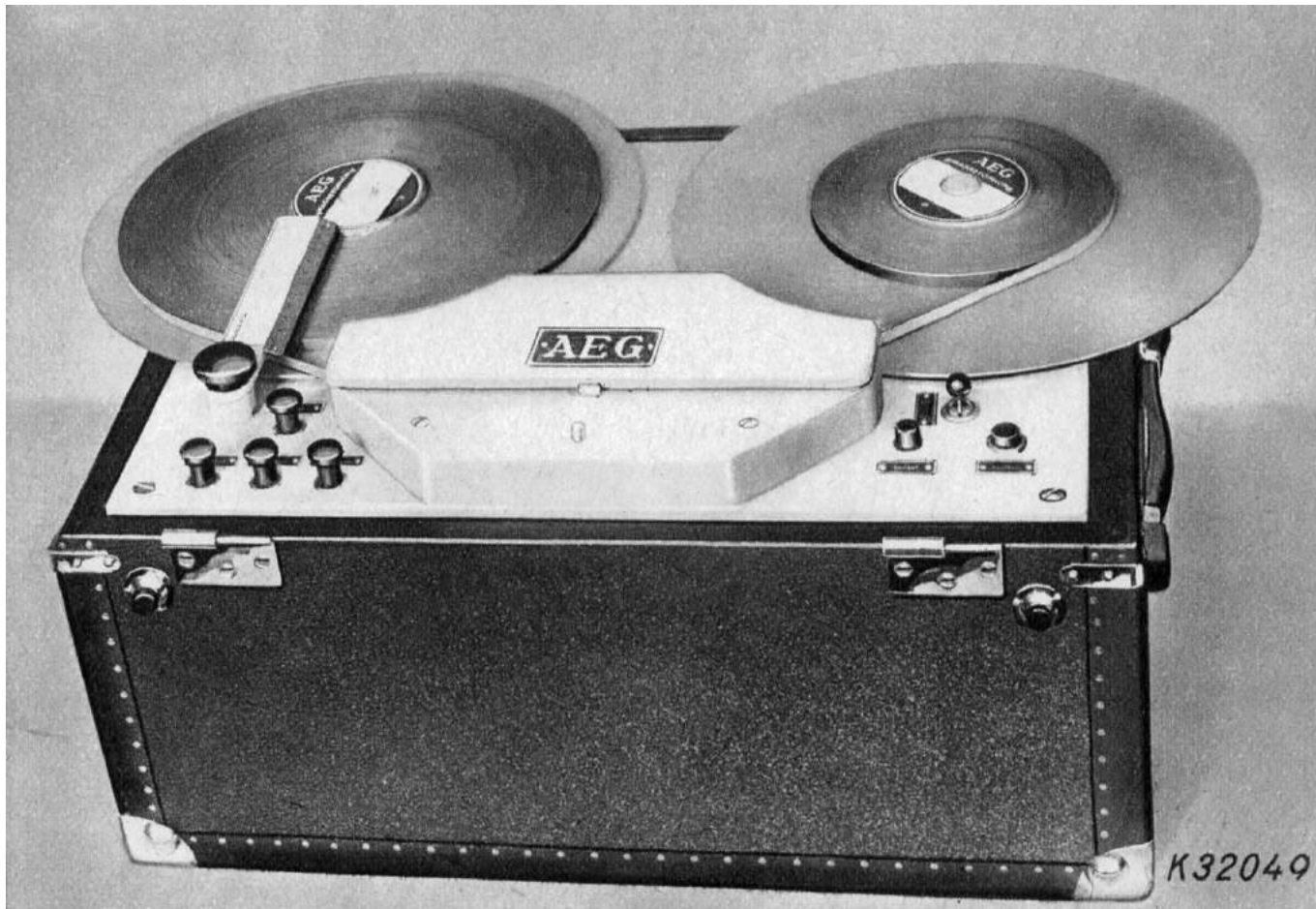
Eduard Schüller

1933

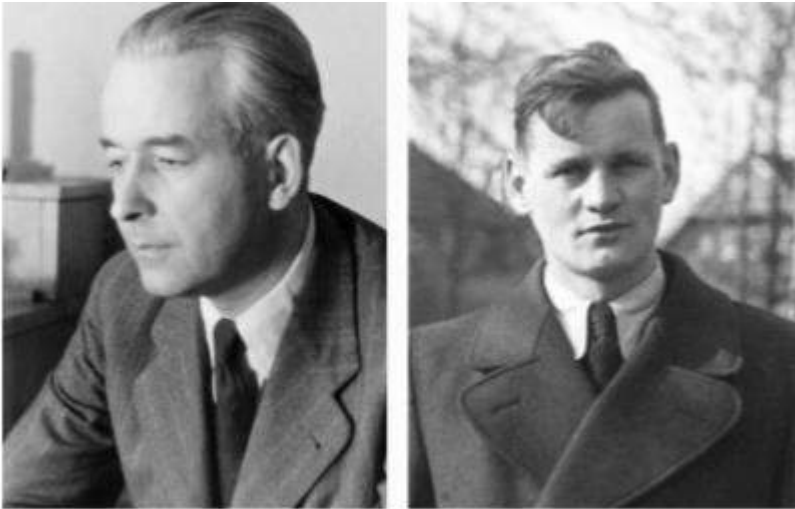
Ringkopf

1935:

Magnetophon K1

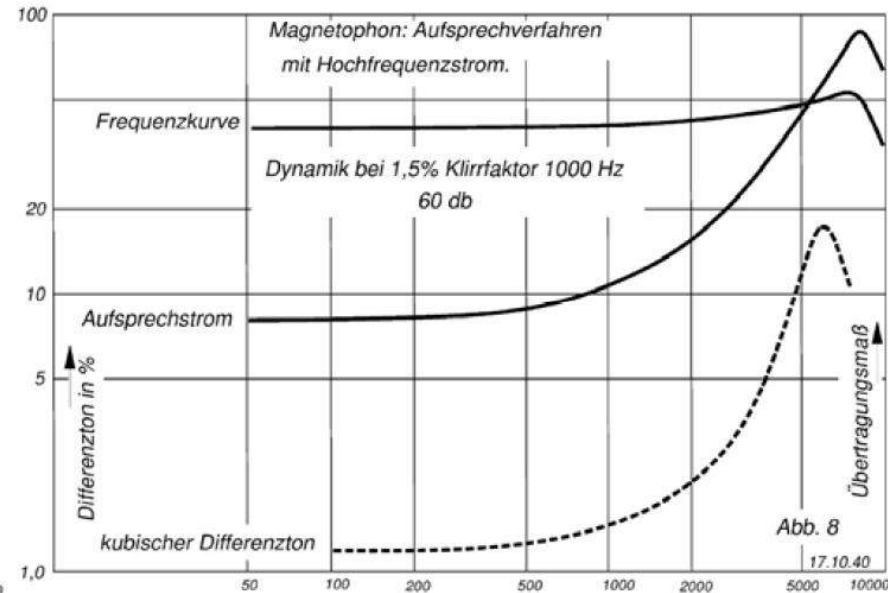
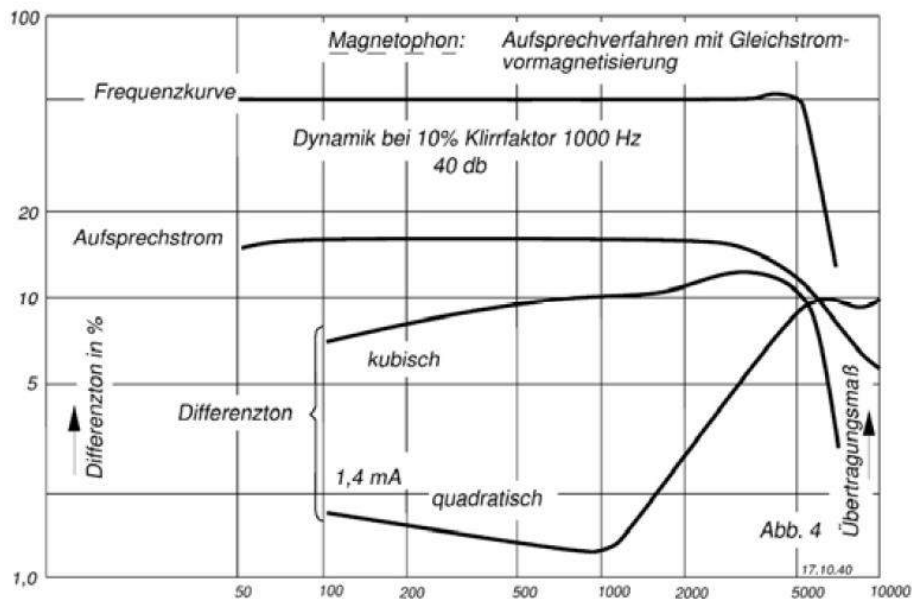




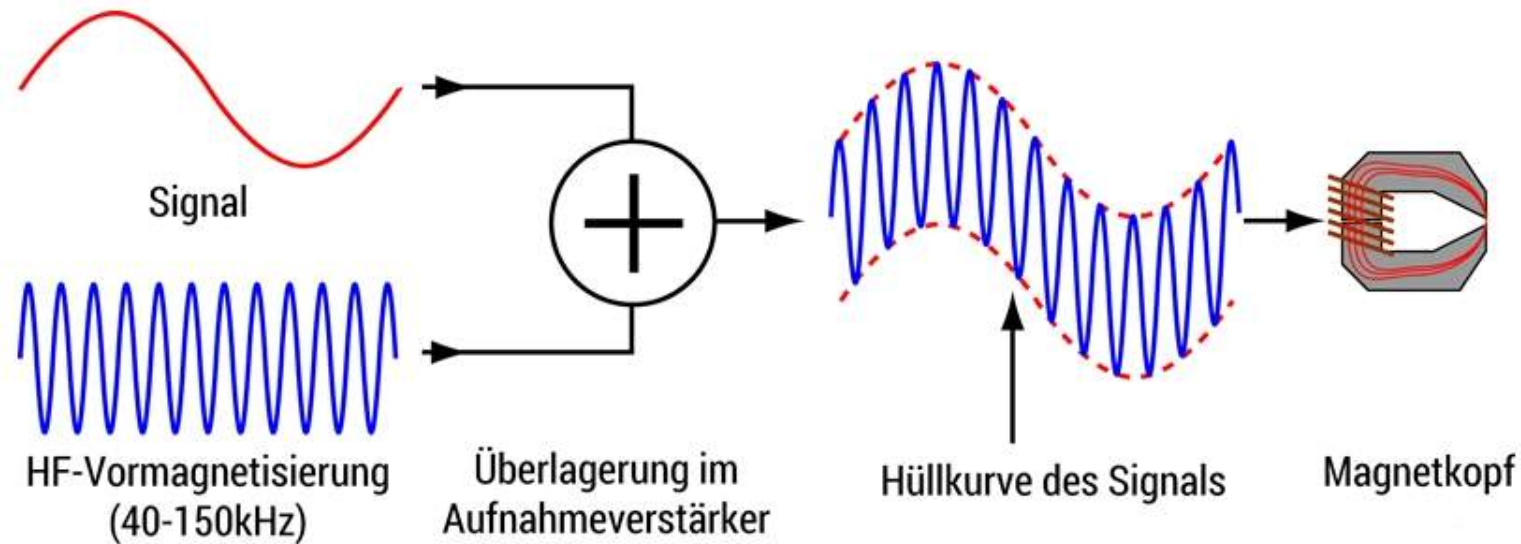


Walter Weber/ Hans Joachim von
Braunmühl:
Hochfrequenzvormagnetisierung, 1940

Vergleich:
Frequenzgang mit
Gleichstromvormagnetisierung (links) und
Hochfrequenzvormagnetisierung (rechts)

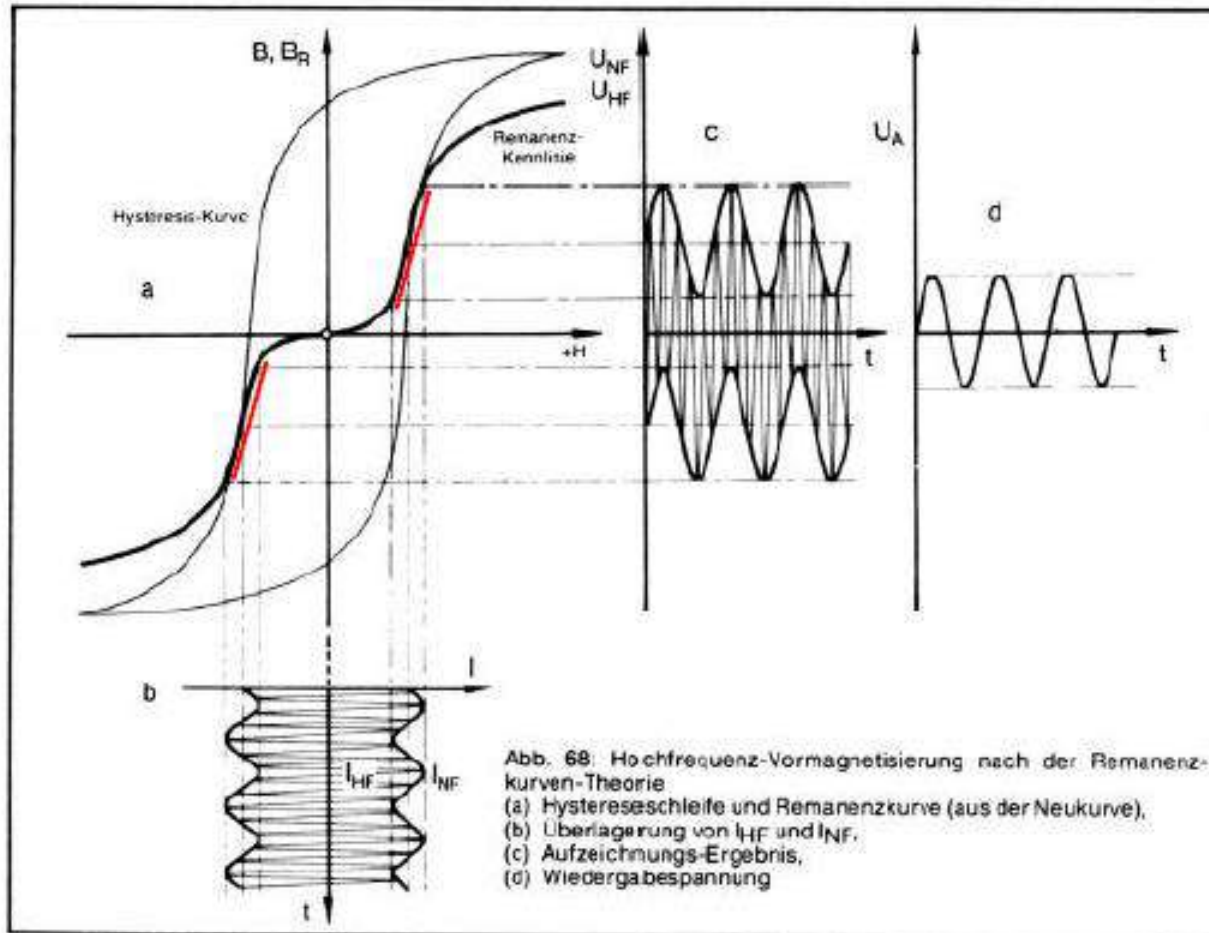


Was ist die Hochfrequenz-Vormagnetisierung (HF)?



Mischung von Signal und HF Vormagnetisierung und Einspeisung in den Aufnahmekopf.

Was bewirkt sie?



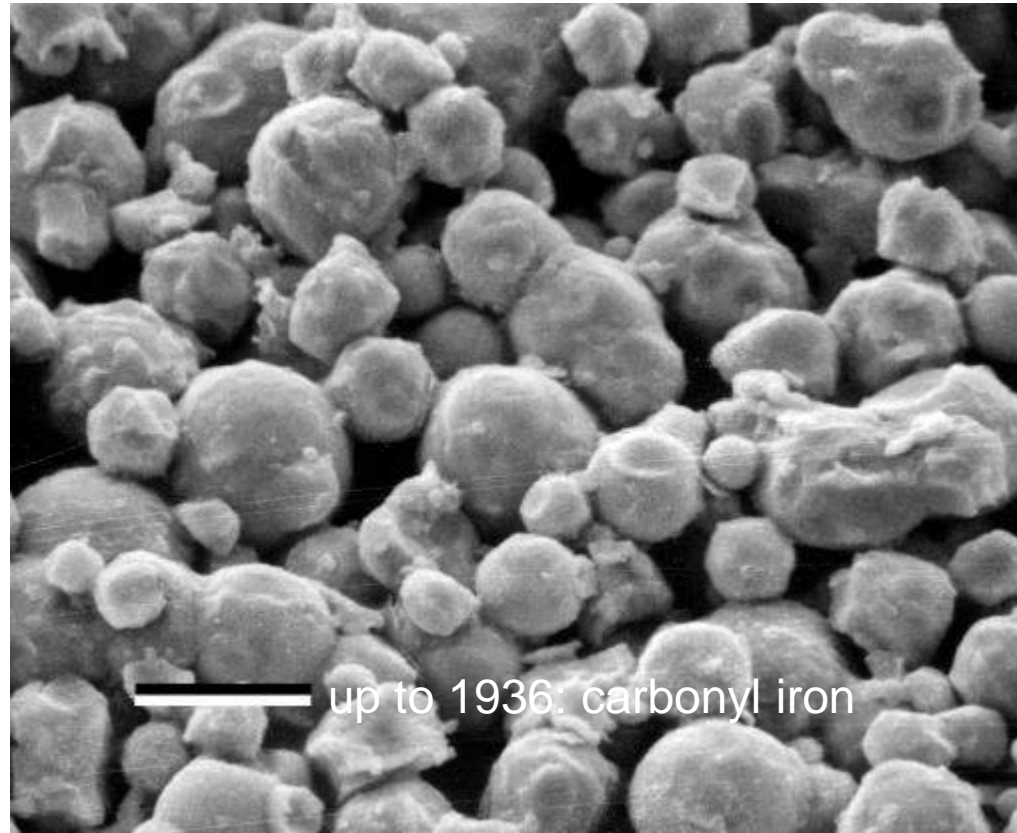
Schematische Darstellung der Remanenzkurventheorie.

Aus: Engel, Friedrich: *Schallspeicherung auf Magnetband*. 1. Aufl.
Leverkusen: Agfa-Gevaert 1975. S.78.

5. Entwicklungsschritte des Magnetbandes



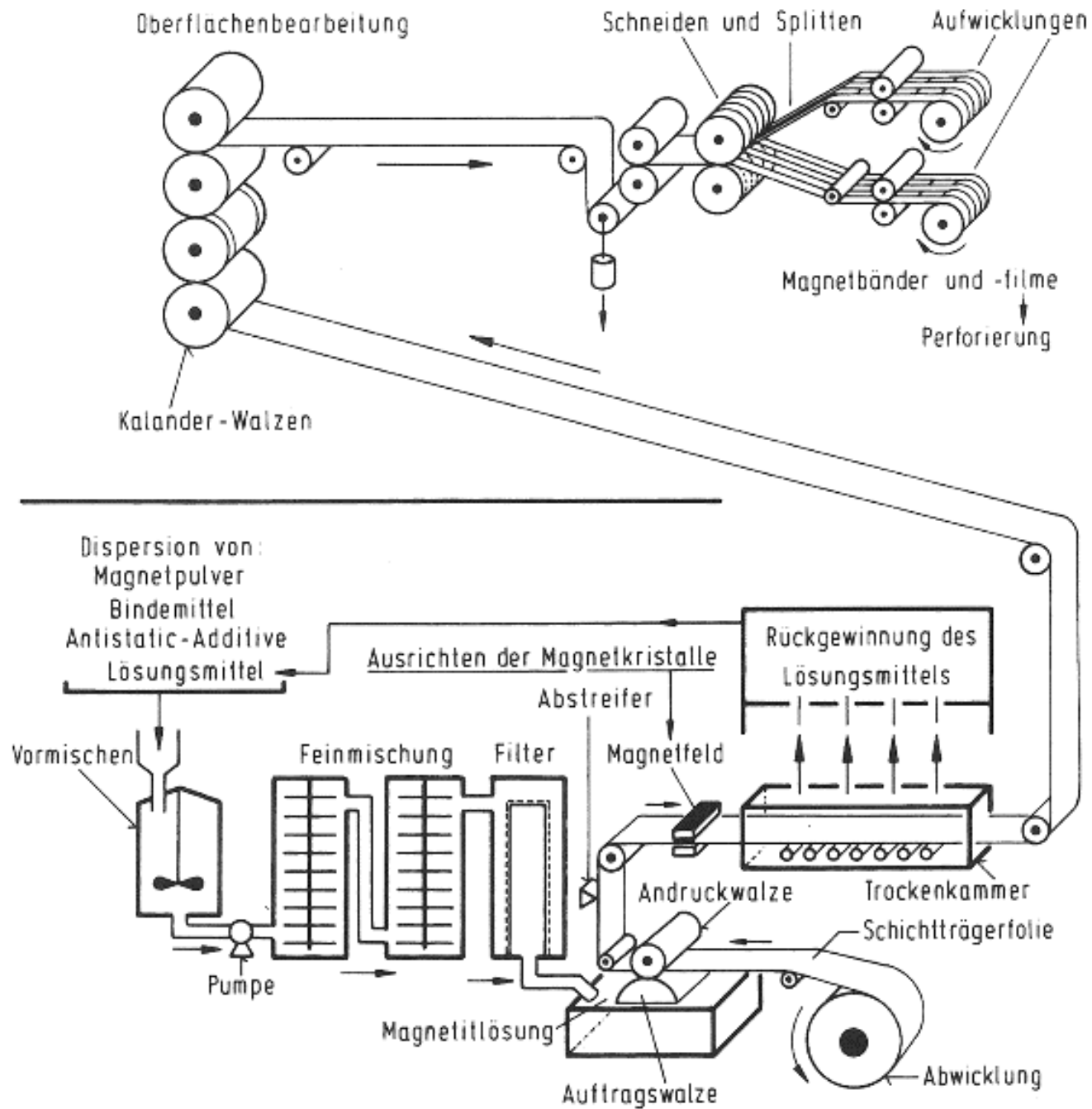
Friedrich Matthias



Fertigungshalle



Magnetband Herstellung

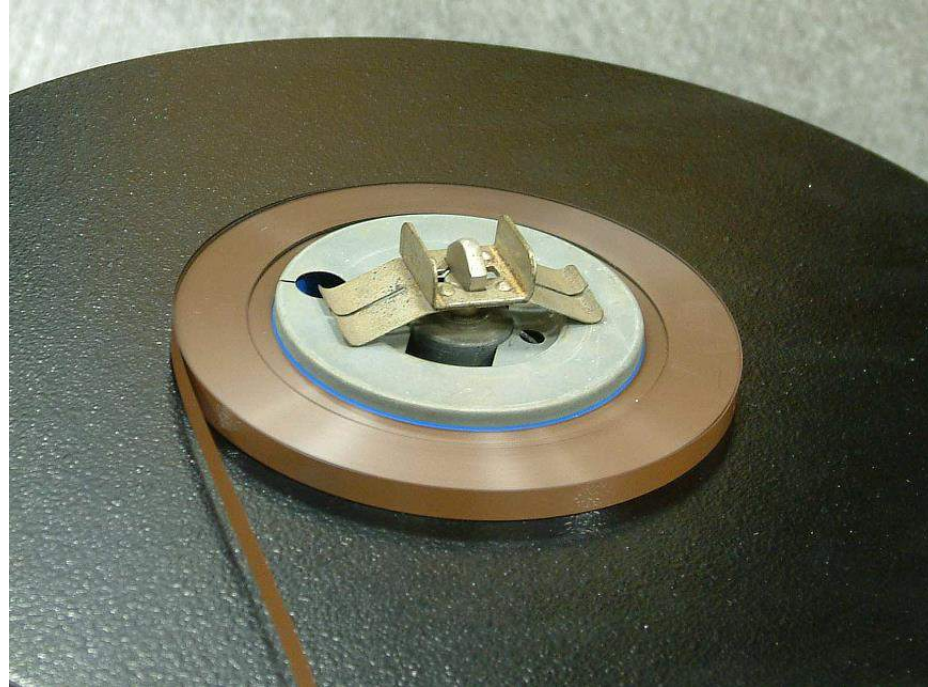
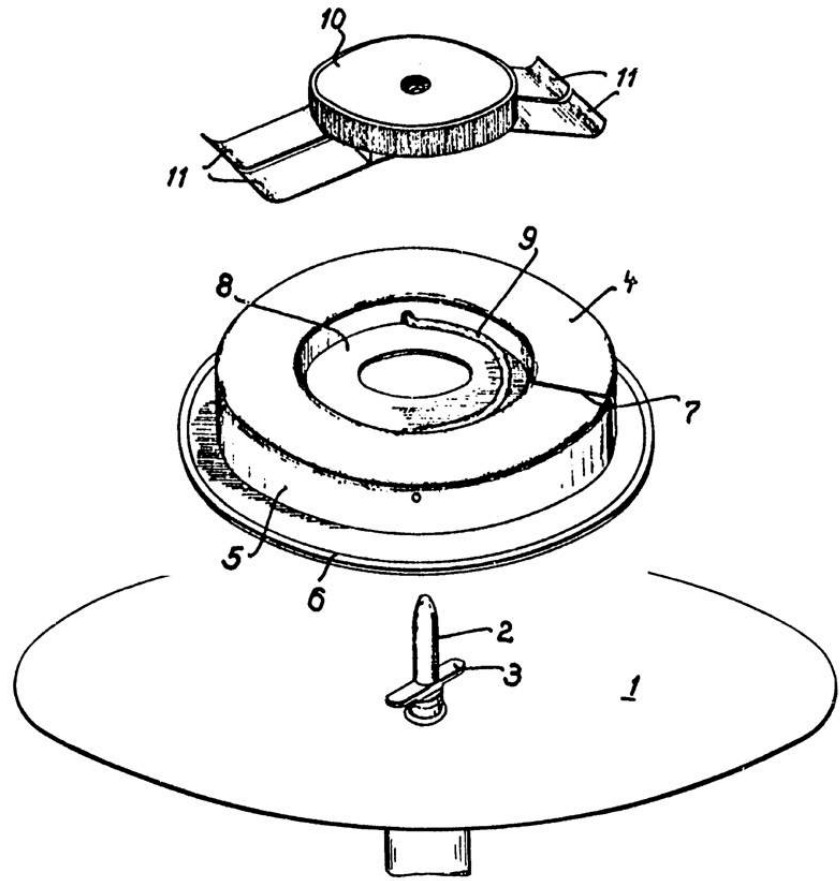


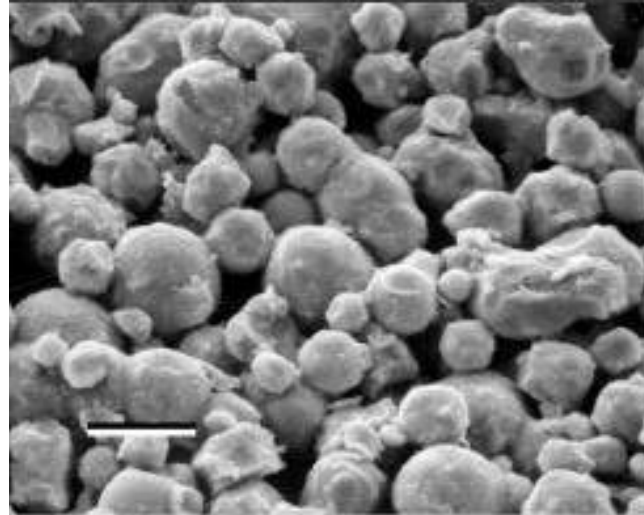




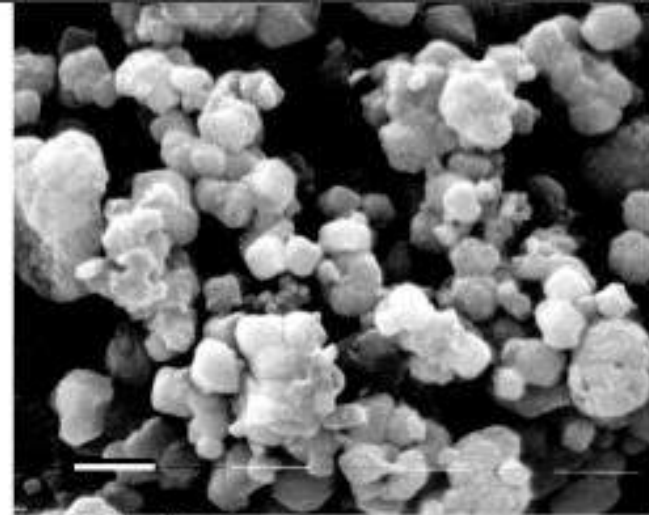




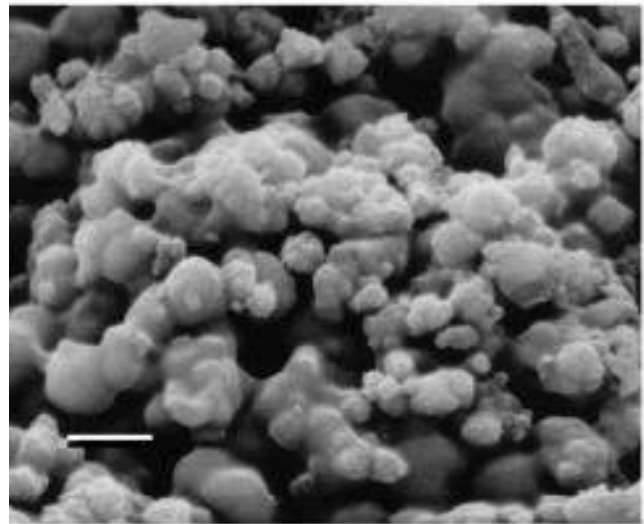




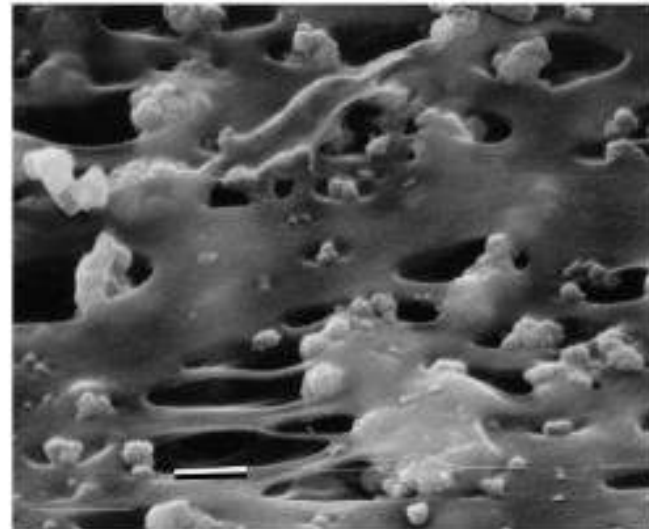
Carbonyl Eisen / Carbonyl Iron, 1935



Fe₃O₄, 1936



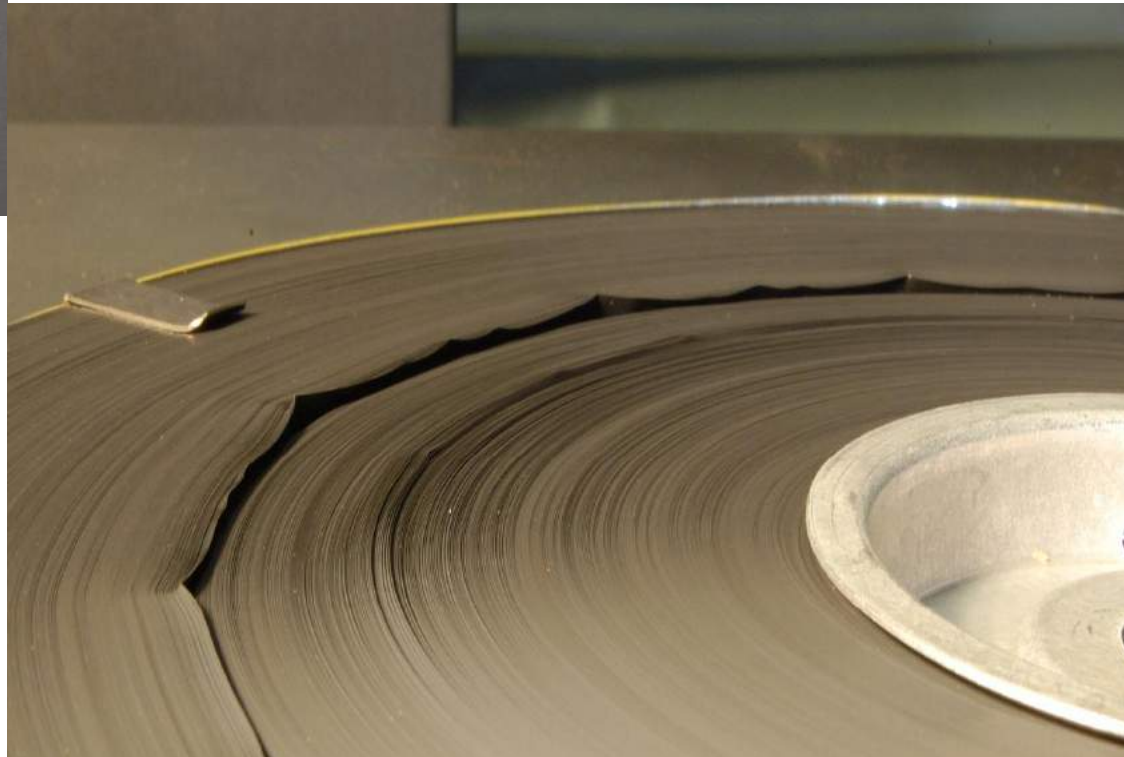
Fe₂O₃, 1939 ... 1943

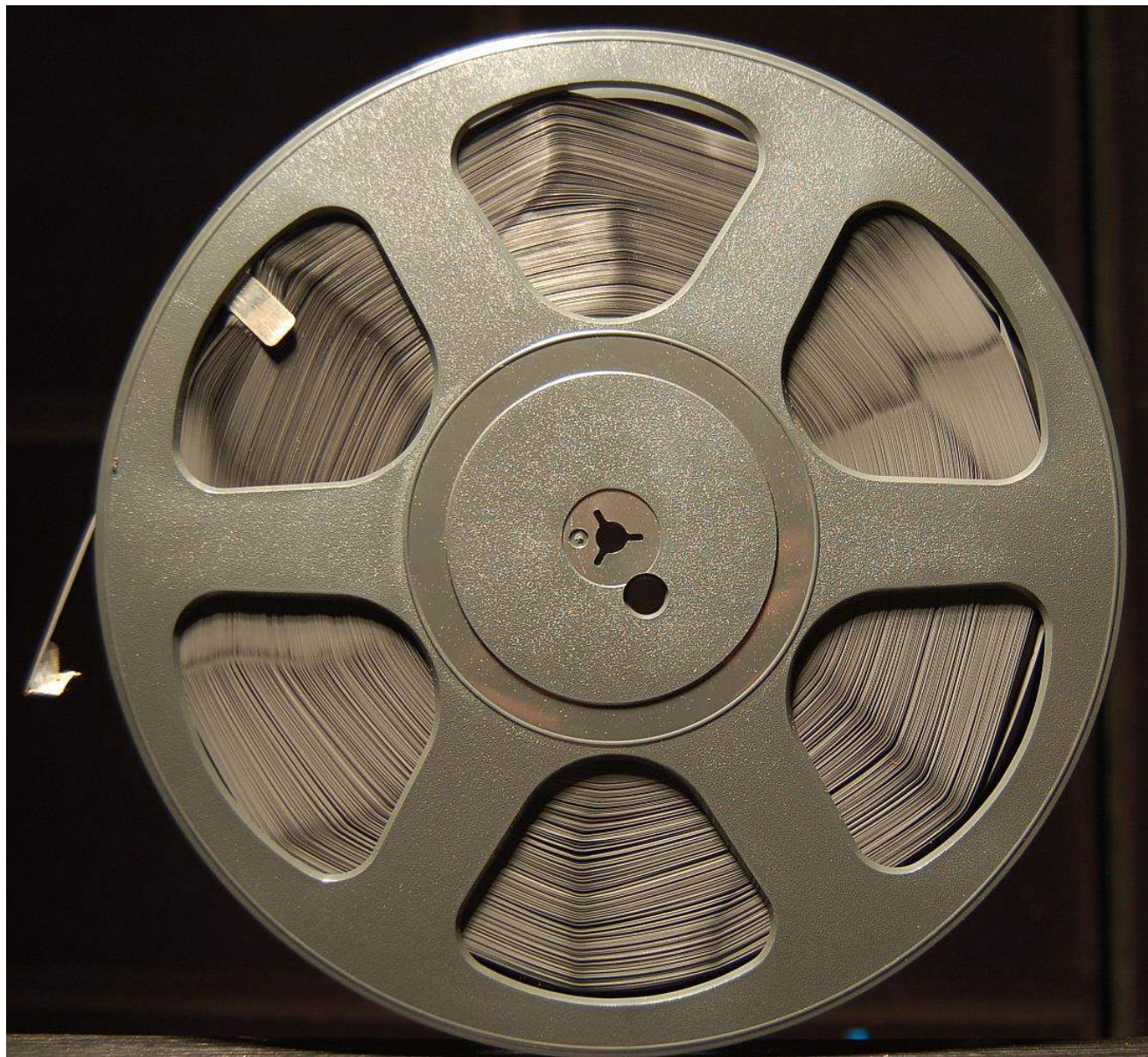


Fe₂O₃, Masseband / homogenous tape, 1943 ... 1948



Fe_3O_4 (Magnetit) Band
Magnetophonband Typ C
„Eisenmohr“, ca. 1936
Aus der Sammlung
Wolfgang Sichardt





Fe_3O_4 (Magnetit)
Band
Magnetophonband
Typ C „Eisenmohr“
Aus der Sammlung
Leandro Mazzoni



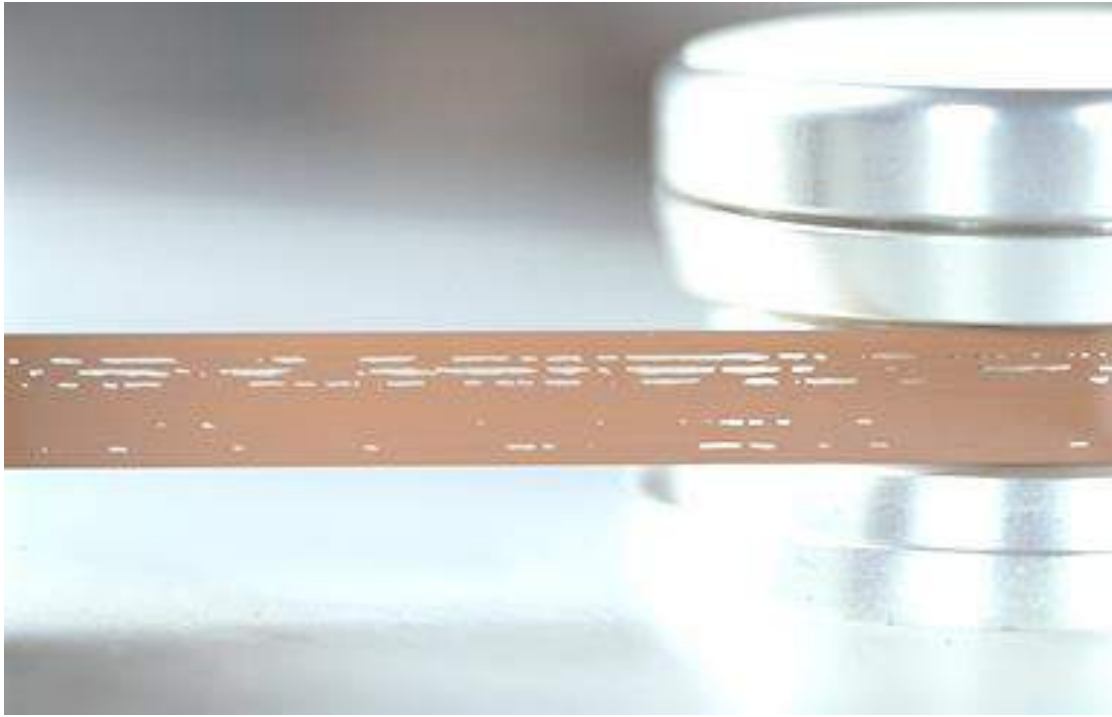
Nächster
Entwicklungsschritt
1936-39:
Magnetophonband Typ C
 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Sammlung
Quellmalz





1947/48

AEG K4 "Spezial", Ser.Nr. 3020
1946 entwickelt für die Deutsche
Reichspost,
Später von Jack Mullin nach San
Francisco gebracht
1947/48



Magnetband: Materialkunde, Schadensformen, Identifikation

Nadja
Wallaszkovits

TOC

1. Bandaufbau
2. Schadensursachen und -formen
3. Identifikation von Bandtypen
4. Magnetische Aufnahme und Wiedergabe

1. Bandaufbau

Erste Tonbänder: Papierträger, mit magnetisierbaren Partikeln beschichtet
(Fritz Pfelemer, 1928)

Ungünstige Materialeigenschaften (rau, hygroskopisch)

Massebänder



Magnetische Partikel und Trägermasse sind gleichmäßig vermischt

Produziert in den sehr frühen Jahren der Magnetbandgeschichte

(z.B. 1948 - 1955 Genoton E, EN, ER, BASF Type L)

Vorteil:

Einfacher Herstellungsprozess

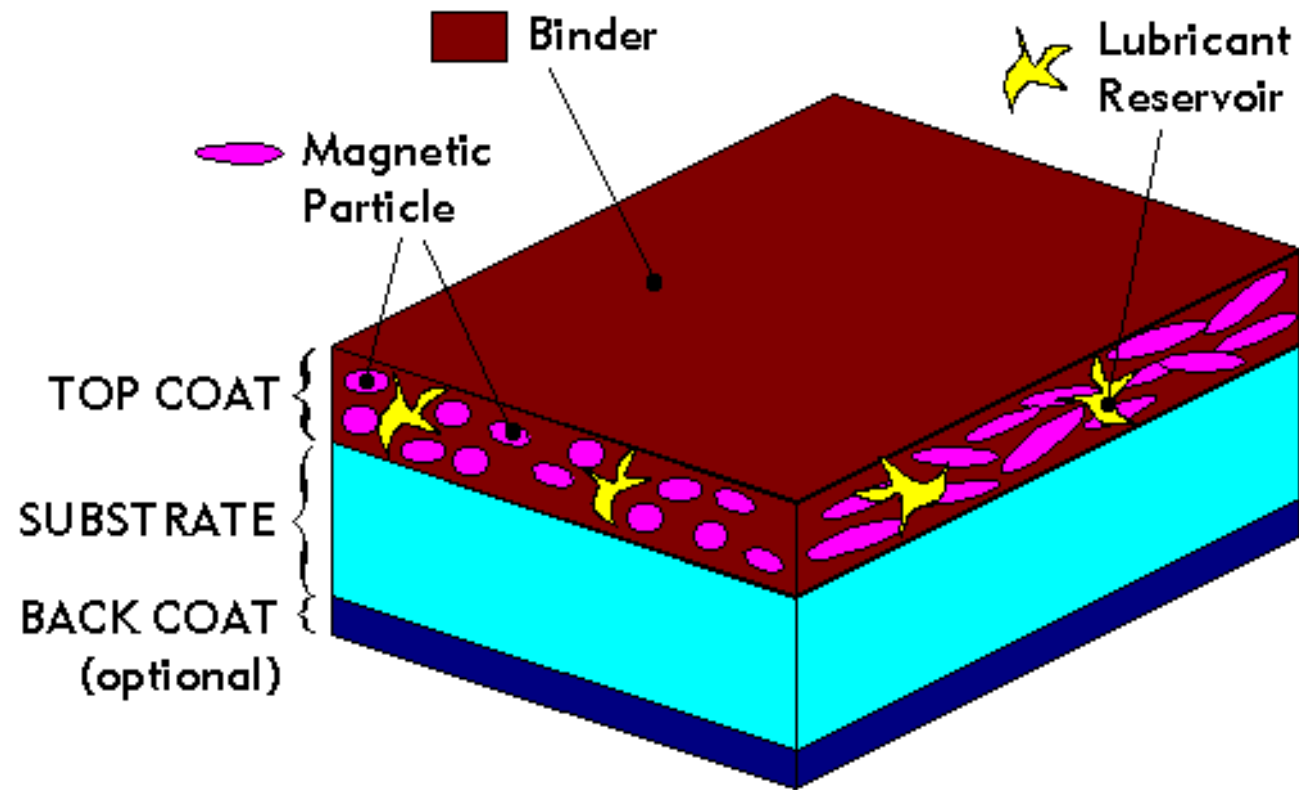
Nachteil:

Magnetische und mechanische Eigenschaften

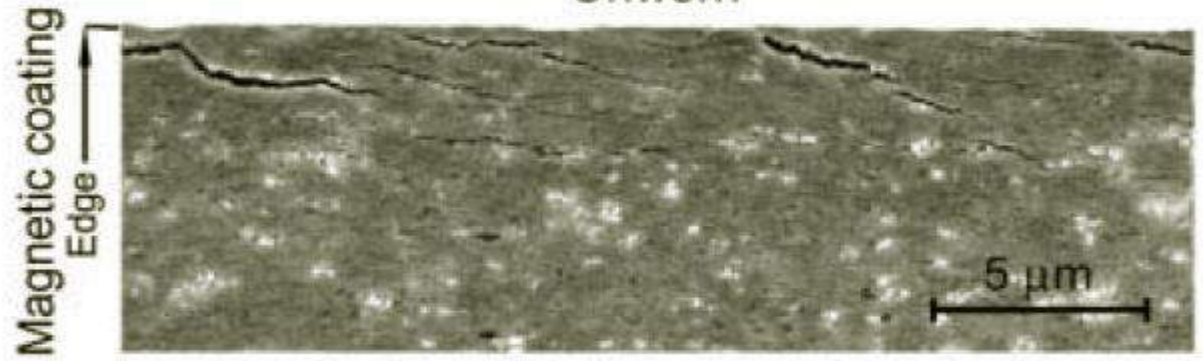
Beschichtete Bänder



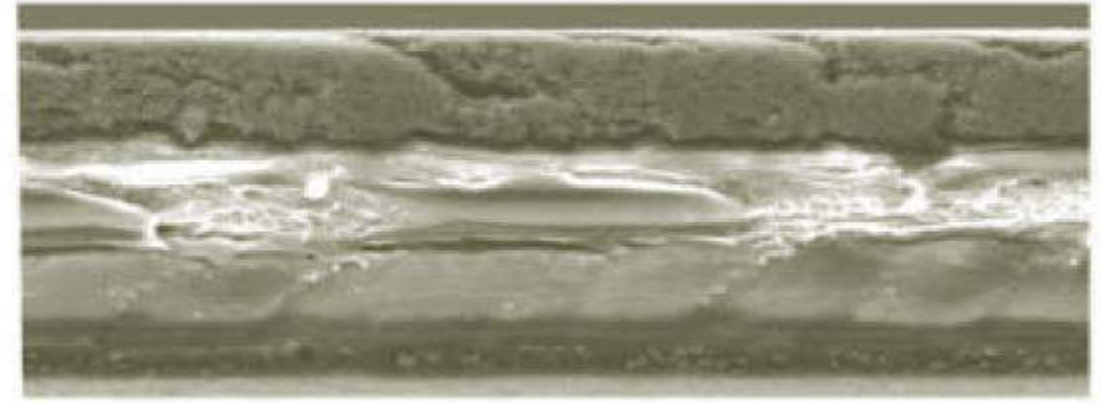
Bandaufbau: Träger, Beschichtungen



Upper edge
Unworn



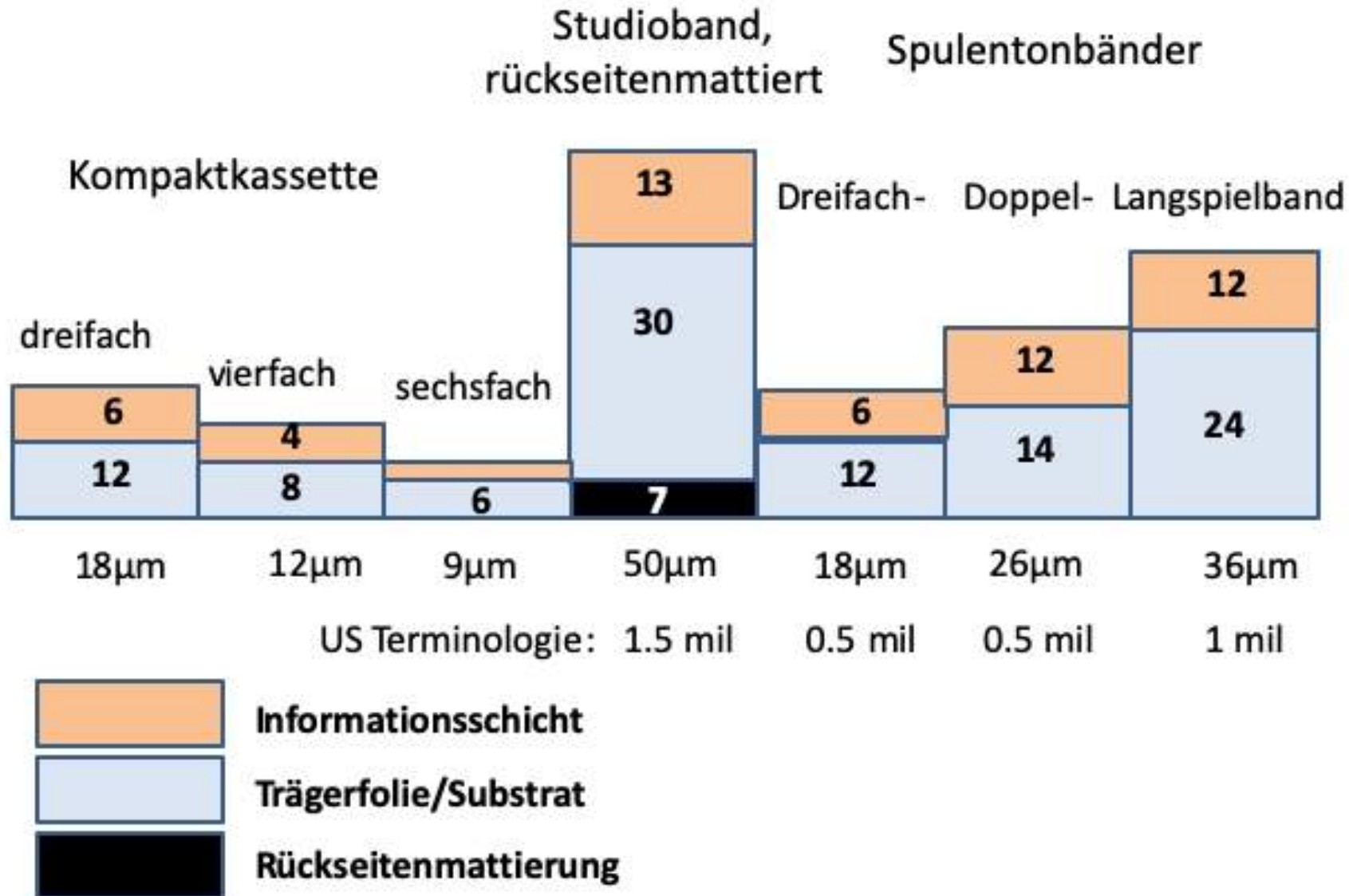
Cross-section



Backcoat



Magnetbänder und Kassetten (Audio): Querschnitt



Bandaufbau Trägerfilm

Cellulose - Acetat (CA):

Produziert von 1945 - ca.
Ende der 1970er Jahre

Polyvinylchlorid PVC:

Produziert 1944 – ca. 1960 (Deutschland)

Polyethylenterephthalat (PET)

Produziert ab ca. 1960

Bandaufbau: Magnetschicht

Magnetpartikel (z.B. $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$, CrO_2) ~ 70-80% (wt)

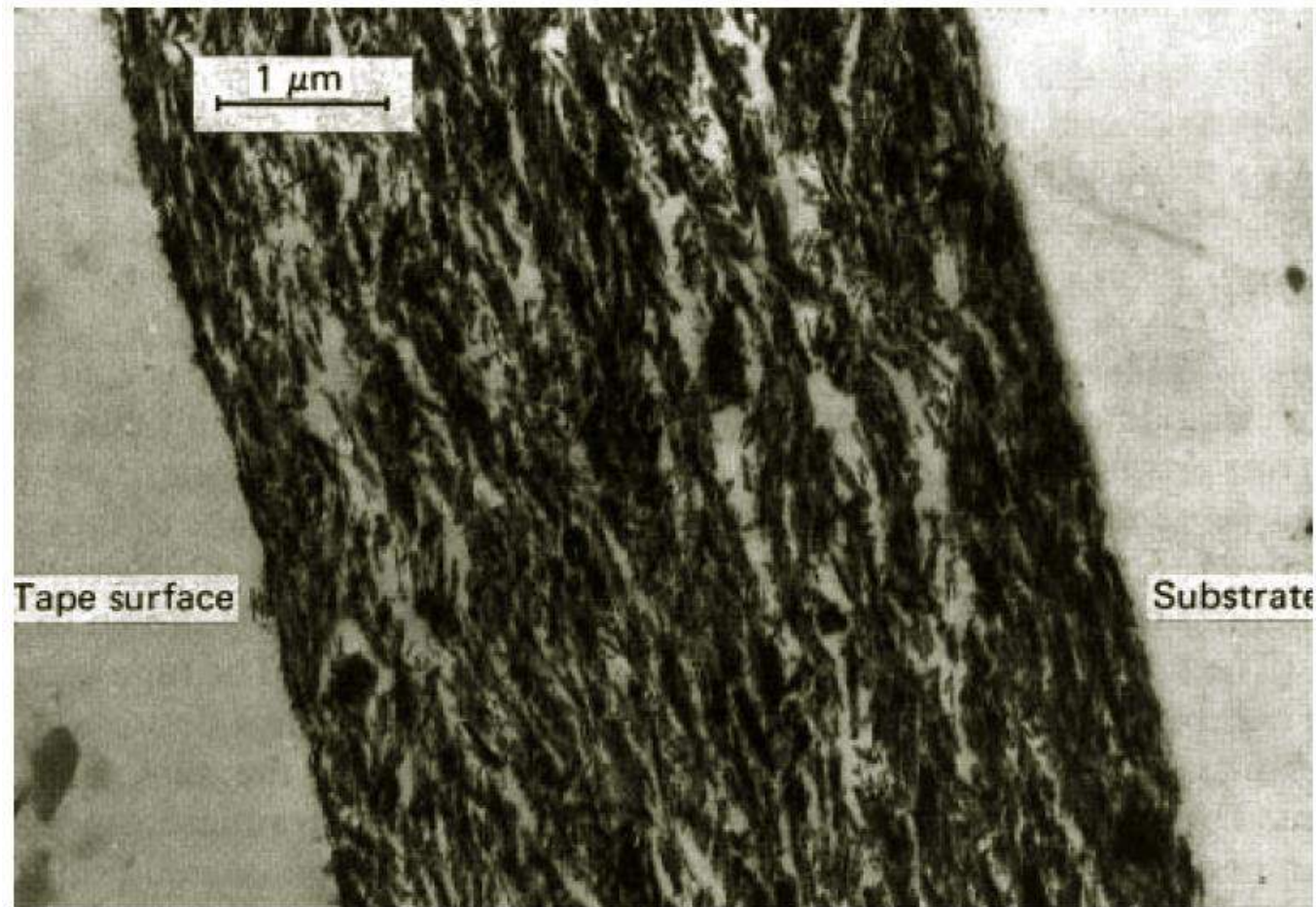
Bindemittel (z.B. Polyester-Polyurethan) ~ 25% (wt)

Gleitmittel (z.B. Perflourpolyether) ~ 3% (wt)

Sonstige Bestandteile

(z.B. Fungizide, Anti-Statik-Mittel, Schleifmittel, Weichmacher und Inhibitoren zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften)

Magnetschicht



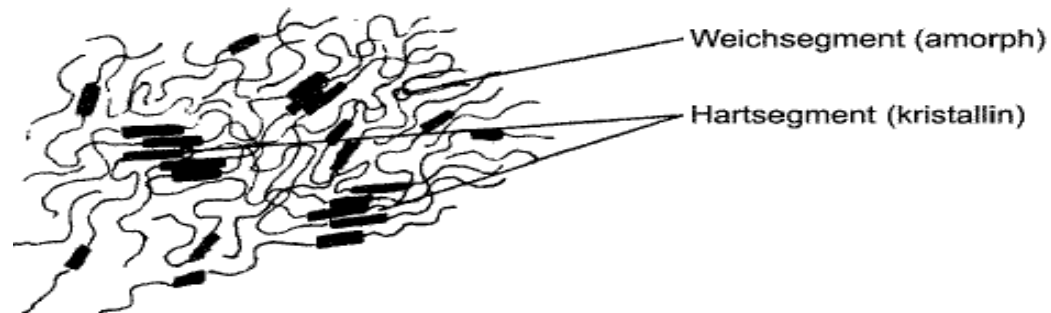
Bandaufbau: Magnetschicht

Wichtigster Bestandteil: Bindemittel

Aufgabe: gleichmäßige und stabile Fixierung der Magnetpartikel und Zusatzstoffe auf dem Trägerfilm

relativ glatte Oberfläche mit kleinsten Poren (20% vol), die ein Anhaften/Verblocken verhindern

Bindemittel: räumlich quervernetztes, gitterförmig aufgebautes Polyester-Polyurethan enthält eine flexible, niedrig schmelzende Komponente, sog. Weichsegment = Polyester und eine härtere, höher schmelzende Komponente mit stark polaren Urethangruppen, sog. Hartsegment = Polyurethan



Bandaufbau: Rückseitenmattierung

Optional bei professionellen Studiobändern (offenerWickel)

Zusammensetzung: Polyester/Polyether-Polyurethan und Kohlenstoffschwarz

Funktion:

- Verbesserung der Wickeleigenschaften

- Verhindern elektrostatischer Aufladung

Daher

Offenporige Struktur, hygroskopisch ausgelegt

2. Schadensursachen und -formen

Hauptursachen von Schädigungen an Magnetbändern können im Wesentlichen zusammengefasst werden:

Mechanische Beschädigung / Deformation

Ungünstige klimatische Bedingungen bei der Lagerung – Luftfeuchtigkeit und Temperatur

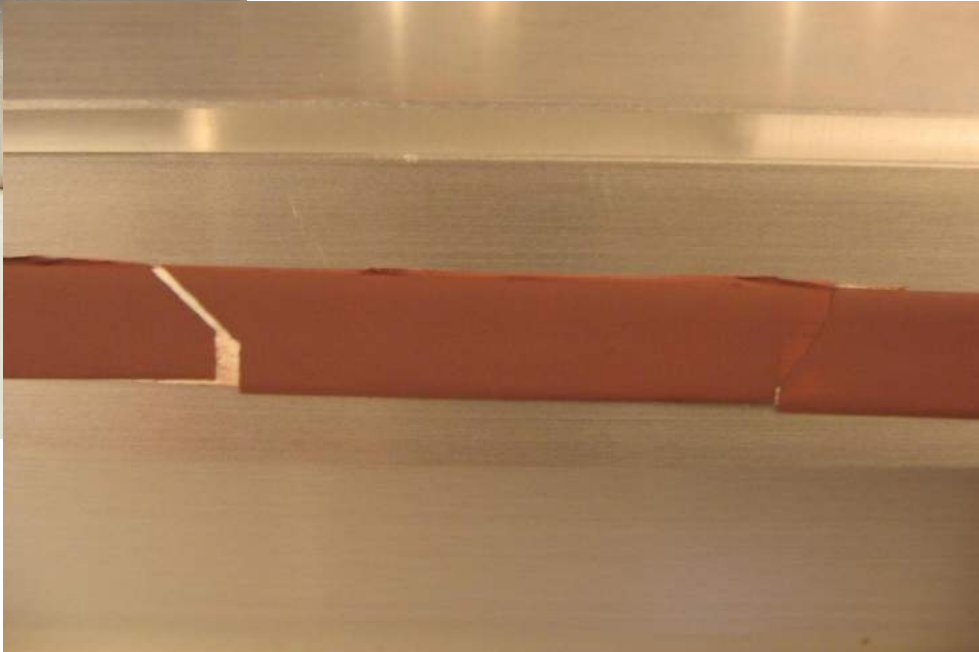
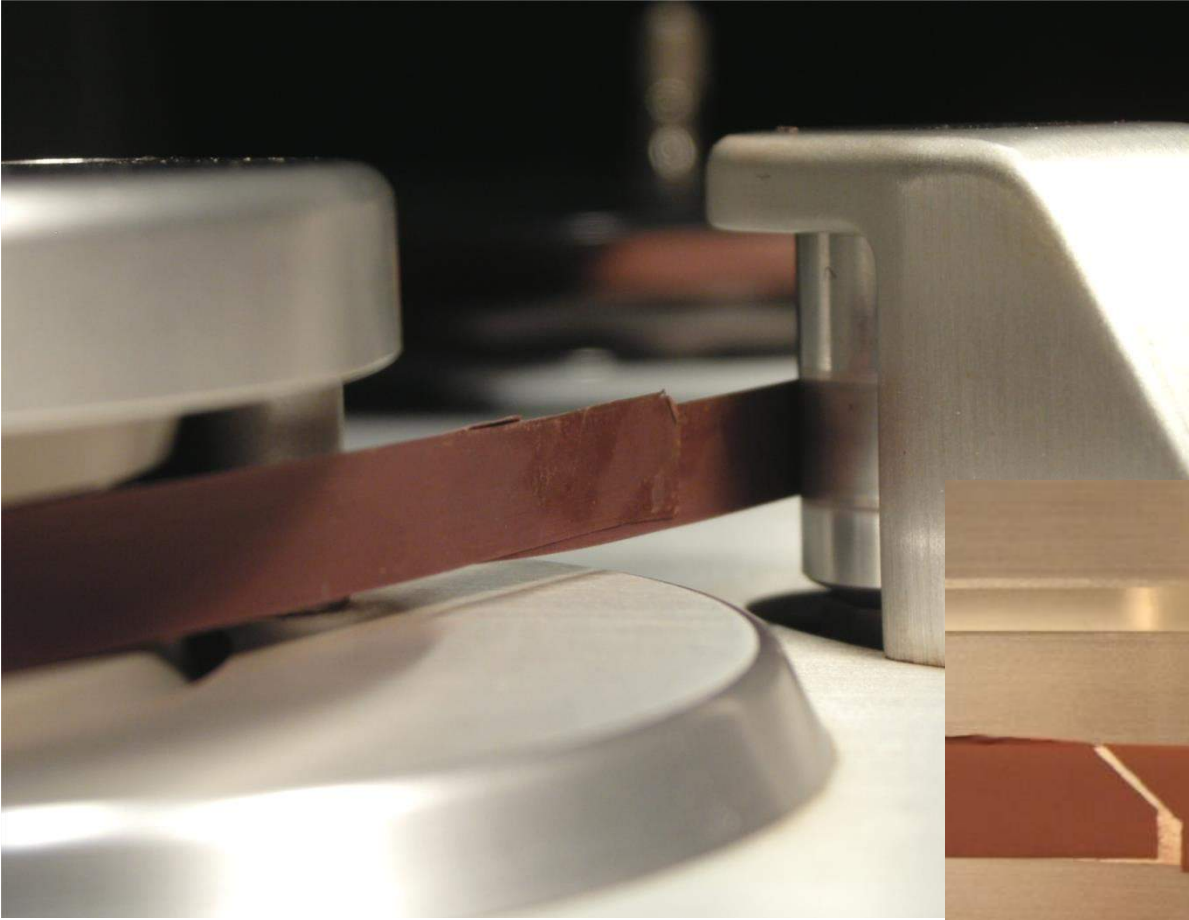
Unsachgemäße Handhabung (Löschen!)

Staub und Verschmutzung aller Art

Magnetische Streufelder

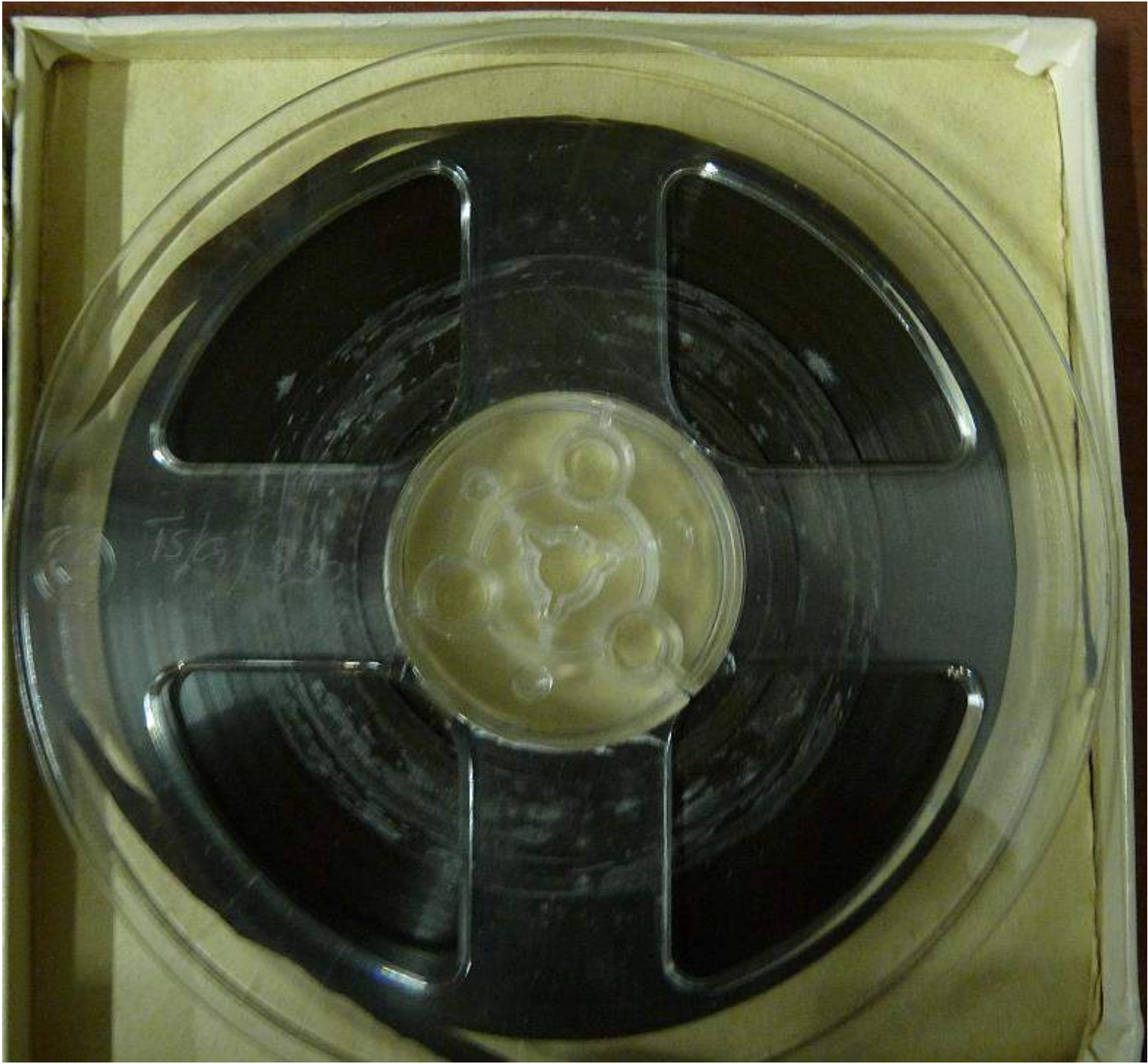
Produktionsfehler

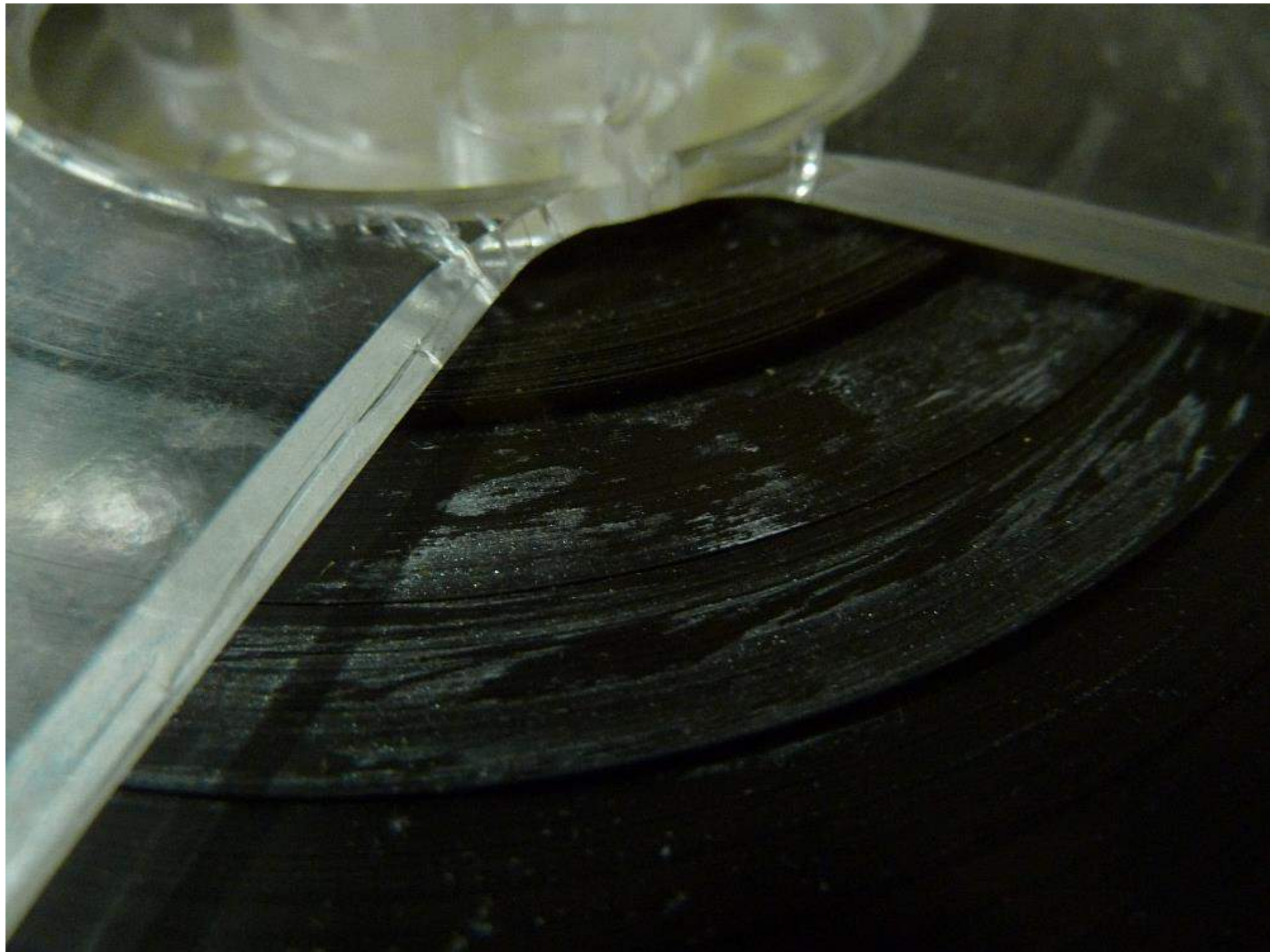














Chemische Schäden

Instabilität des Trägermaterials Cellulose-Acetat

Betrifft:

Filmmaterialien (“saftey film”),

analoge Tonbänder, magnetische Tonfilmbänder (“Perfo” Bänder):

Historische Bänder mit einem Träger oder Bindemittel aus Acetat (produziert bis ca. Ende der 1970er Jahre, z.B. Scotch)

Chemische Schäden

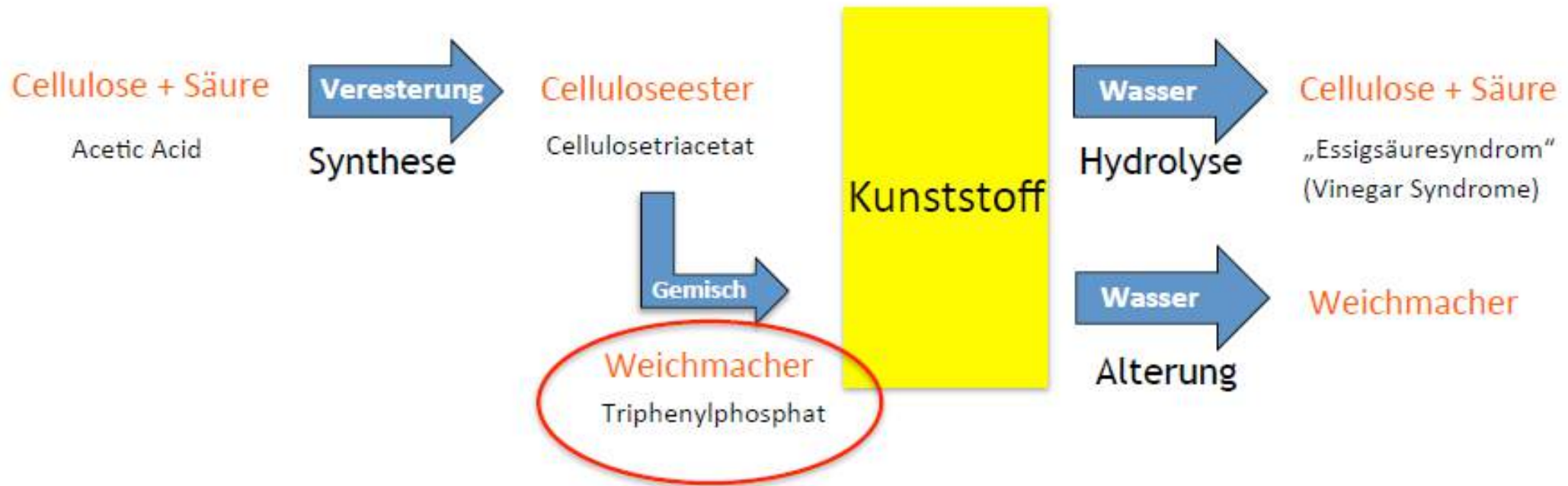
Essigsäuresyndrom bzw. vinegar syndrome:

⇒ saurer Geruch beim Öffnen der Bandschachtel;

Bandmaterial ist sehr brüchig und spröde,
deformiert, Kanten rollen nach innen,

⇒ totaler Zerfall möglich

Vinegar Syndrom



In Nitrofilm bis zu 30% Kampfer
In Triacetat bis zu 15% Triphenylphosphat

Chemische Schäden

Weichmacherverlust:

Betrifft: Kunststoffe, Bindemittel

⇒ Versprödung

⇒ Migration von weichmachenden Substanzen aus Komponenten

⇒ totaler Zerfall möglich

- 11. Plasticizers Use and Selection for Specific Polymers
 - 11.1 Acrylonitrile-Butadiene-Styrene
 - 11.2 Acrylics
 - 11.3 Bromobutyl Rubber
 - 11.4 Butyl Terpolymer
 - 11.5 Cellulose Acetate
 - 11.6 Cellulose Butyrates and Propionates
 - 11.7 Cellulose Nitrate
 - 11.8 Chlorinated Polyvinylchloride
 - 11.9 Chlorosulfonated Polyethylene
 - 11.10 Copolymers
 - 11.11 Cyanoacrylates
 - 11.12 Ethylene-Propylene-Diene Copolymer
 - 11.13 Epoxy Resin
 - 11.14 Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer
 - 11.15 Ionomers
 - 11.16 Nitrile Rubber
 - 11.17 Polyacrylonitrile
 - 11.18 Polyamide
 - 11.19 Polyamine
 - 11.20 Polyaniline
 - 11.21 Polybutadiene
 - 11.22 Polybutylene
 - 11.23 Poly(Butyl Methacrylate)
 - 11.24 Polycarbonate
 - 11.25 Polyester
 - 11.26 Polyetherimide
 - 11.27 Polyethylacrylate
 - 11.28 Polyethylene
 - 11.29 Polyethyleneoxide
 - 11.30 Polyisobutylene
 - 11.31 Polyisoprene
 - 11.32 Polyimide
 - 11.33 Polylactide
 - 11.34 Polymethylmethacrylate
 - 11.35 Polypropylene
 - 11.36 Poly(N-Vinylcarbazole)
 - 11.37 Poly(N-Vinyl Pyrrolidone)
 - 11.36 Polyphenylene Ether
 - 11.37 Polystyrene
 - 11.38 Polysulfone
 - 11.39 Polysulfide
 - 11.40 Poly(Phenylene Sulfide)
 - 11.41 Polyvinylacetate
 - 11.42 Polyvinylalcohol
 - 11.43 Polyvinylbutyral
 - 11.44 Polyvinylchloride
 - 11.45 Polyvinylidene fluoride
 - 11.46 Polyvinylidenechloride
 - 11.47 Polyurethanes
 - 11.48 Proteins
 - 11.48 Rubber, Natural
 - 11.49 Silicone
 - 11.50 Styrene-Butadiene Rubber
 - 11.51 Styrene-Butadiene-Styrene
 - 11.52 Starch

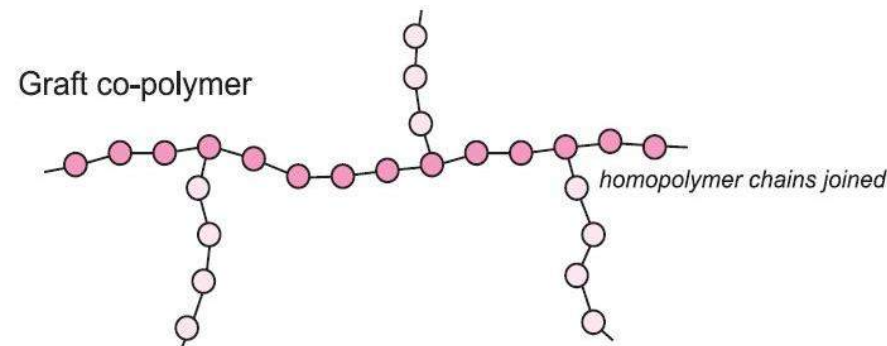
Liste der Polymere,
die Weichmacher
enthalten (können)

Aus:
Wypych, George:
Handbook of Plasticizers,
Second Edition, 2012

Chapter 11
Plasticizers Use and Selection
for Specific Polymers

Interne Weichmacher

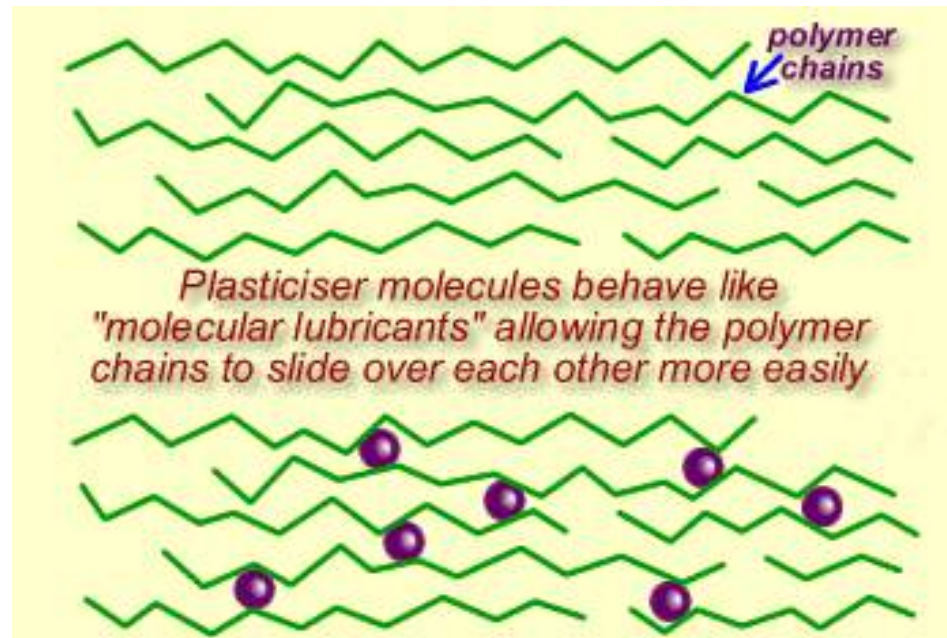
- Teil der Polymerstruktur
- Einbau von flexibilisierenden Gruppen in die Polymerketten (Copolymerisation, side chain grafting)



- Die Beweglichkeit der Polymerketten wird verbessert und die chemisch bindenden Kräfte zwischen den Polymerketten werden reduziert.
- Interne Weichmacher sind inherente Bestandteile des Kunststoffes und chemisch mit ihm reagiert – nicht von Weichmacherverlust betroffen

Externe Weichmacher

- Interagieren physikalisch, nicht chemisch mit dem Polymer verbunden
- Gleitmittel, das zwischen den Makromolekülen sitzt
- Wirtschaftliche Bedeutung – günstige Herstellung, weite Verbreitung

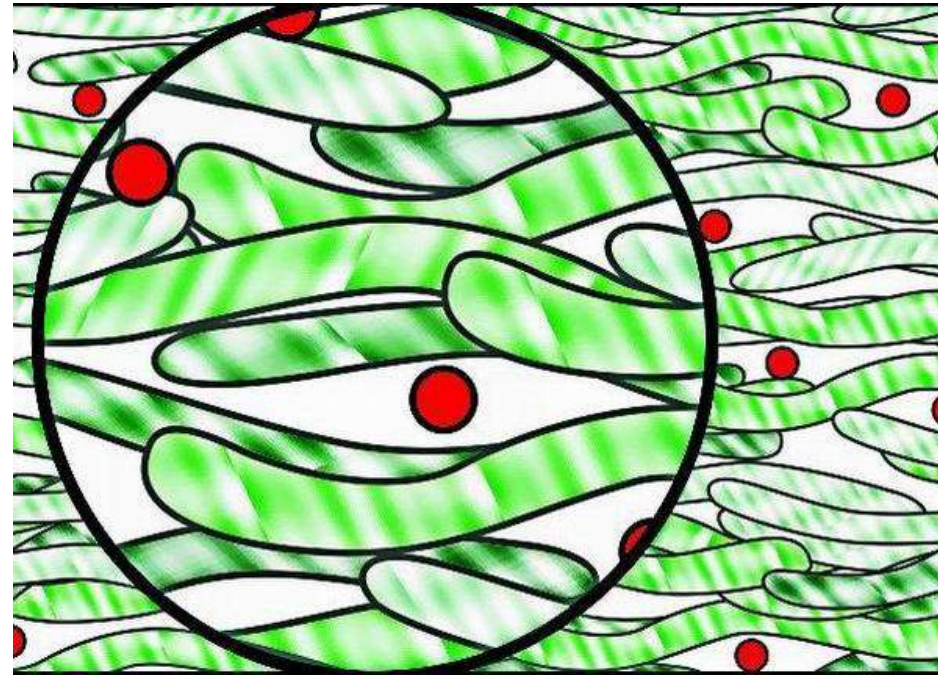


geringe Größe

hoher Dampfdruck

hohe Diffusionsrate

geringes
Molekulargewicht



geringe Hydrogen
Bindung

hohe Weichmachereffizienz

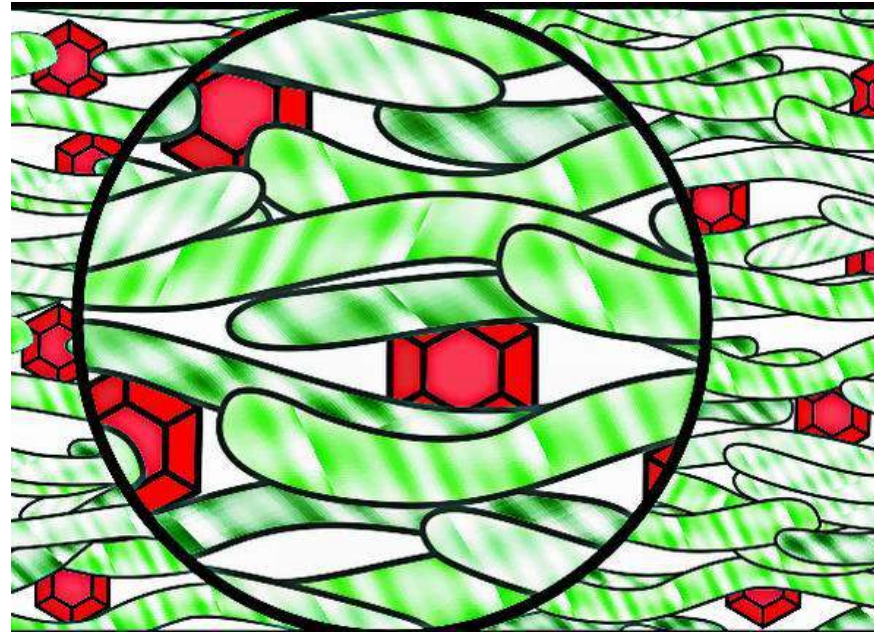
hohe Flüchtigkeit

große Moleküle

geringer Dampfdruck

niedrige Diffusionsrate

hohes
Molekulargewicht



starke Hydrogen Bindung

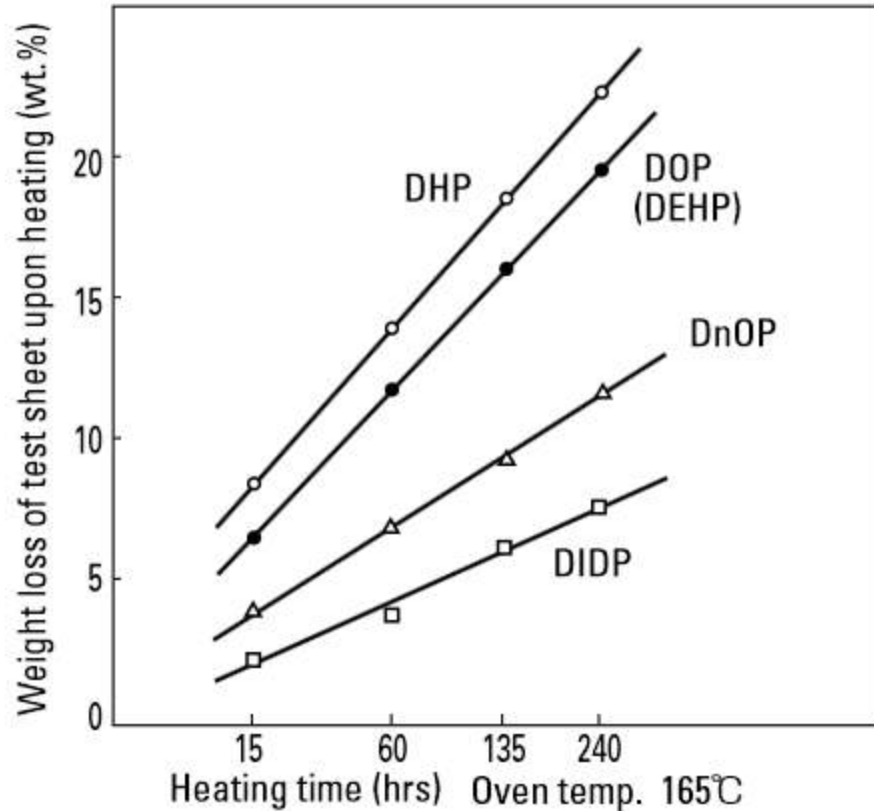
geringere Weichmachereffizienz

geringe Flüchtigkeit

Diffusion in Abhängigkeit von

- Fläche, die der Umgebung ausgesetzt ist
- Dicke der Schicht
- Diffusionskoeffizient – steigt mit wachsender Weichmacherkonzentration an
- Sättigungskonzentration & Dampfdruck des Weichmachers im Stoff
- Sättigungskonzentration & Dampfdruck des Weichmachers in der Atmosphäre
- Temperatur
- Atmosphärischer Druck: Vakuum beschleunigt Abdampfen!

...je höher/ größer, umso schneller



Source: "Revised practical manual for plastics and rubber additives" by Kagaku Kogyosha

Einfluss von Temperatur und **molarer Masse** (g/mol) auf Weichmacherverlust

	g/mol
DHP = Dihexylphthalate	334.46
DOP = Dioctylphthalate	362.50
DnOP = Di(n-octyl)phthalate	390.56
DIDP = Diisodecyl phtalate	446.66

Typisches Beispiel für die Abhängigkeit des Weichmacherverlustes von der Fläche, die der Atmosphäre ausgesetzt ist

Innerer Bandwickel: hoher Druck, geringe Abdampfungsfläche

Äußerer Bandwickel: geringerer Druck, größere Abdampfungsfläche



Trägerfolie:

Lösungsmittel

CA

Weichmacher (z.B. TPP) **~15-20% (wt)**

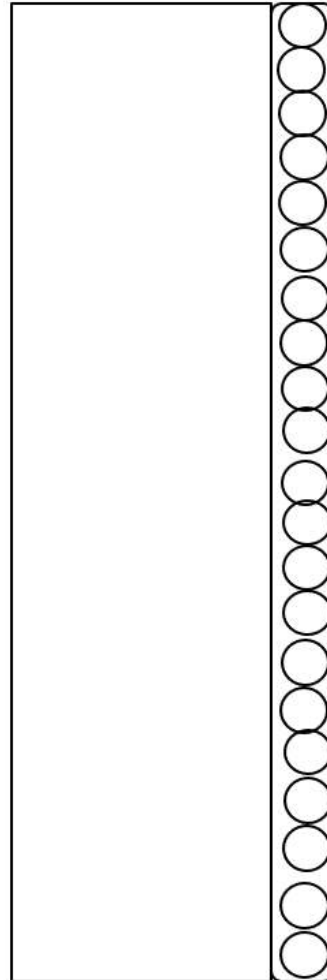
Magnetschicht:

Magnetpigment (z.B. $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$, CrO_2) **~ 70-80% (wt)**

Bindemittel (z.B. Polyester-Polyurethan) **~ 25% (wt)**

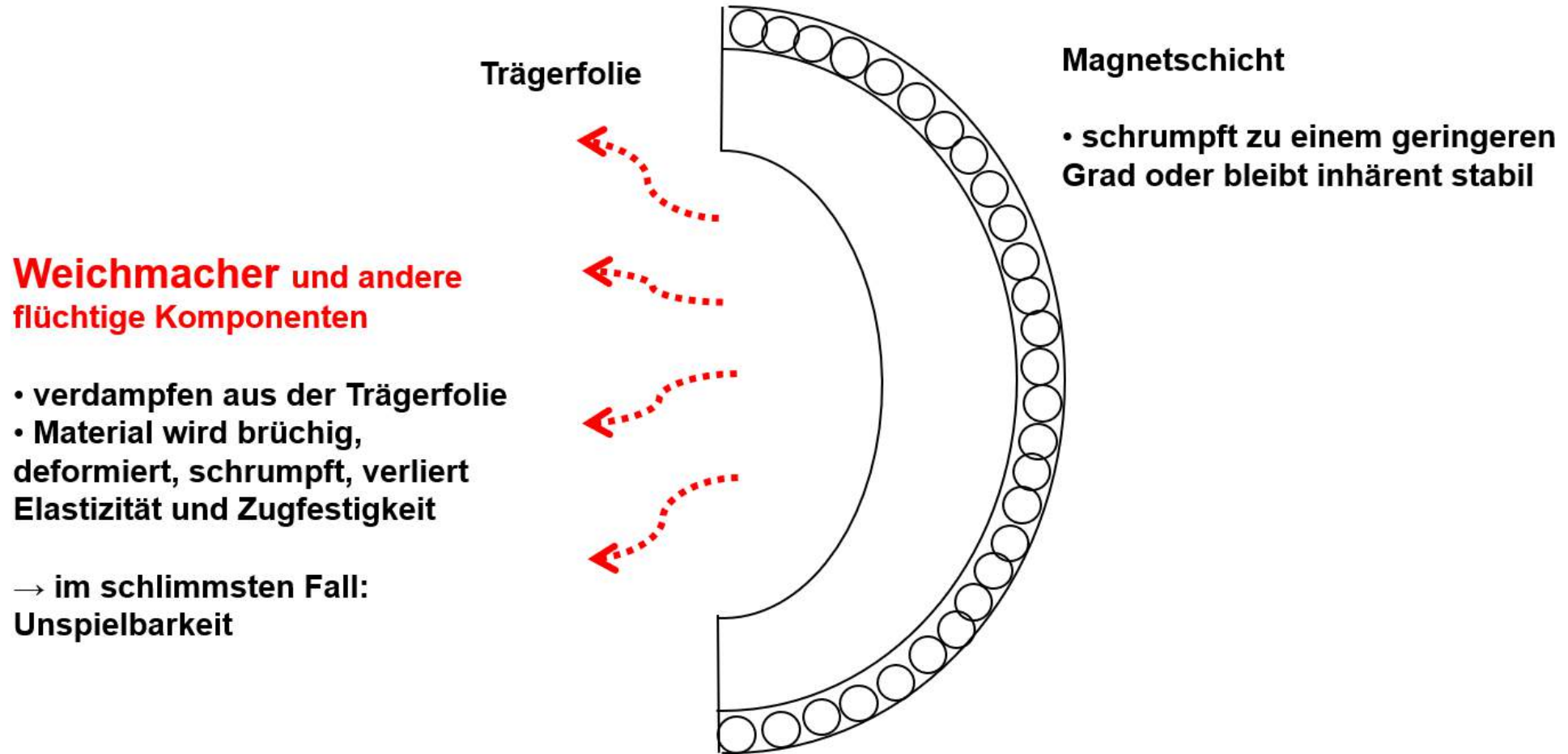
Gleitmittel, Weichmacher, andere **~ 3% (wt)**

Trägerfolie

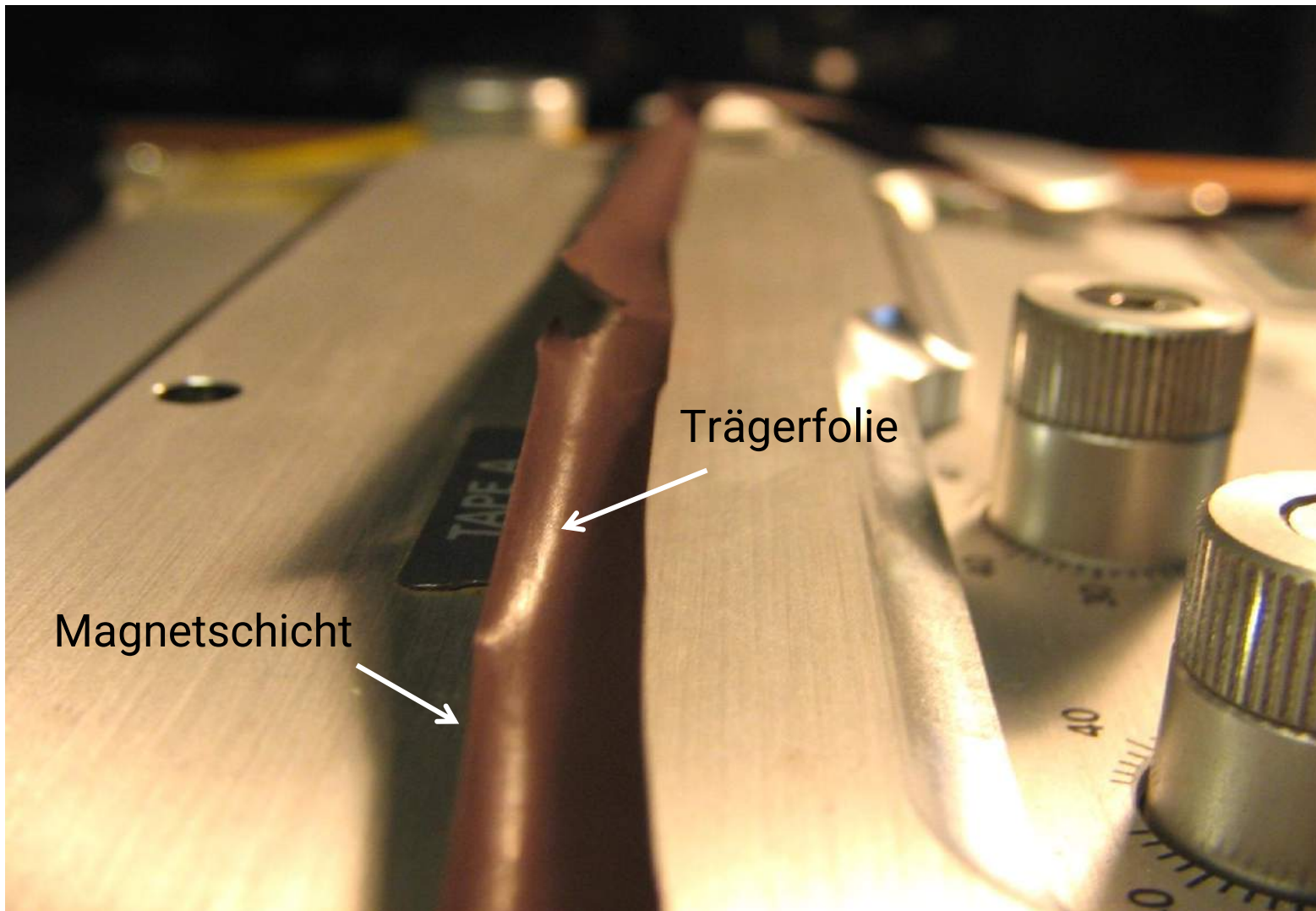


Magnetschicht

Weichmacherverlust



Theoretisch: maximale Schrumpfung von ~ 15-20%!
In der Praxis typischer Wert ~ 5-10%



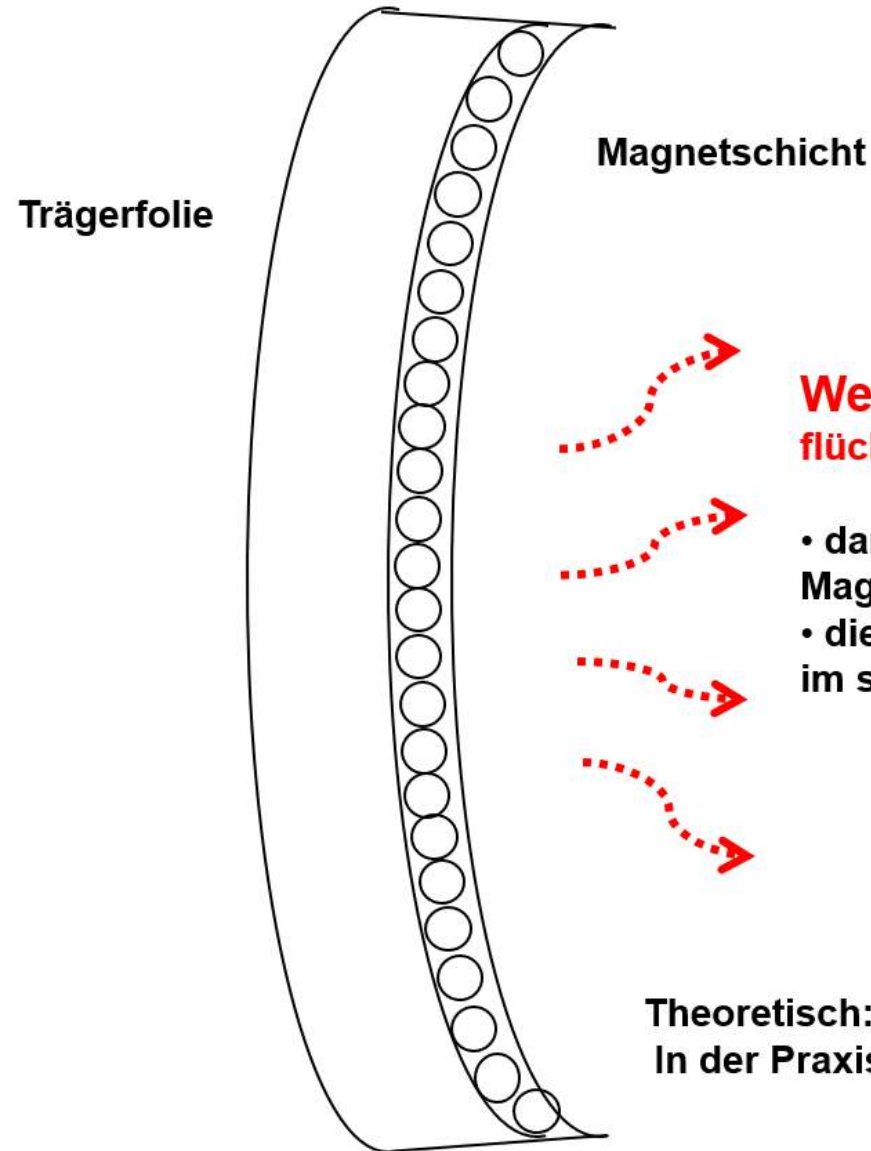
Magnetschicht

Trägerfolie









Weichmacher und andere flüchtige Substanzen

- dampfen aus der Magnetschicht ab
- diese wird brüchig und instabil, im schlimmsten Fall Totalzerfall

**Theoretisch: maximale Schrumpfung von ~ 3-5%!
In der Praxis typischerweise Schichtablösung**



3. Identifikation von Bandtypen

Identifikation Cellulose-Acetat:

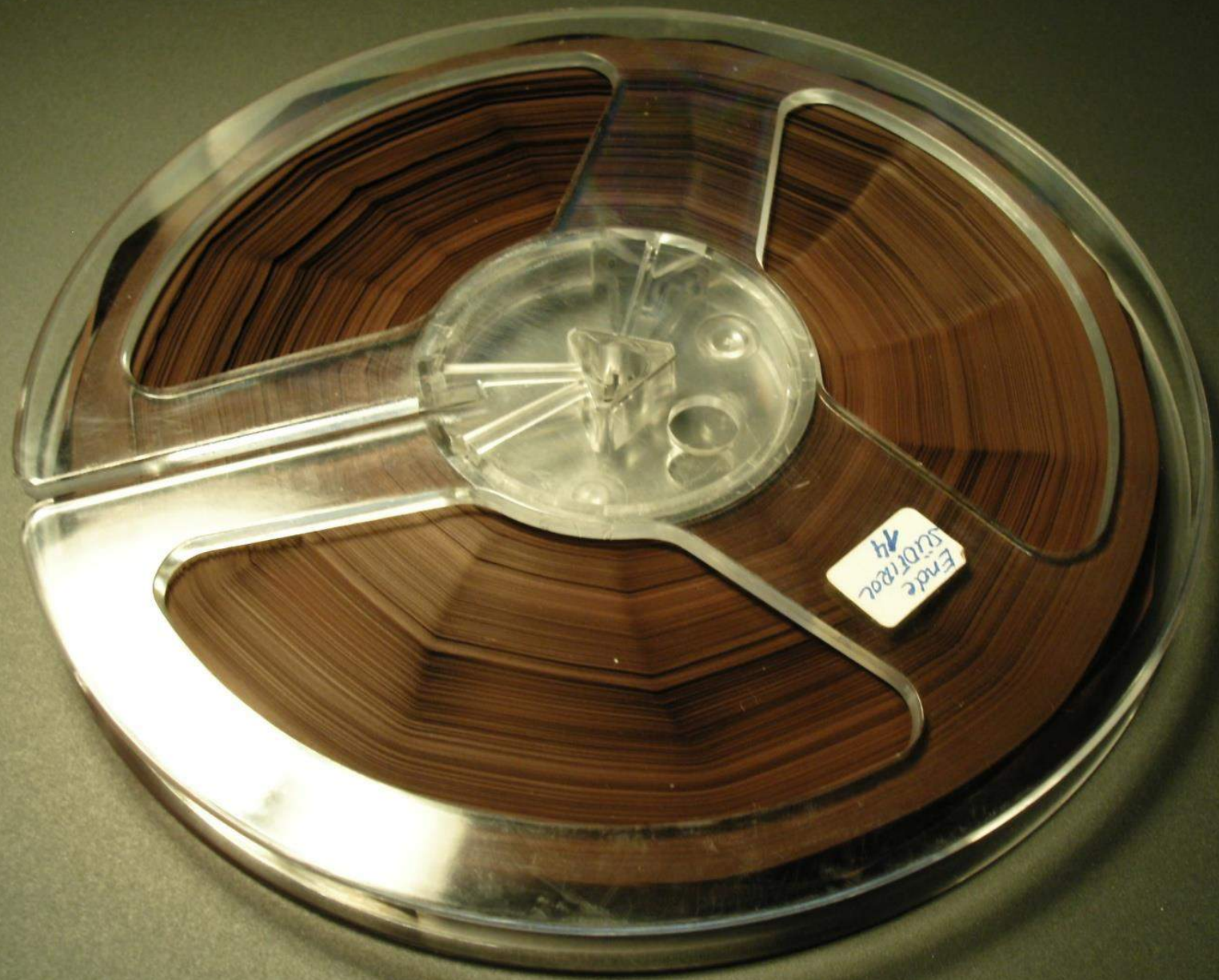
Braune bis rötliche Färbung, selten dunkel oder schwarz

Bandwickel ist im Gegenlicht durchscheinend

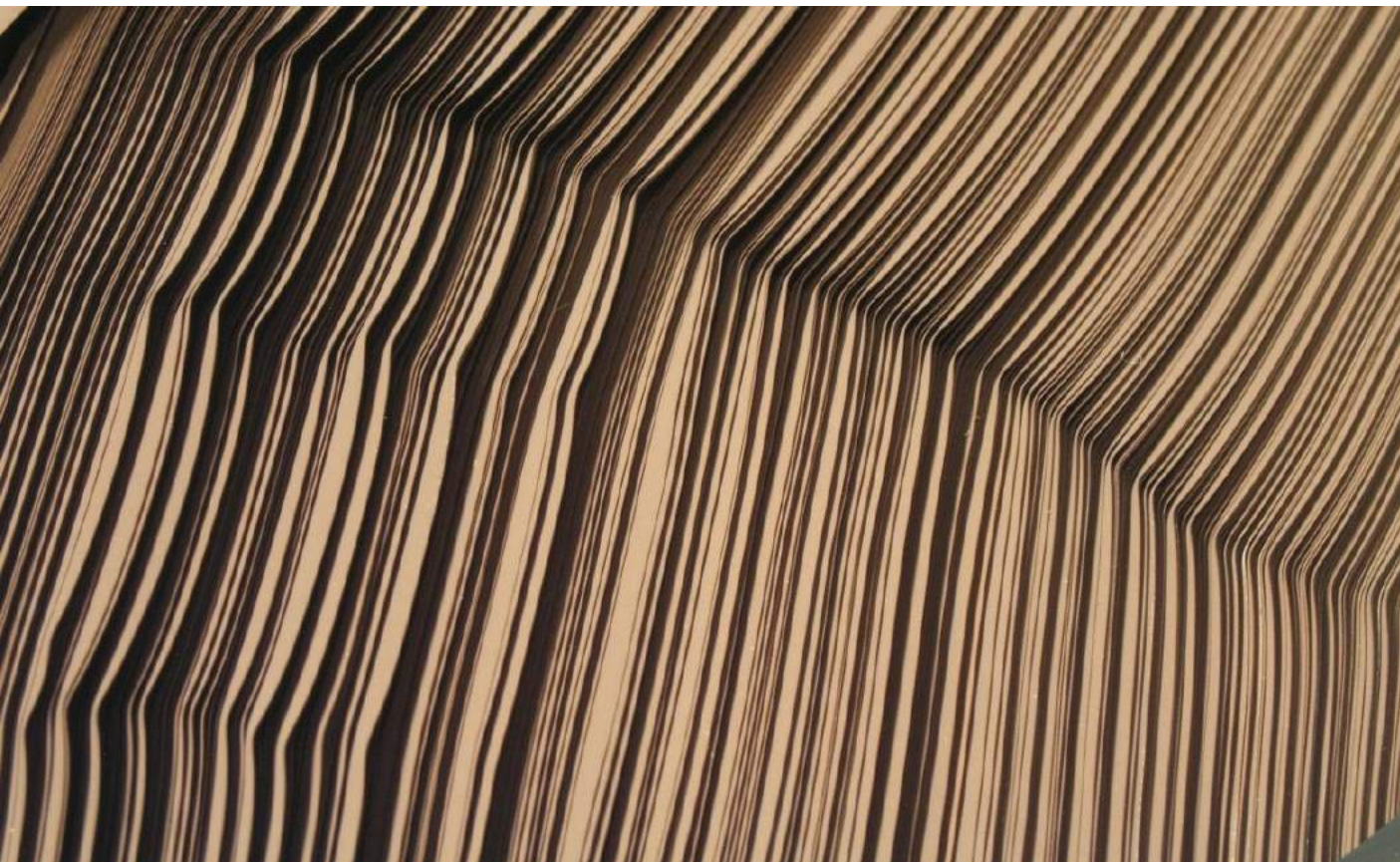
Band reißt leicht mit relativ gerader, scharfer Kante

Typische Versprödungserscheinungen: Deformation,

„Regenrinne“, „spoking“



Ende
SUDTR200
↗



Identifikation von Bandtypen

Polyvinylchlorid (PVC):

Reißfest

Nicht empfindlich gegenüber Feuchtigkeit, jedoch hitzeempfindlich

Überdehnt vor dem Reißen

Glatte, meist schwarze Trägerschicht, meist ohne Rückseitenmattierung -

Beilsteinprobe

Eher selten zu finden, wenige Bandmaterialien Deutscher Hersteller

Identifikation von Bandtypen

Polyethylenterephthalat (PET):

Videobänder seit Beginn, Audio seit ca. 1970

Relativ stabil und sehr reißfest

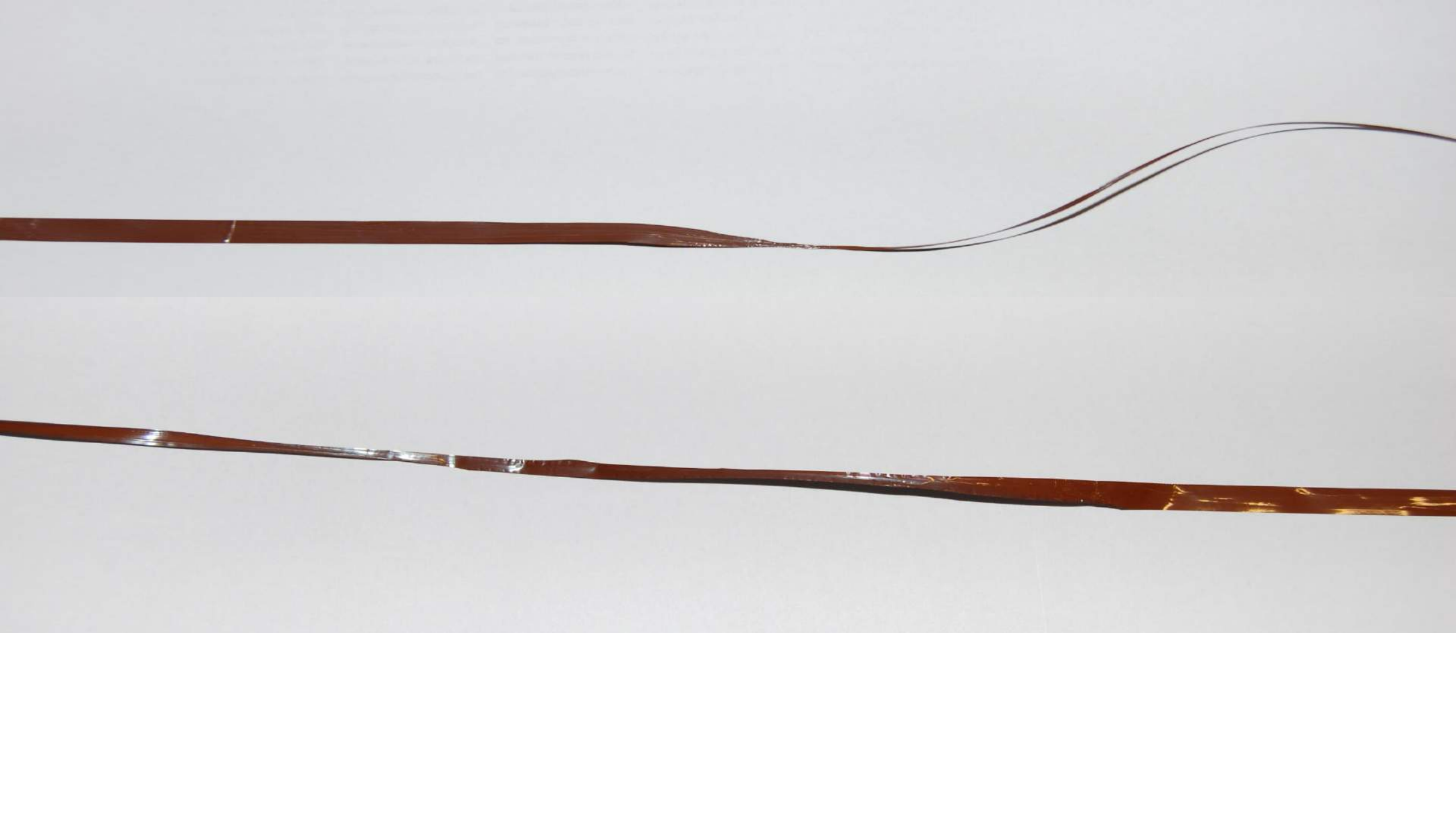
Hitzeempfindlich

Vorwiegend schwarze Färbung

Überdehnt stark vor dem Reißen

Gleicht unregelmäßige Spannungen im Wickel durch

„Kriechen“ aus



Chemische Schäden

Bindemittelzerfall

Moderne Audio und Video Bänder (PET Bänder mit Polyester-Polyurethan Bindemittel):

⇒ **Sticky-Tape / Sticky Shed Syndrom**

Chemische Schäden

Bindemittelzerfall - drei Theorien

1) **Hydrolyse** \Rightarrow Klassische Theorie des hydrolytischen Abbaus des Polyester-Polyurethan Bindemittels

Theoretisch reversibel

Thermische Behandlung "Backen"

Chemische Schäden

Hydrolyse

Ursachen: zu hohe Luftfeuchtigkeit und Temperatur bei der Lagerung

Ablauf:

Wasser (Luftfeuchtigkeit) lagert sich an der porösen Oberfläche des Bandes an und dringt in die Bindemittelschicht ein

Wasseranlagerung – Kettenspaltung (kurzkettige

Carbonsäuren und Alkohole entstehen) – Polymer-Degradation

Bildung von Abrieb

Chemische Schäden

Erkennen der Bindemittel-Hydrolyse:

beim Öffnen: modriger, leicht säuerlicher Geruch des Bandes, innerhalb der Kassettenhülle

beim Abspielen: ungleichmäßiger Bandlauf, erhöhter, klebriger Bandabrieb (geringer Abrieb ist normal und auch erwünscht)

auffällige Geräuschentwicklung des Bandes beim Abspielen (Quietschen o.ä.);
Ton und Bild verlieren drastisch an Qualität beim Abspielen, bis hin zum Totalausfall

Band stoppt unvermittelt im Player (Video), verschmierte Ton-oder Bildköpfe (Qualitätsverluste, erhöhte Drop-out Rate)

Chemische Schäden

Bindemittelzerfall - drei Theorien

2) **Reaktion** zwischen Bindemittel der Magnetschicht (Polyester-polyurethan) und Bindemittel der Rückseitenmattierung (Polyether-polyurethan)

Tritt nur bei rückseitenmattierten Bändern auf

Lösung: Rückseitenmattierung entfernen

Charles A. Richardson and Martin Atias: The (Carbon-) Black Ops of Recording Tape: Sticky-Shed Syndrome Exposed.

<https://publish.iupress.indiana.edu/read/sustainable-audiovisual-collections/section/4971c90e-d10f-4503-b92a-6cfb9439c509>

Chemische Schäden

Bindemittelzerfall - drei Theorien

3) Herstellungsprozess ⇒ Kalandrierwalzenandruck ausschlaggebend

“Nachkalandrieren” am Wickel

Thermische Behandlung “Backen” zeigt immer weniger Wirksamkeit

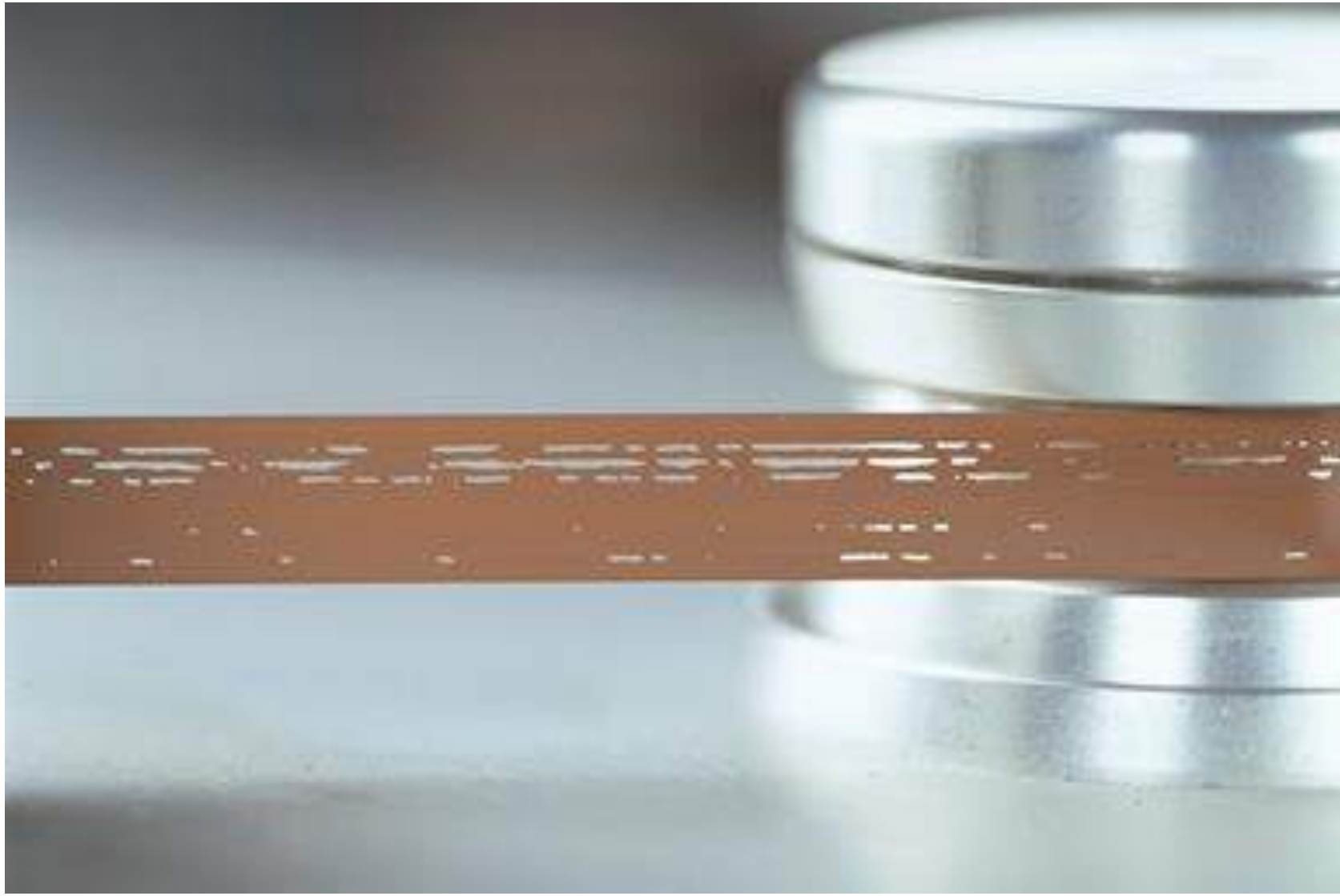
Schüller, Dietrich: Magnetic Tape Stability: Talking to Expts of Former Tape Manufacturers. IASA Journal 42, P. 32-36.

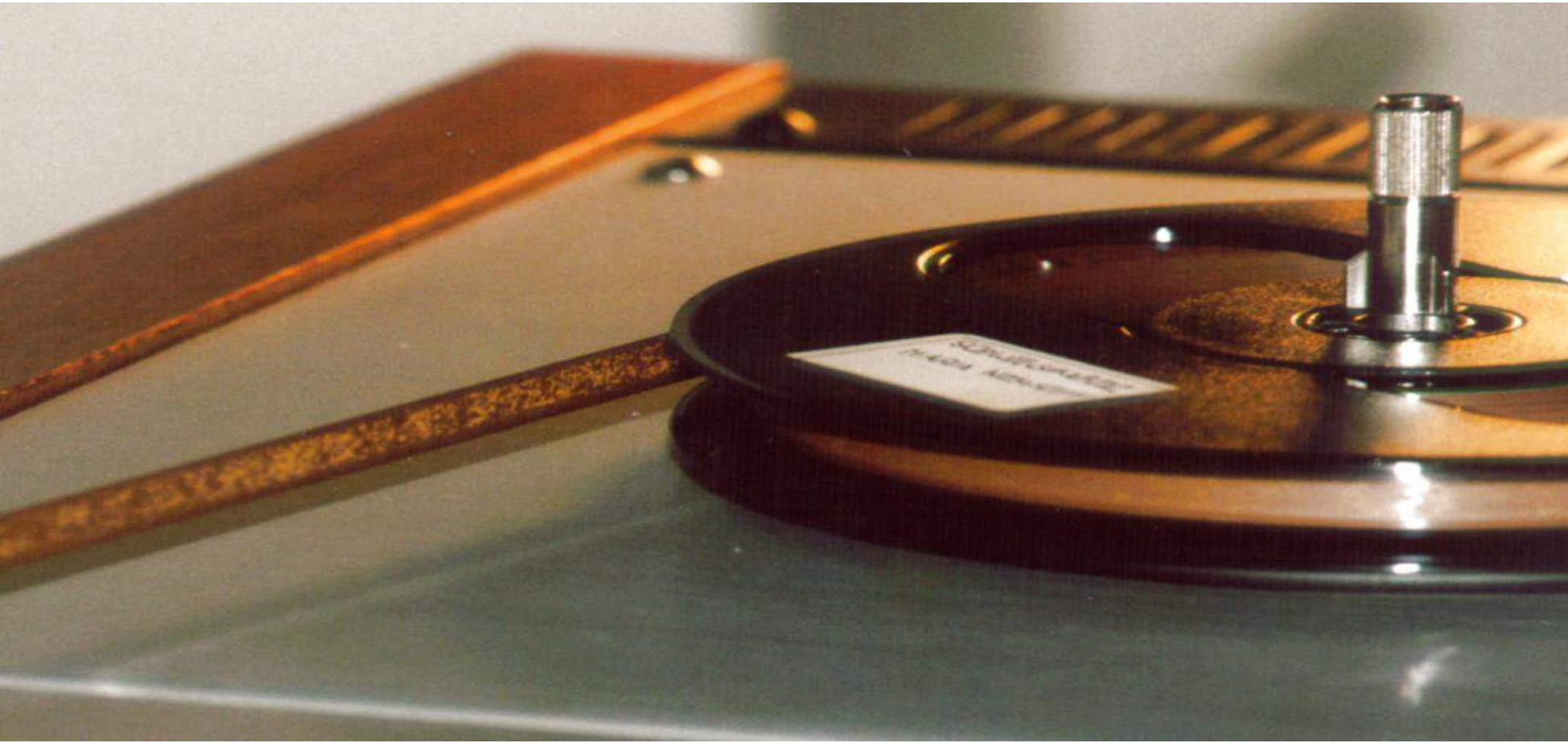
https://www.iasa-web.org/sites/default/files/iasa_journal_42_part4.pdf

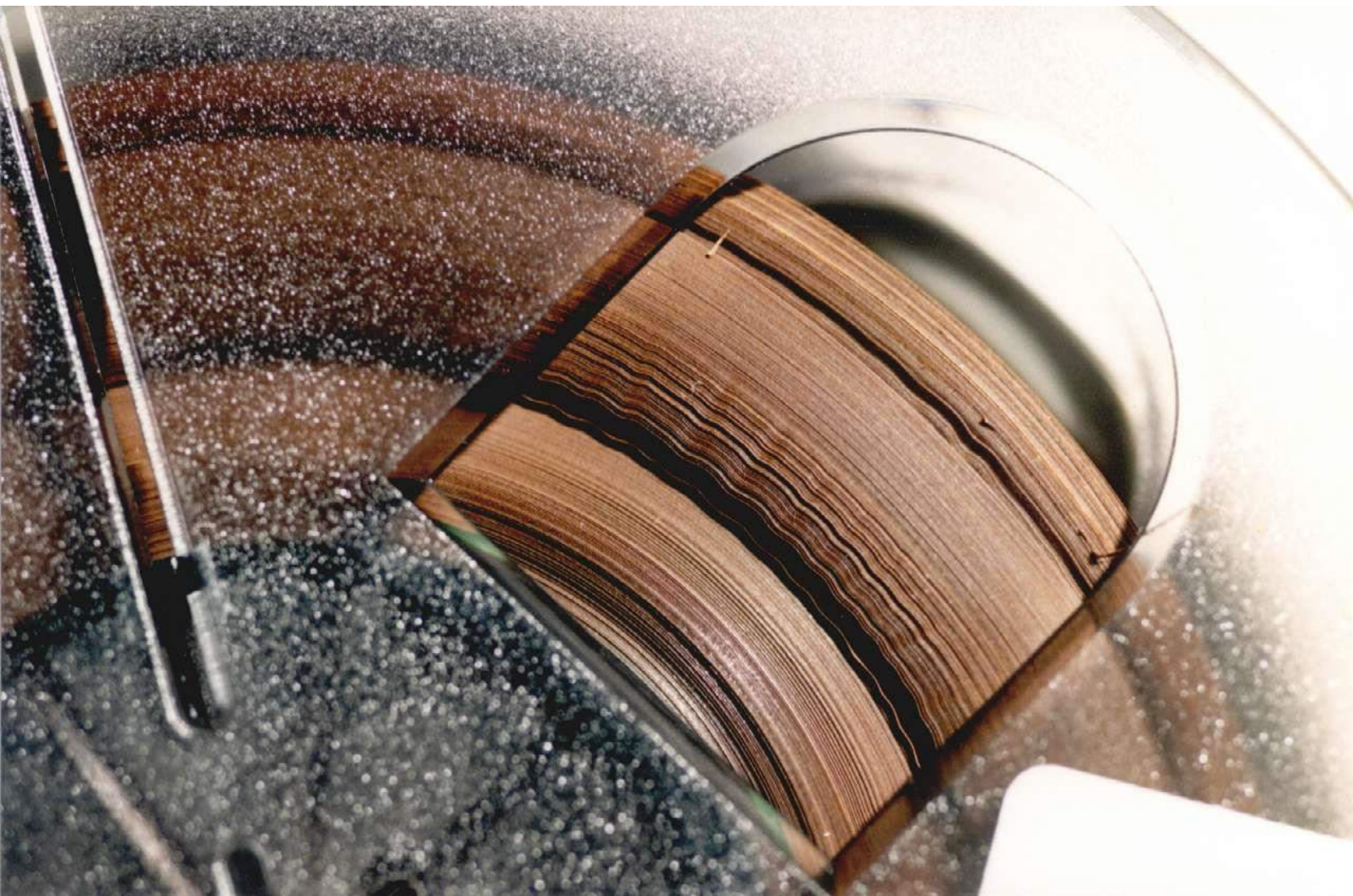
Davies Andrew, et al., Library of Congress: Accelerated Aging of Polyester-Based Legacy Audio MagneticBased Legacy Audio

Magnetic Tape Stock - A Library of Congress/FUJIFILMUJIFILM ResearchResearch CollaborationCollaboration

<https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/2022/08/Accelerated-Aging-of-Polyester-Based-Legacy-Audio-Magnetic-Tape-Stock-1.pdf>









AGFA-GEVAERT
AGFA-GEVAERT

PER 525
PER 525



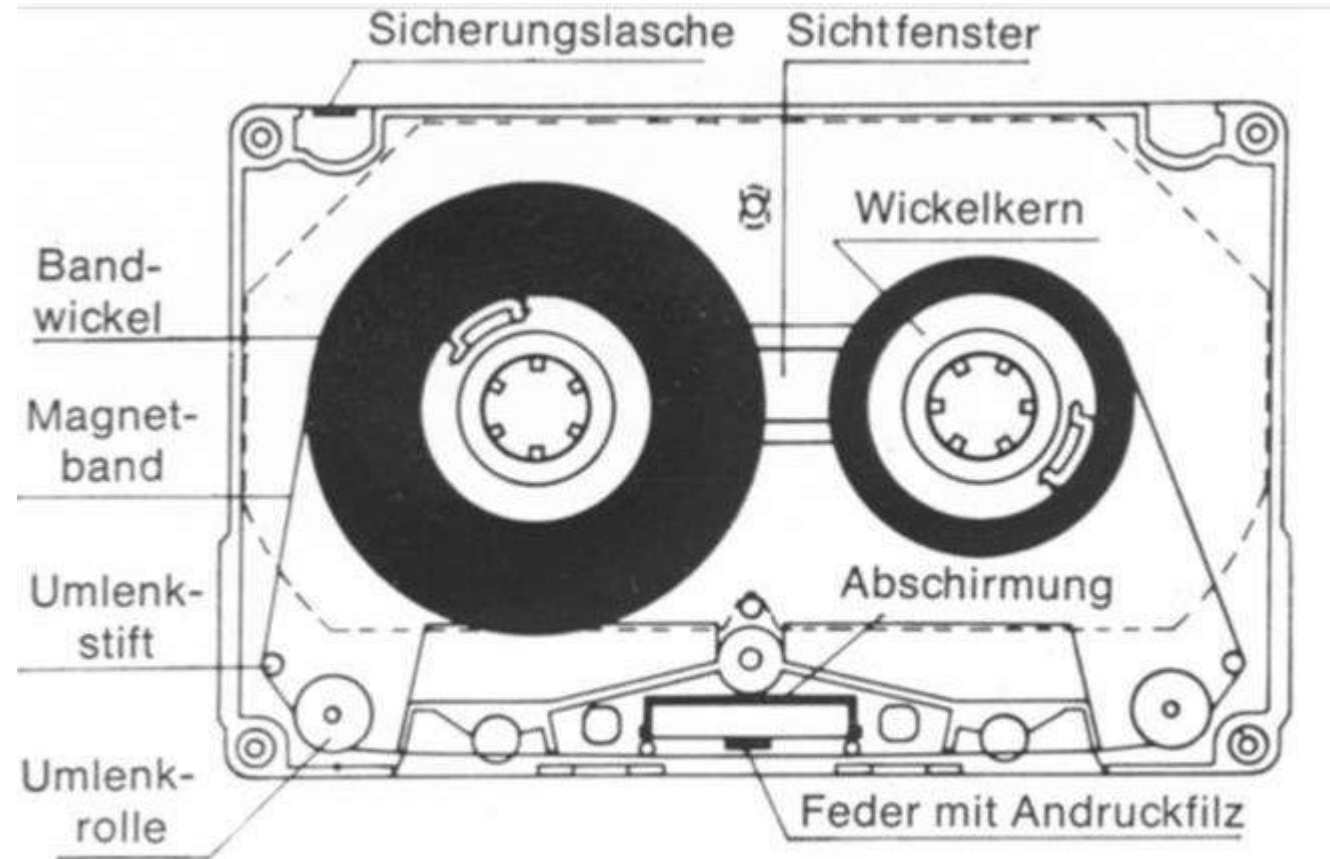
Einige der bekanntesten Tonband Typen
BASF , REVOX , UHER , AGFA , TEAC

Spule	Normalband	Langspielband	Doppelspielband	Dreifachspielband
Ø	SP - Standard Play 50 µm	LP- Long Play 35 µm	DP -Doble Play 26 µm	TP - Triple Play 18 µm
13 cm	180 m	270 m	360 m	540 m
15 cm	240 m	360 m	480 m	720 m
18 cm	360 m	540 m	720 m	1080 m
26,5 cm	720 m	1080 m	1440 m	2160 m

Doppelspielband DP

Spulendurchmesser		Länge		Spielzeit 4,75 cm/s	Spielzeit 9,5 cm/s	Spielzeit 19 cm/s	Spielzeit 38 cm/s
6 cm	2,35 inch	65 m		22 min	11 min	5:30 min	2:45 min
8 cm	3 inch	90 m	300 feet	30 min	15 min	7:30 min	3:45 min
9 cm	3,5 inch	135 m	450 feet	45 min.	22 min	11 min	5:30 min
10 cm	4 inch	180 m	600 feet	60 min.	30 min	15 min	7:30 min
11 cm	4,5 inch	270 m	900 feet	90 min.	45 min	22 min	11 min
13 cm	5 inch	360 m	1200 feet	120 min.	60 min	30 min	15 min
15 cm	5,75 inch	540 m	1800 feet	180 min.	90 min	45 min	22 min
18 cm	7 inch	730 m	2400 feet	240 min.	120 min	60 min	30 min
22 cm	8,5 inch	1000 m	3300 feet	340 min.	170 min	85 min	22:30 min
25 cm	10 inch	1440 m		480 min.	240 min	120 min	60 min

Aufbau Audiocassette:



Typen:

Typ I - IEC I	Eisenoxid Fe_2O_3 (Fe I) Die geringe Aufnahme- und Wiedergabequalität eignet sich nicht für Musikaufnahmen, eher für das gesprochene Wort. Für die Verwendung im Diktiergerät oder Anrufbeantworter reicht dieser Qualitätstyp.
Typ II - IEC II	Chromdioxid CrO_2 (Cr II) Kennzeichnung für Tonbänder mittlerer bis guter Qualität, die Musikaufnahmen in allen Frequenzbereichen gut wiedergeben (Standardkassette).
Typ III - IEC III	Ferrochrom FeCr (wird nicht mehr produziert)
Typ IV - IEC IV	Reineisen (Metal) Tonbänder mit Spitzenqualität, die allen hifi- und Dynamikansprüchen gerecht werden. Voraussetzung ist hierbei jedoch die Verwendung von Geräten mit hohem Aufnahme- und Wiedergabeniveau.
C 30, C 60, C 90, C 120	C = Compact-Cassette; Die Ziffer kennzeichnet die Laufdauer in Minuten. Die Abspielgeschwindigkeit beträgt 4,75 cm/s.
Dolby	Rechtlich geschütztes Warenzeichen. Dieses System vermag das störende Grundrauschen bei der Wiedergabe zu mindern.

Die automatische Compact-Cassetten-Erkennung durch Einkerbungen an der oberen Stirnseite:



Ohne Einkerbungen, lediglich mit Löschezungen/Löschsperren

Typ I
Ferrit



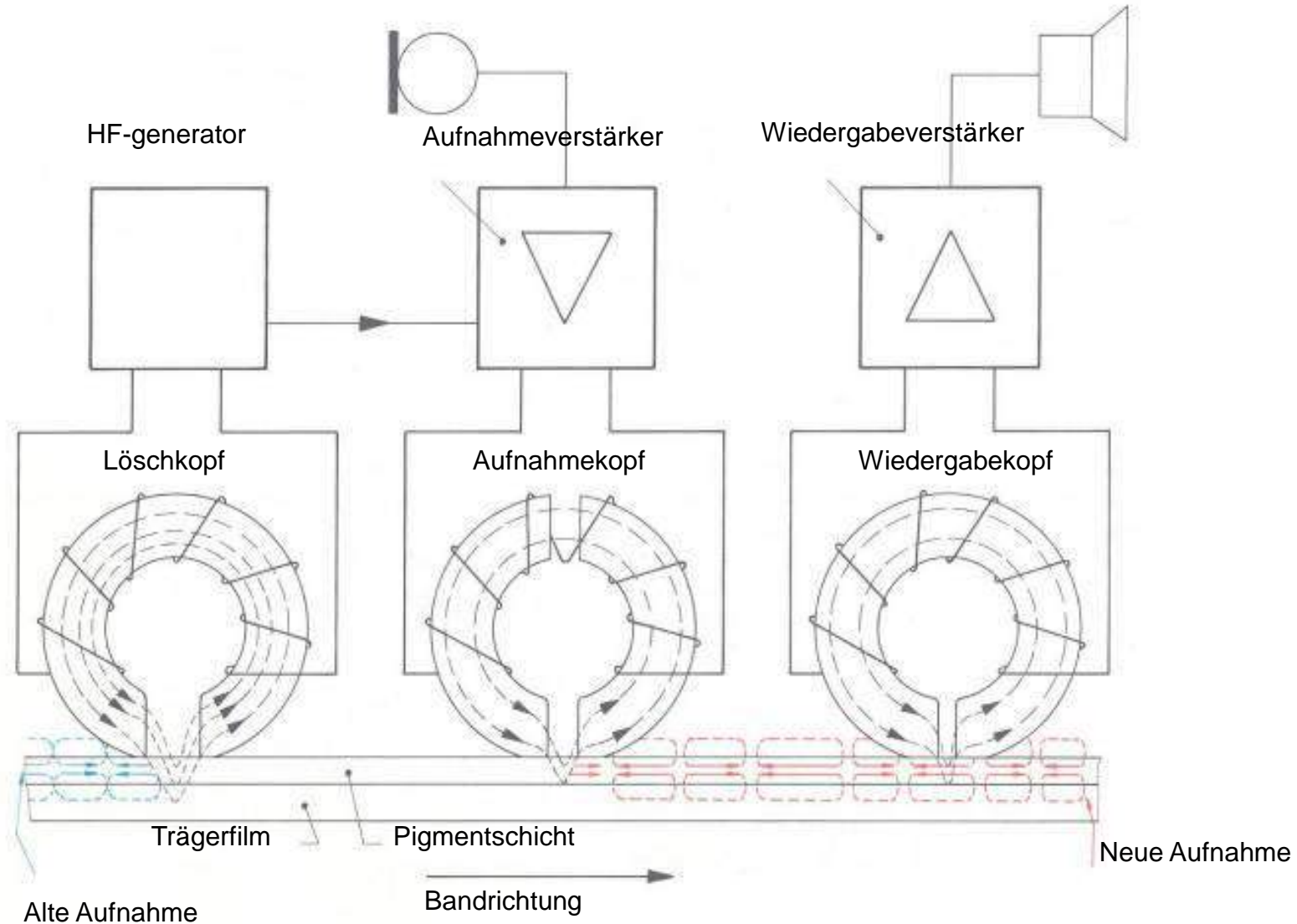
Typ II
Chromdioxid

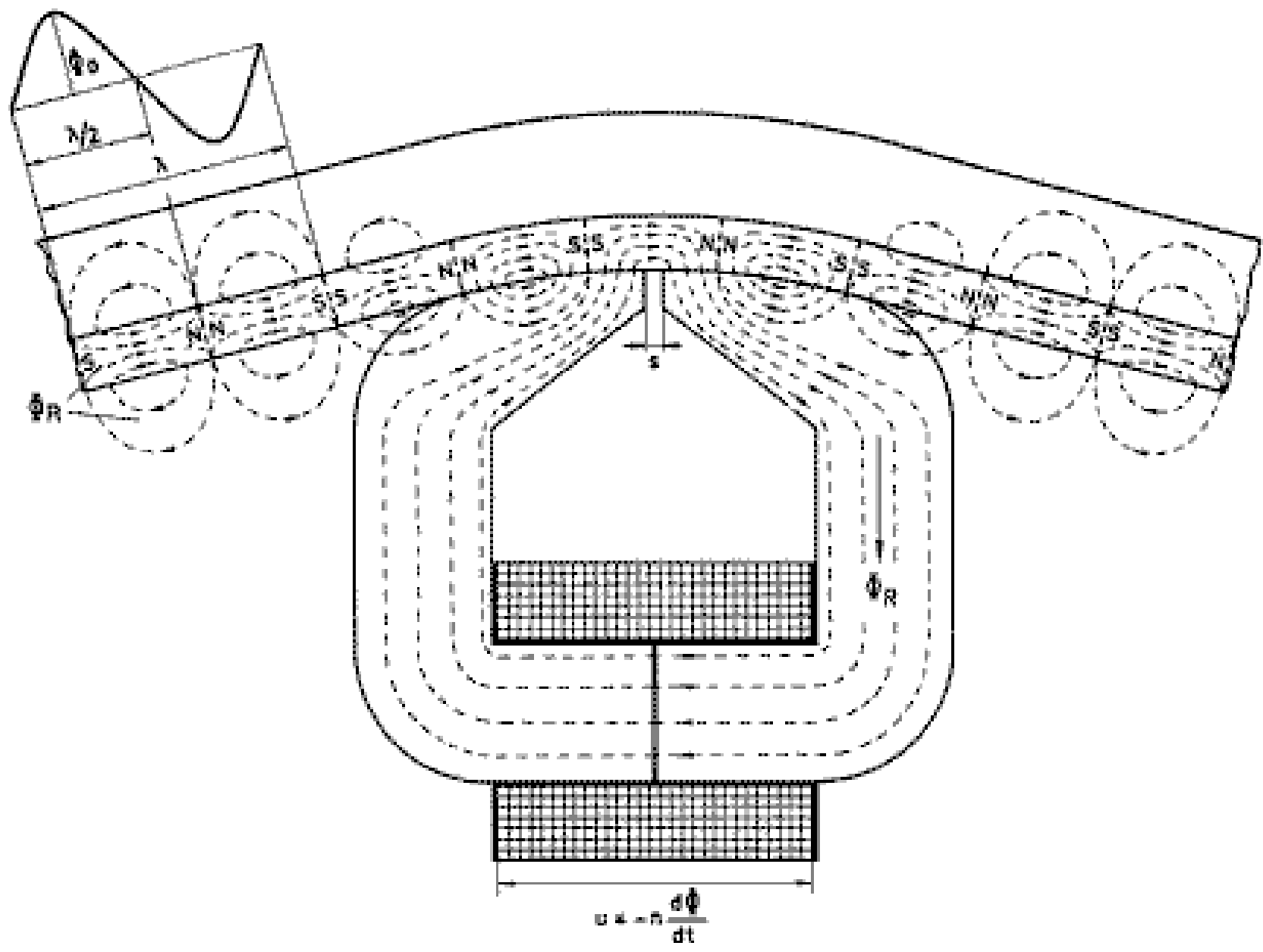


Typ IV
Metal

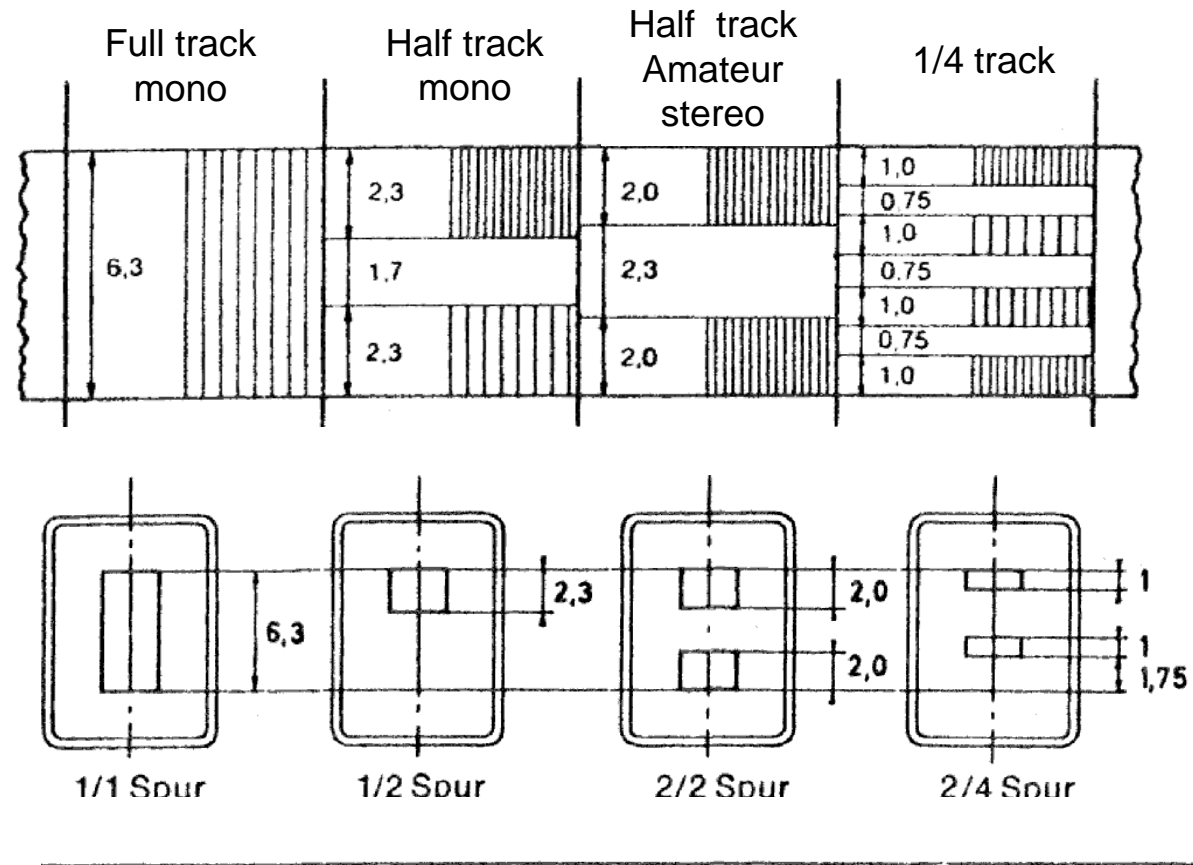


4. Magnetische Aufnahme und Wiedergabe

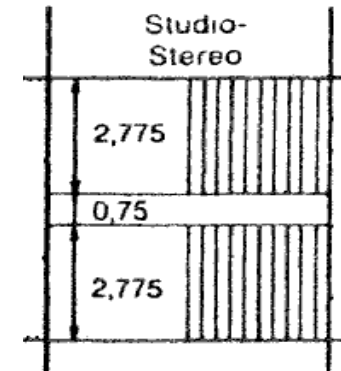
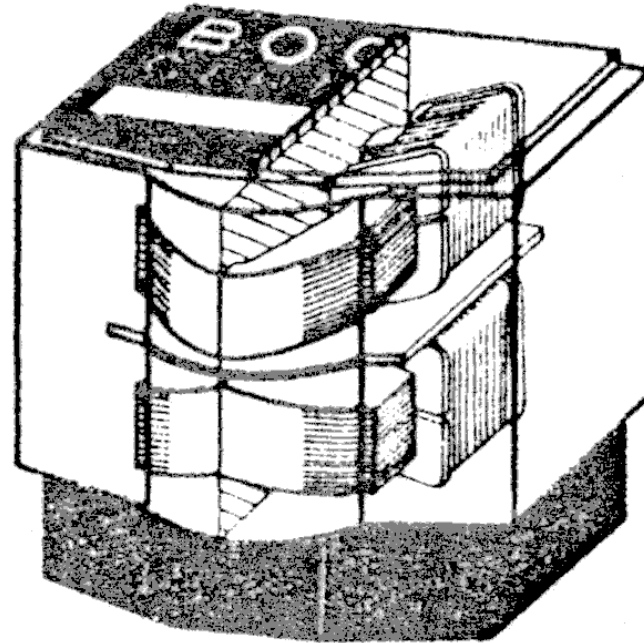




Spurbreite und Position von Magnetköpfen für 1/4" Bänder, Consumerformate

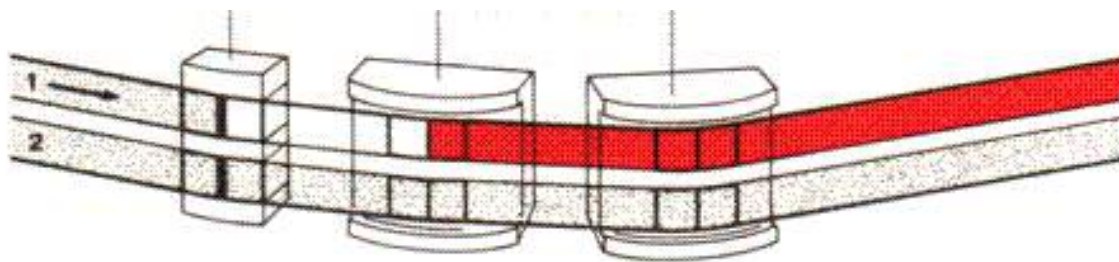


Schmetterlingskopf – professionelles 1/4“ Bandformat:

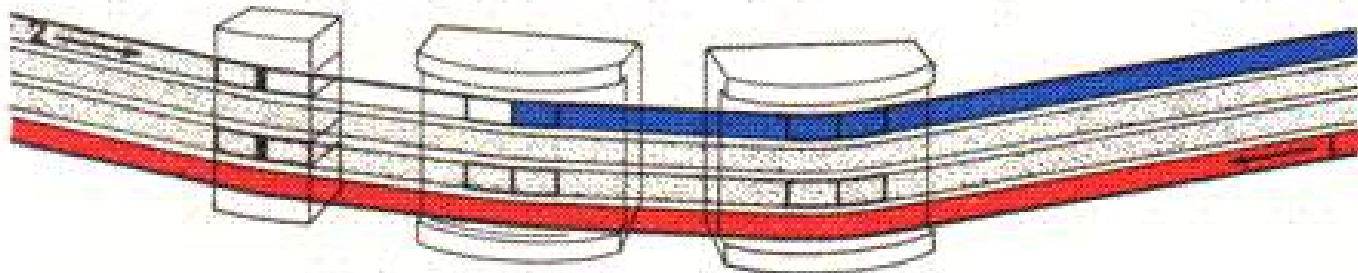
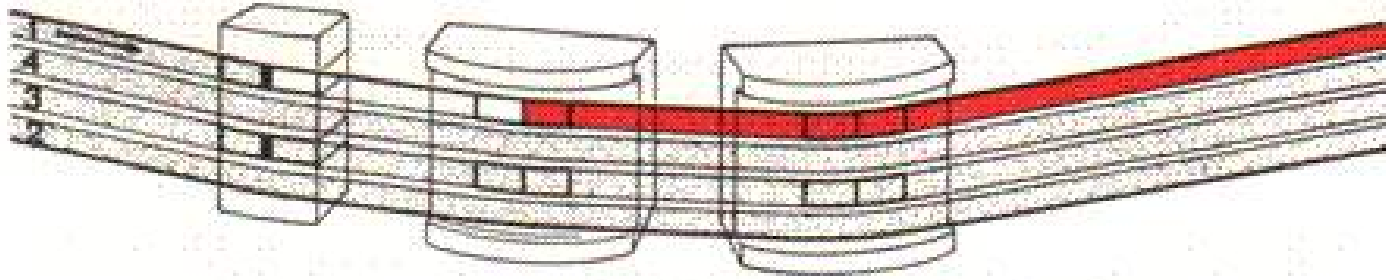




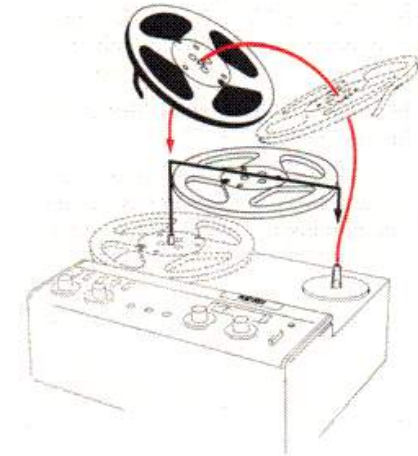
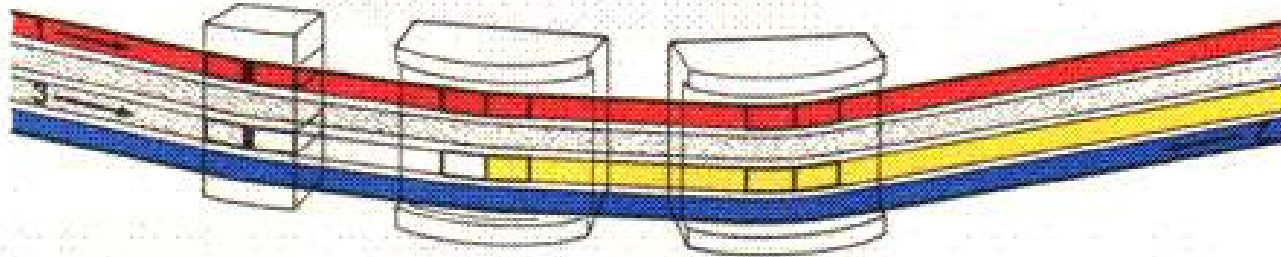
Mono Halbspur:



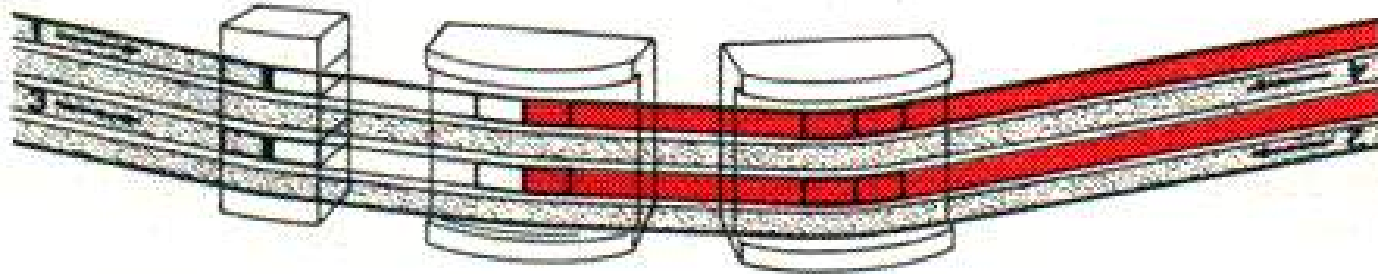
Mono Viertelspur: Kanal 1 & 2



Mono Viertelspur: Kanal 3 & 4

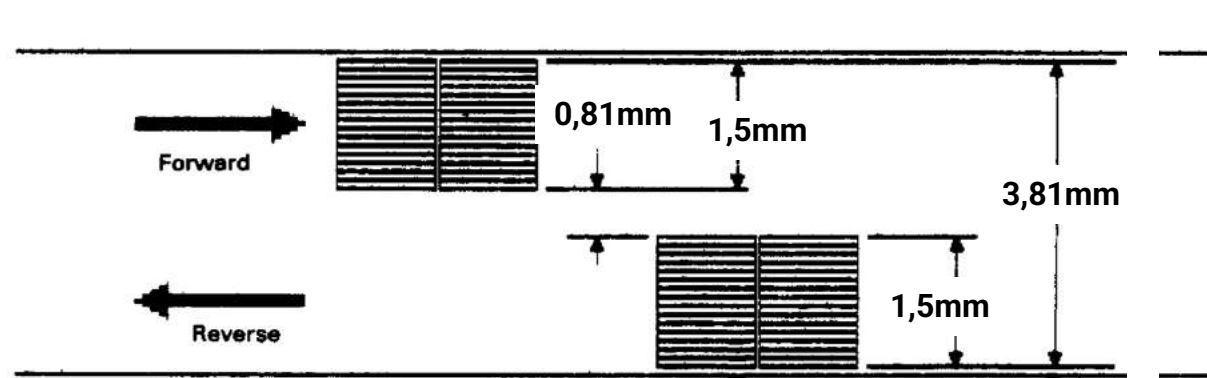


Stereo Viertelspur:

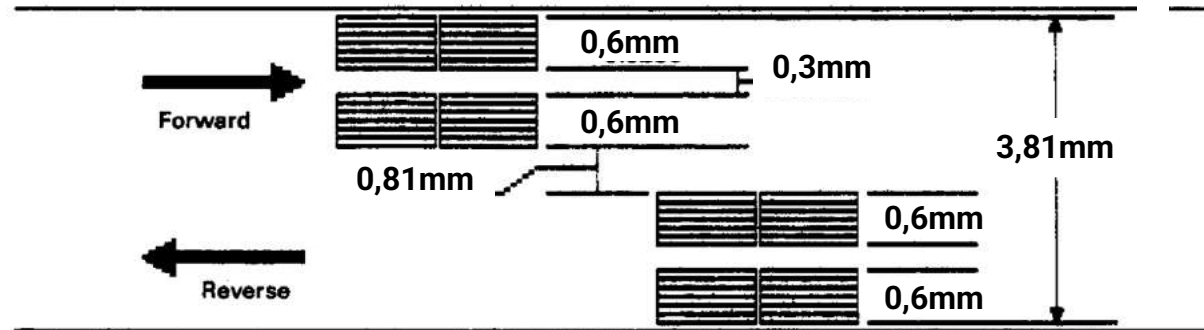


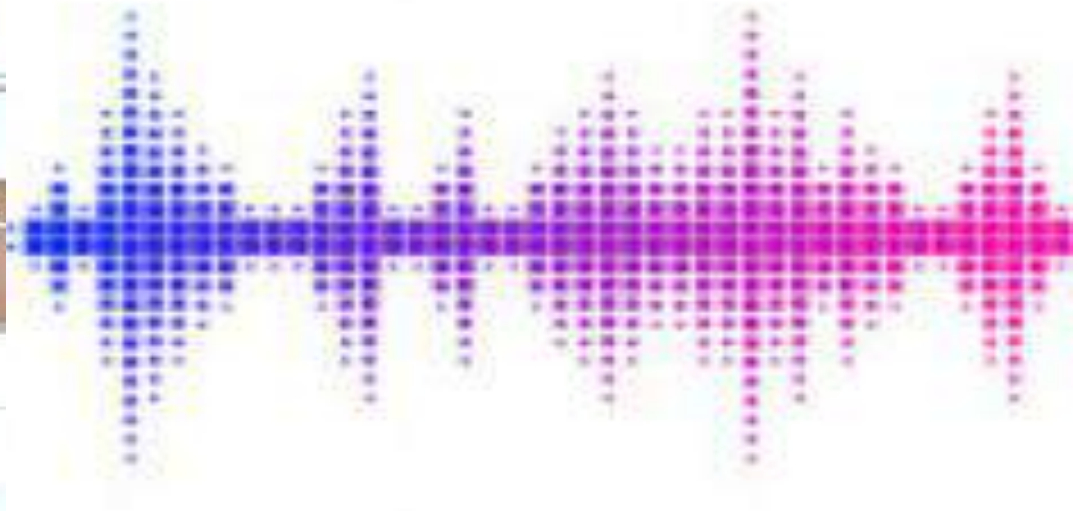
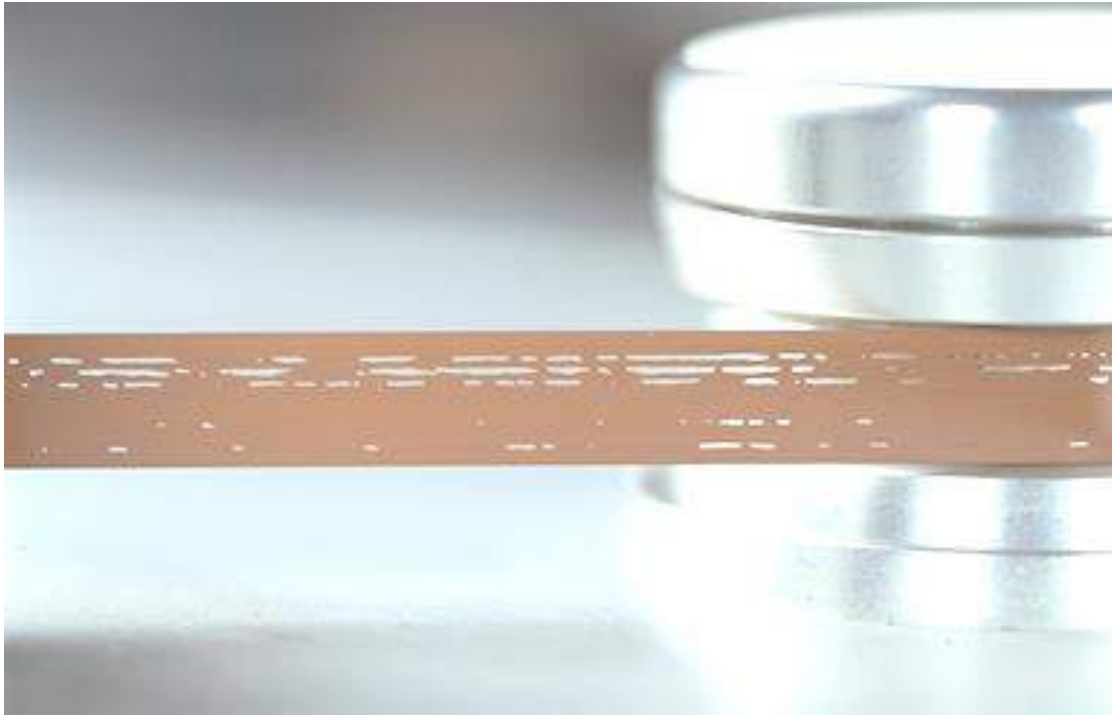
Spurformat Compact Kassetten:

Mono



Stereo





Videoband: Materialkunde,
Aufzeichnungsprinzip
Wichtigste Formate

Nadja
Wallaszkovits

TOC

1. Anfänge der Videoaufzeichnung
2. Bandaufbau
3. Schadensursachen und -formen
4. Identifikation von Bandtypen
5. Magnetische Aufnahme und Wiedergabe
6. Lagerung und Langzeiterhaltung

Informationsmenge beim TV / Videobild

25 Bilder pro sec. (= 50 Halbbilder)

625 Zeilen pro Bild (beide Angaben: PAL)

15'625 Zeilen pro sec. (25 x 625)

Die Zeilenfrequenz beträgt also genau 15'625 kHz

Pro Zeile sollen 320 Punkte bzw. vertikale Linien übertragen werden:

$15'625 \times 320 = 5'000'000$ Punkte pro Sekunde

Dies ergibt eine **Bandbreite von 5 MHz**, welche zu übertragen ist, bzw. welche bei einer Aufzeichnung auf das Magnetband aufgenommen werden muss

Wie kann diese Informationsmenge aufgezeichnet werden ?

Durch Erhöhen der Bandgeschwindigkeit?

Das Rechenbeispiel gibt kaum praktizierbare Werte:

$$5 \text{ MHz} : 20 \text{ kHz} = 250$$

um diesen Faktor müsste das Band schneller laufen als bei einem Studiotonbandgerät:
fast 50 m / sec !!

Anfänge der Videoaufzeichnung

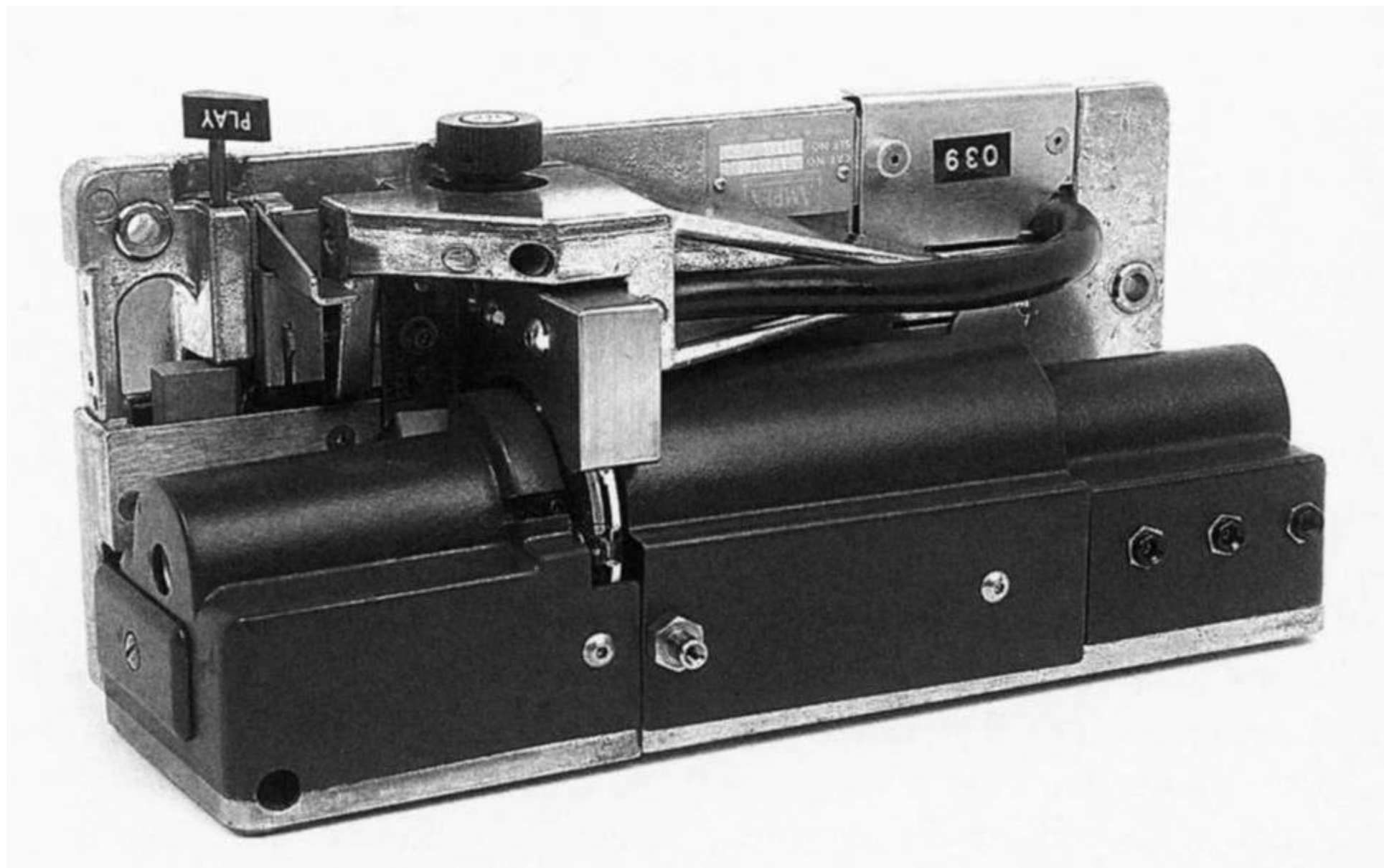
1951 RCA: erste Versuche, Vorstellung des Prototyps eines Längsspur-Video-Recorders für professionelle Anwendung; Längsspur, 10 Videoköpfe, Spielzeit 2 min

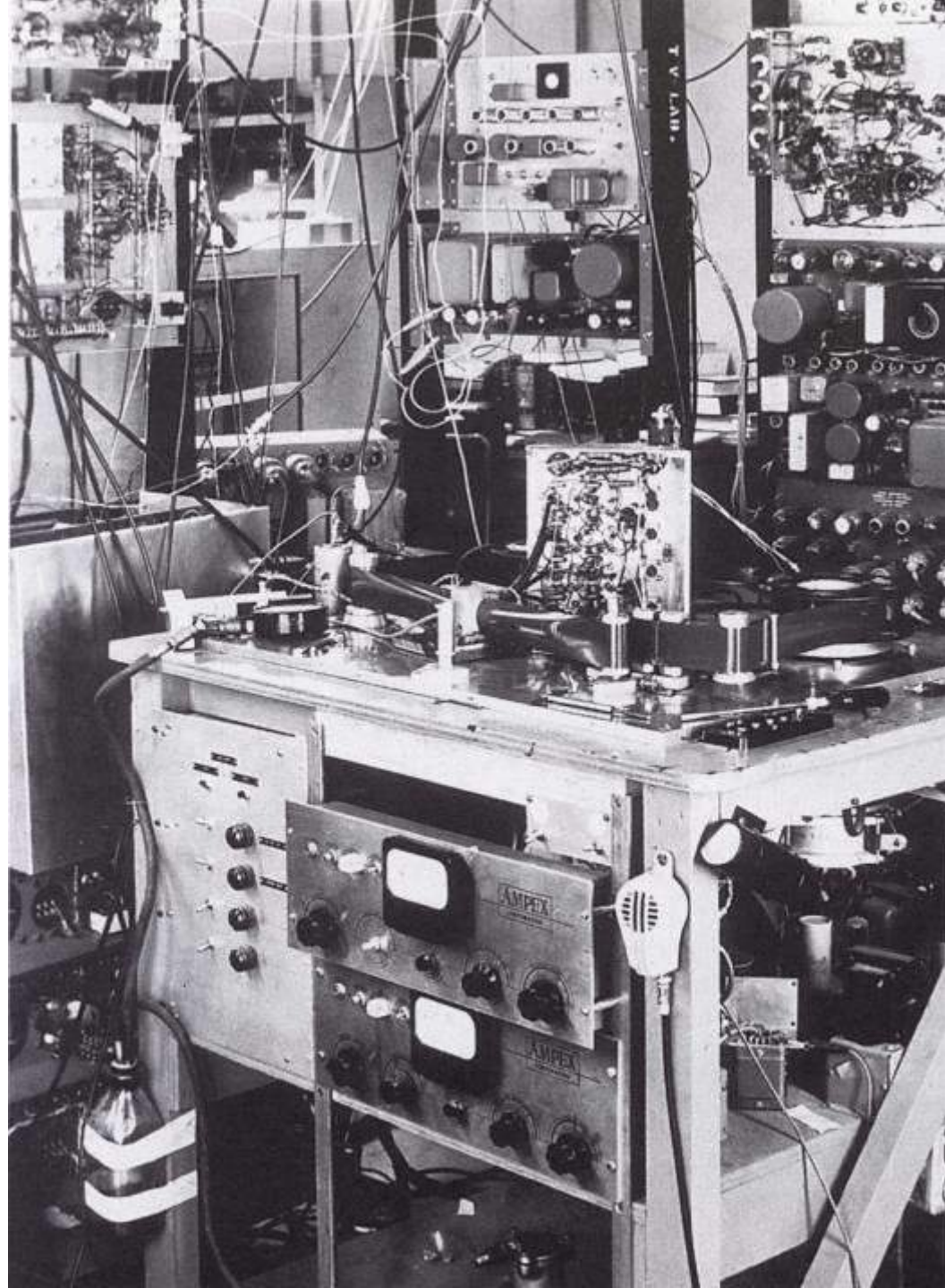
1953 Längsspur: RCA; erstes magnetische Bildaufzeichnungsgerät in Längsaufzeichnung

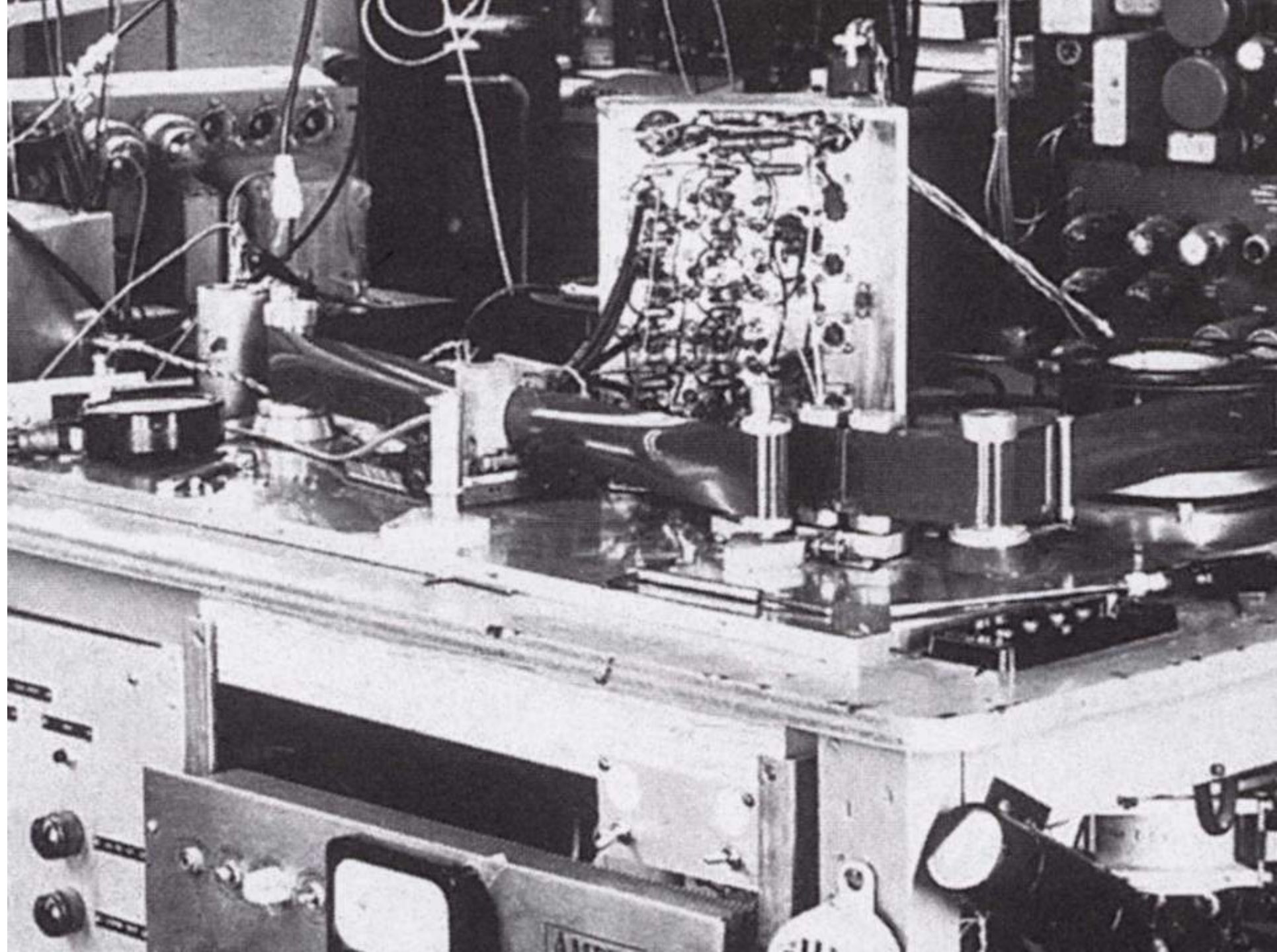
1953 Patentanmeldung (DE 927 999) der helical scan-Aufzeichnung von Eduard Schüller (AEG, erteilt 1955 an Telefunken)

1953 Schrittweise Einführung des Schwarz-Weiß (s/w)-Fernsehens in Deutschland

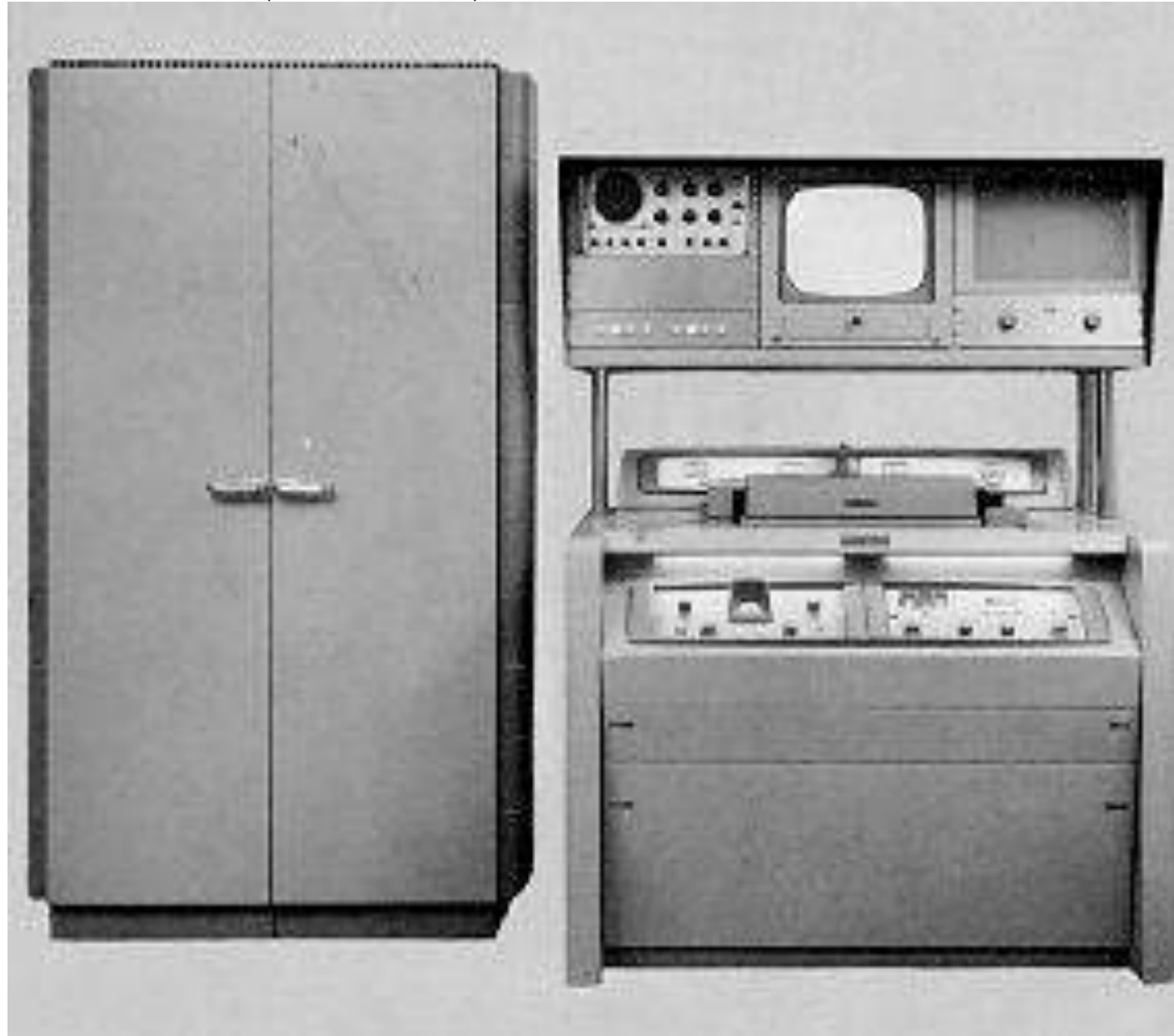
1956 VR-1000 - 2-Zoll-Quadruplex: Ampex; erster praxistauglicher Recorder; 2-Zoll-Videoband, vier rotierende Videoköpfe, Vertikal-Aufzeichnung, Spielzeit ca. 1 Stunde, schwarz-weiß-Bilder





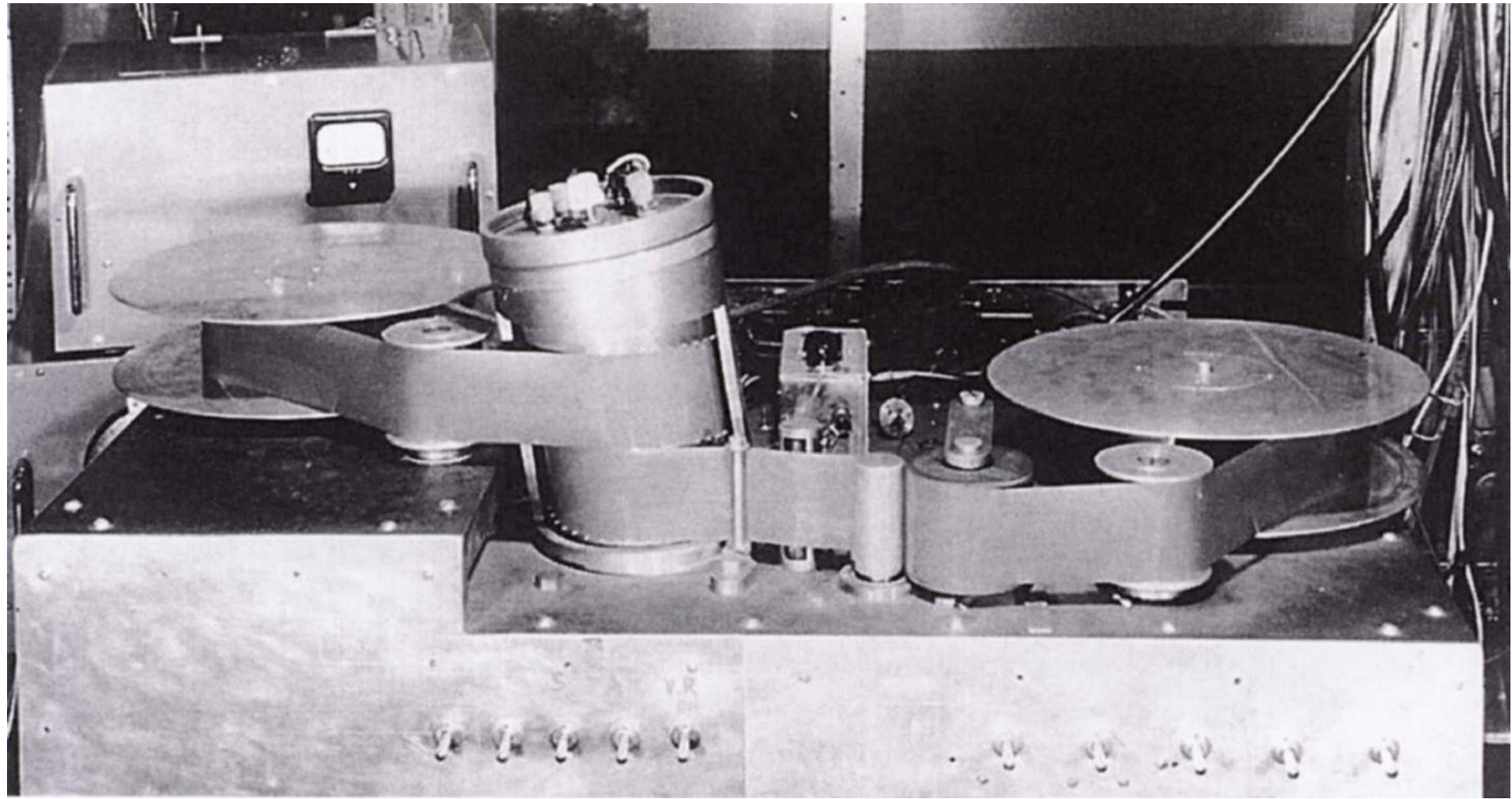


Ampex Mark IV 1956 (VR-1000)



Ampl





Weitere Entwicklungen

1959 2-Zoll-Recorder - Helical scan; Toshiba: erster professioneller 2-Zoll-Recorder VTR-1 von Toshiba (Schrägspuraufzeichnung), Bandgeschwindigkeit 38 cm/s

ab 1960 Einführung von PET als Trägerfilm

1964 Einführung der Audio Kassette (Philips)

1972 Einführung von U-matic (Video)

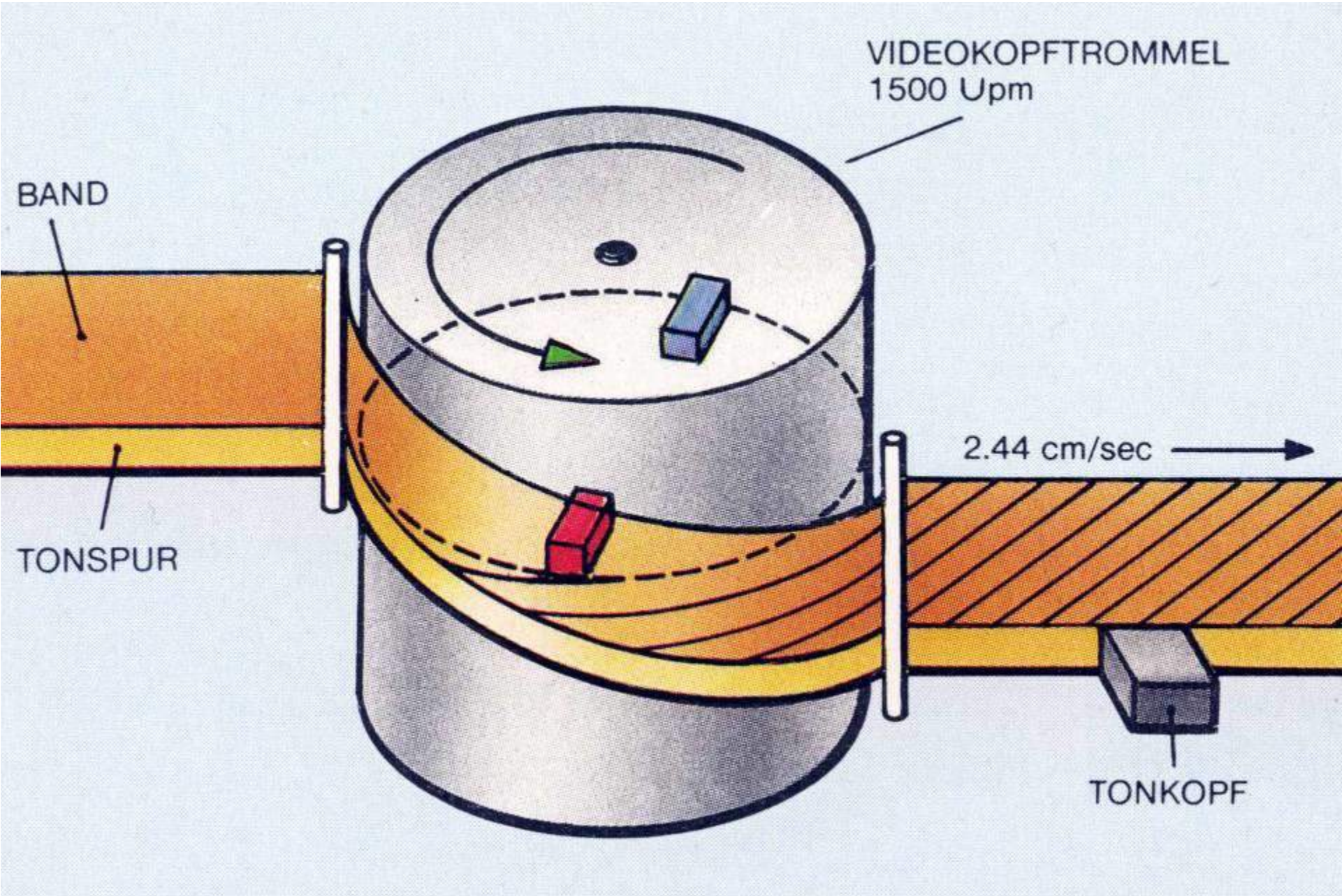
1976 Einführung von VHS

1980 Digital Audio Tape (DAT)

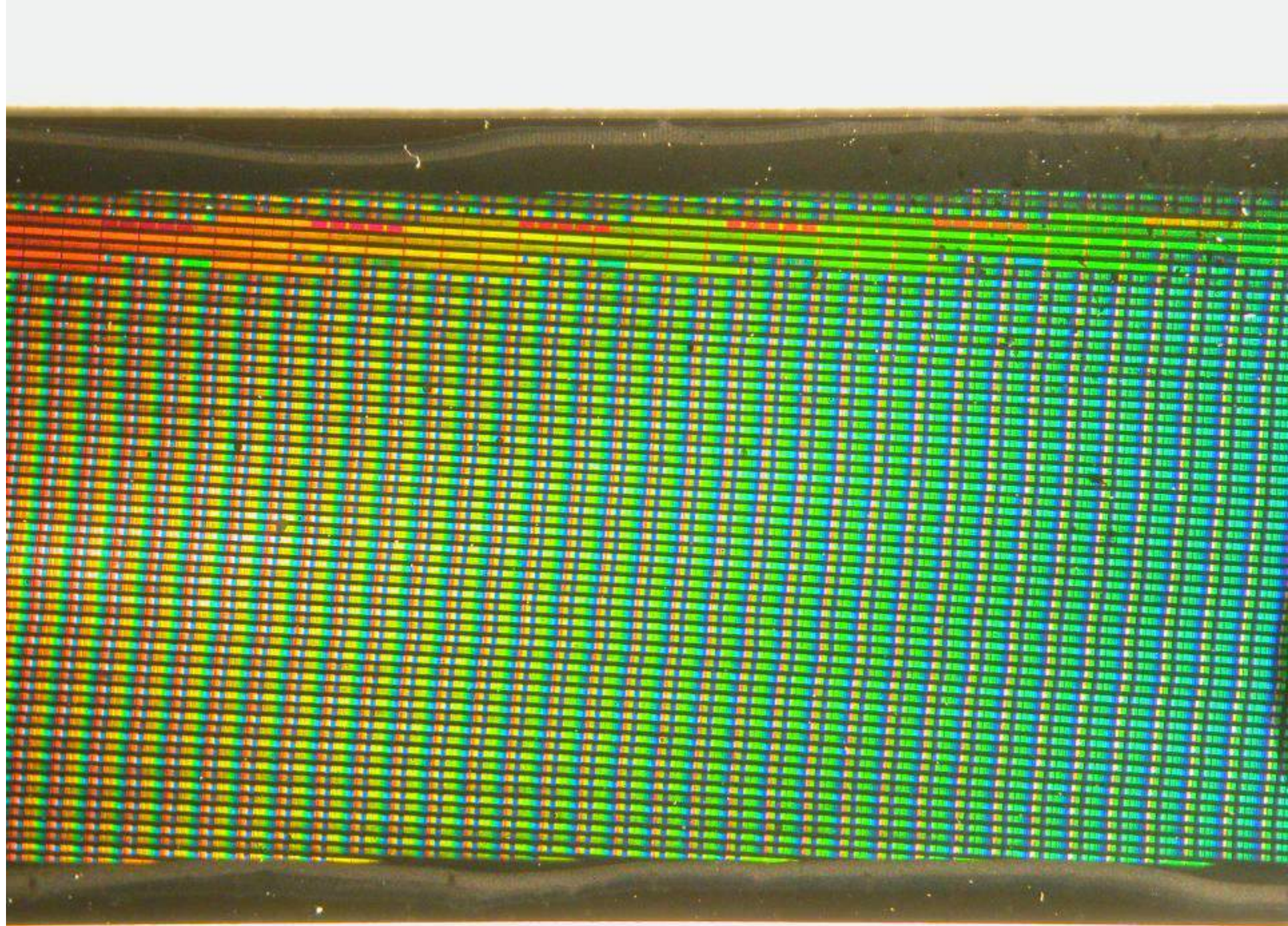
1987 Betacam SP löst U-matic als Standardband im Fernsehbereich ab

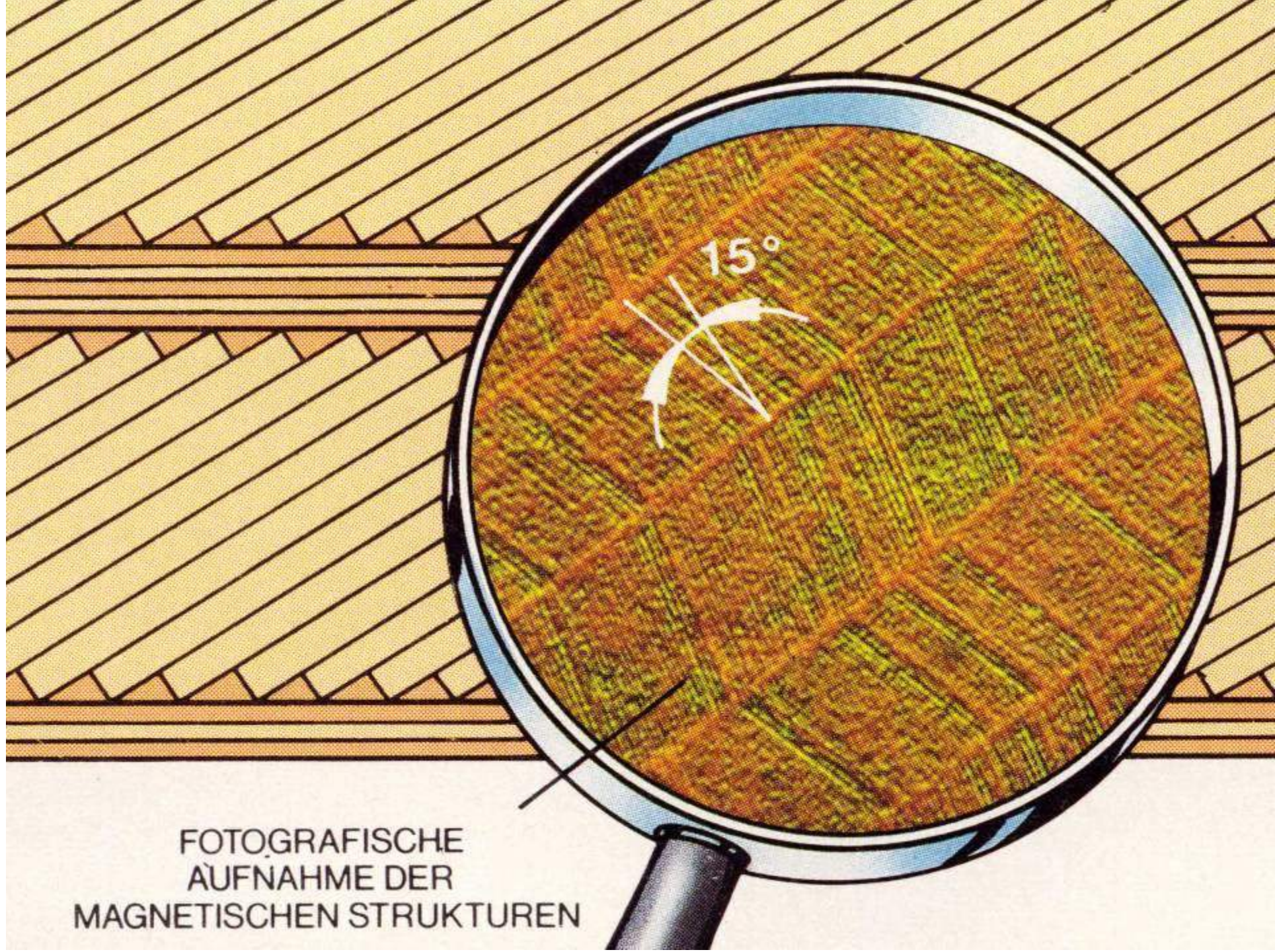
1993 folgte Digital Betacam

1999 Sony entwickelt das IMX Format

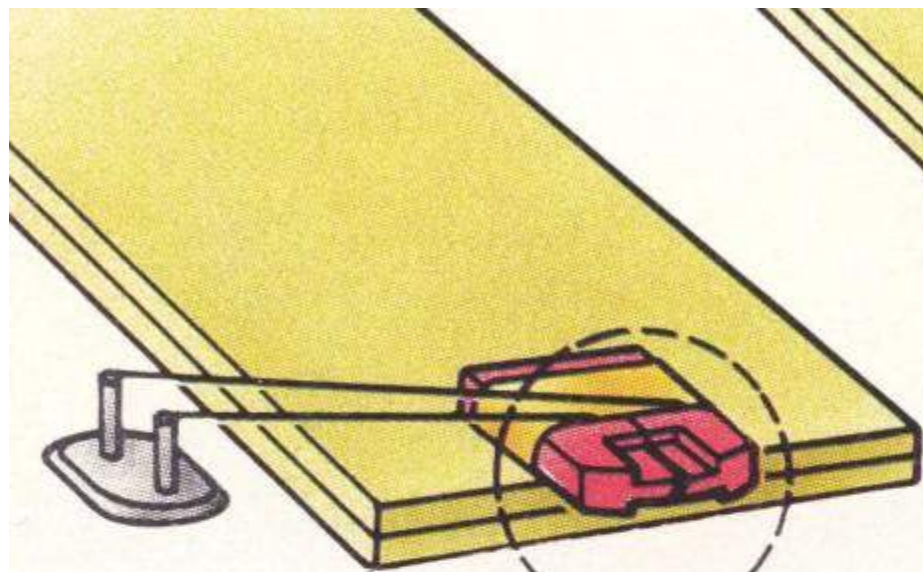




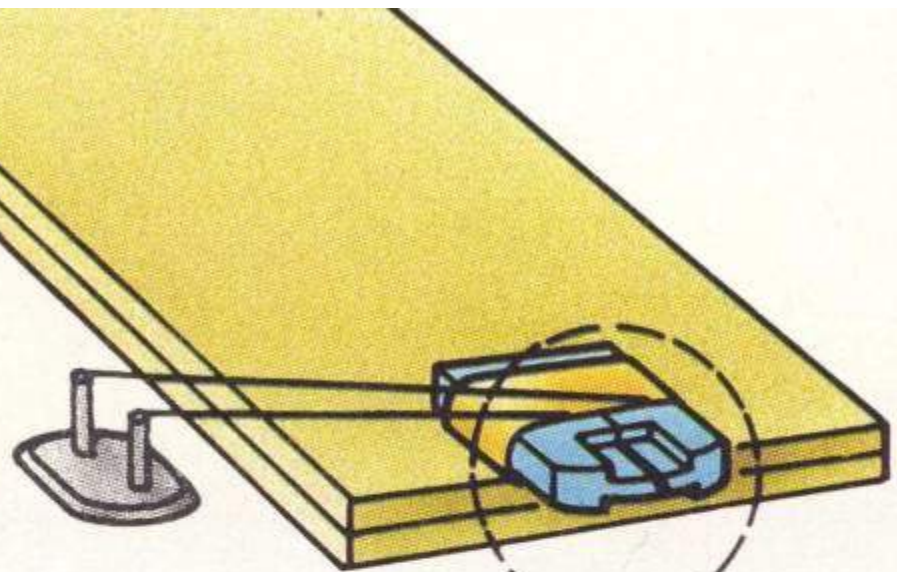
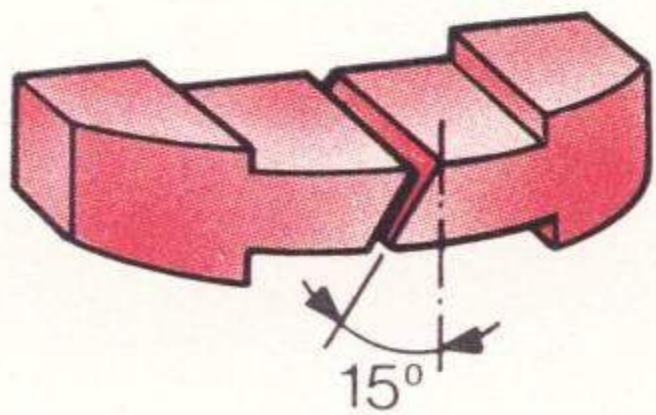




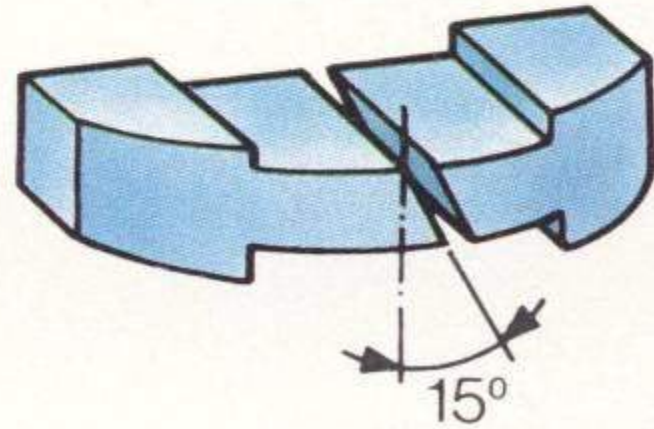
FOTOGRAFISCHE
AUFNAHME DER
MAGNETISCHEN STRUKTUREN

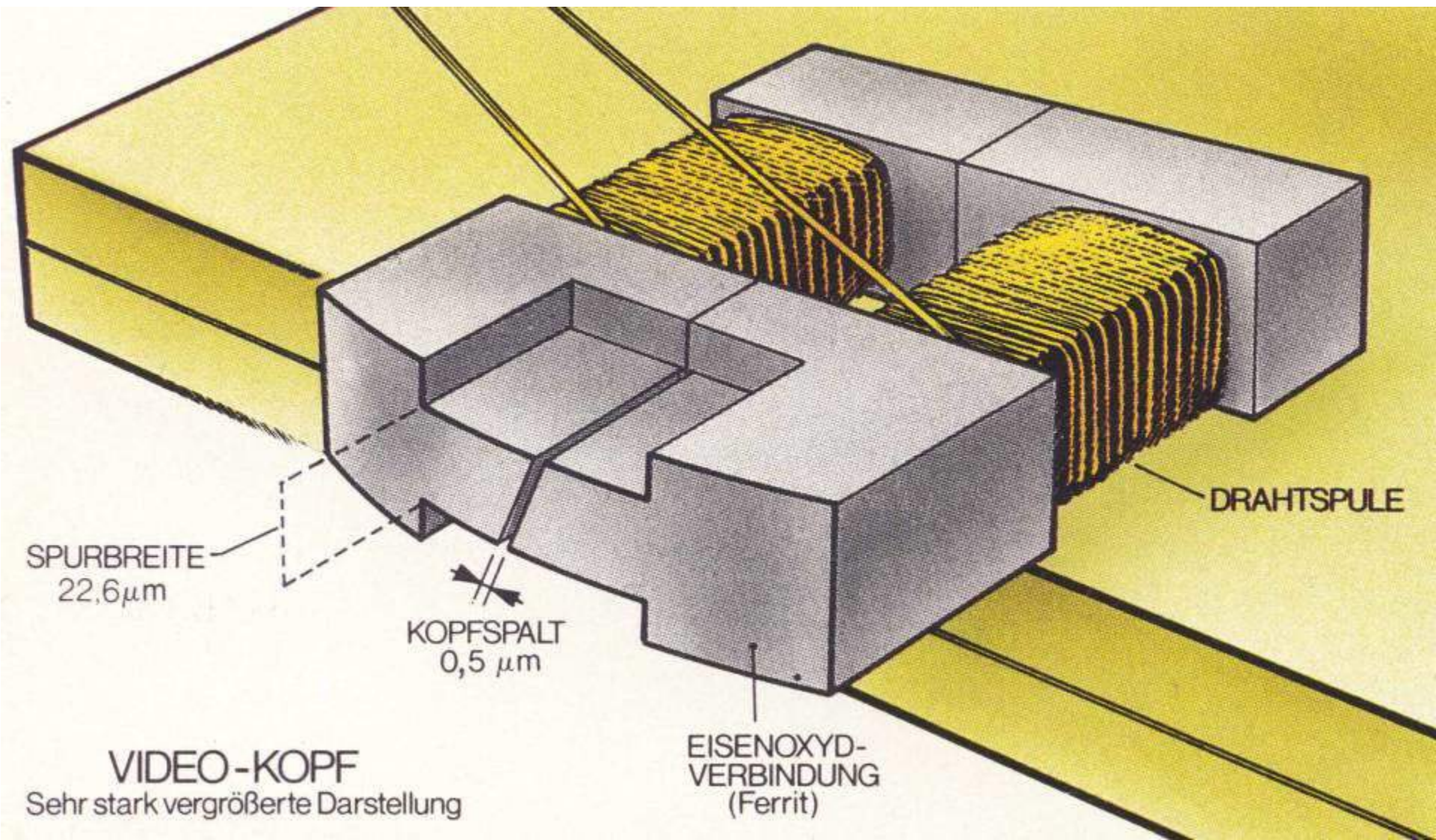


VIDEOKOPF A



VIDEOKOPF B





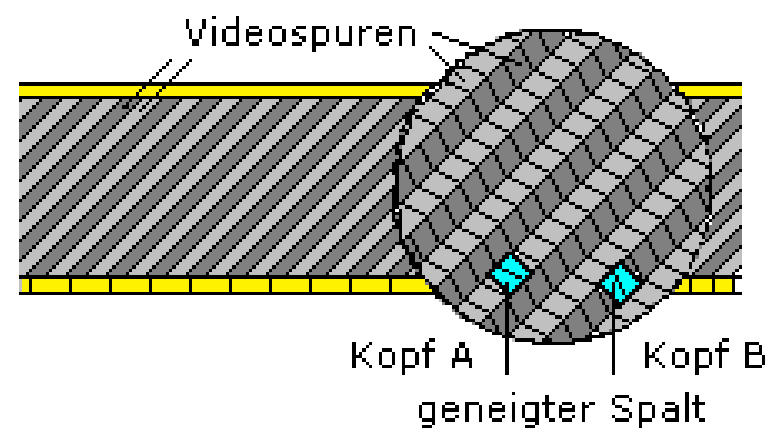
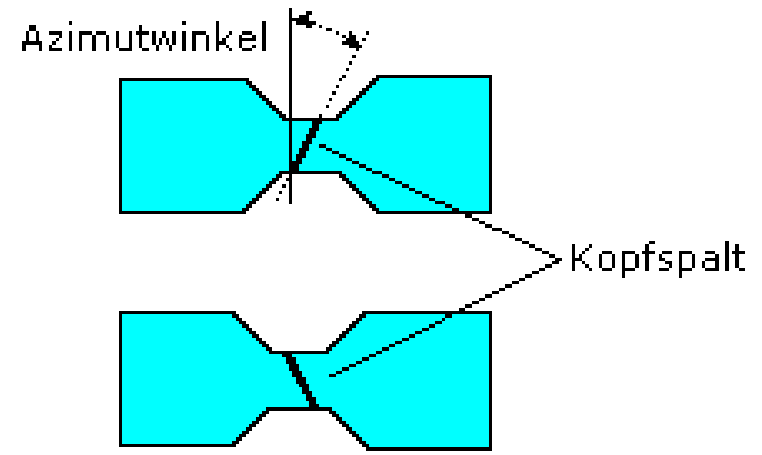
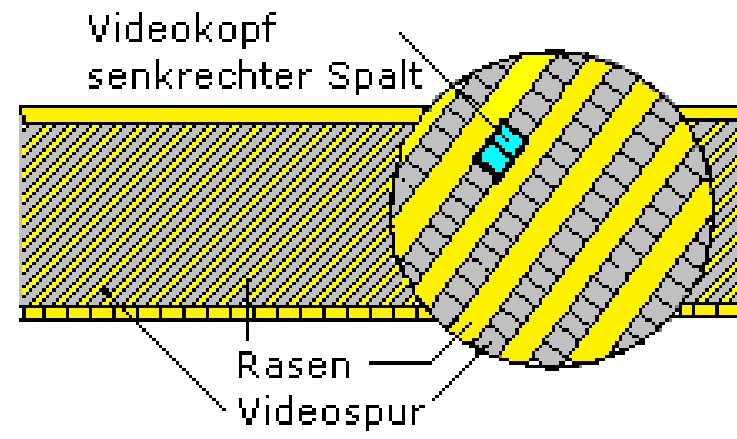
SPURBREITE
22,6 μm

KOPFSPALT
0,5 μm

DRAHTSPULE

EISENOXYD-
VERBINDUNG
(Ferrit)

VIDEO-KOPF
Sehr stark vergrößerte Darstellung



Bandentwicklung Video

Erste Versuche mit Eisenoxid-Band

Videomagnetband für Quadruplex-Aufzeichnung unterscheidet sich (zumindest) in einem Punkt erheblich von Magnetband für alle anderen Aufzeichnungsgebiete:

die magnetischen Partikel sind senkrecht zur Laufrichtung des Bandes (und somit doch wieder „in Aufzeichnungsrichtung“) ausgerichtet

hochkoerzitive CoFe- und CrO₂-Pigmente, Metallpigmente, Doppelschicht- zu ME-Bändern mit aufgedampfter Metallschicht

Video: Bandaufbau

Zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren:

ME (Metal Evaporated = metallbedampfte) Bänder

MP (Metal Particle= Metallteilchen) Bänder

Video Bandherstellung: ME-Bänder

ME Prozess: Kobalt wird in Gasform auf die Trägerfolie des Bandes aufgedampft

Anschließend: Überzug mit einer Schutzschicht

Trotz dieser Schutzschicht können sich aber Reste dieses Kobaltdampfes auf der Kopftrommel und den Laufrollen, die mit dem Band in Berührung kommen, absetzen

Das Verfahren bildet eine sehr feine Magnetschicht und wird vorzugsweise für professionelle Anwendungen verwendet.

Video Bandherstellung: MP Bänder

Feinste Metallteilchen werden in einem Bindemittel auf die Trägerfolie gegossen

Diese Schicht ist etwas dicker und gilt als robuster, wurde aus diesem Grunde auch gerne als Massenprodukt für Consumer betrachtet

Struktur des Hi8 ME-Bandes

Top Coating

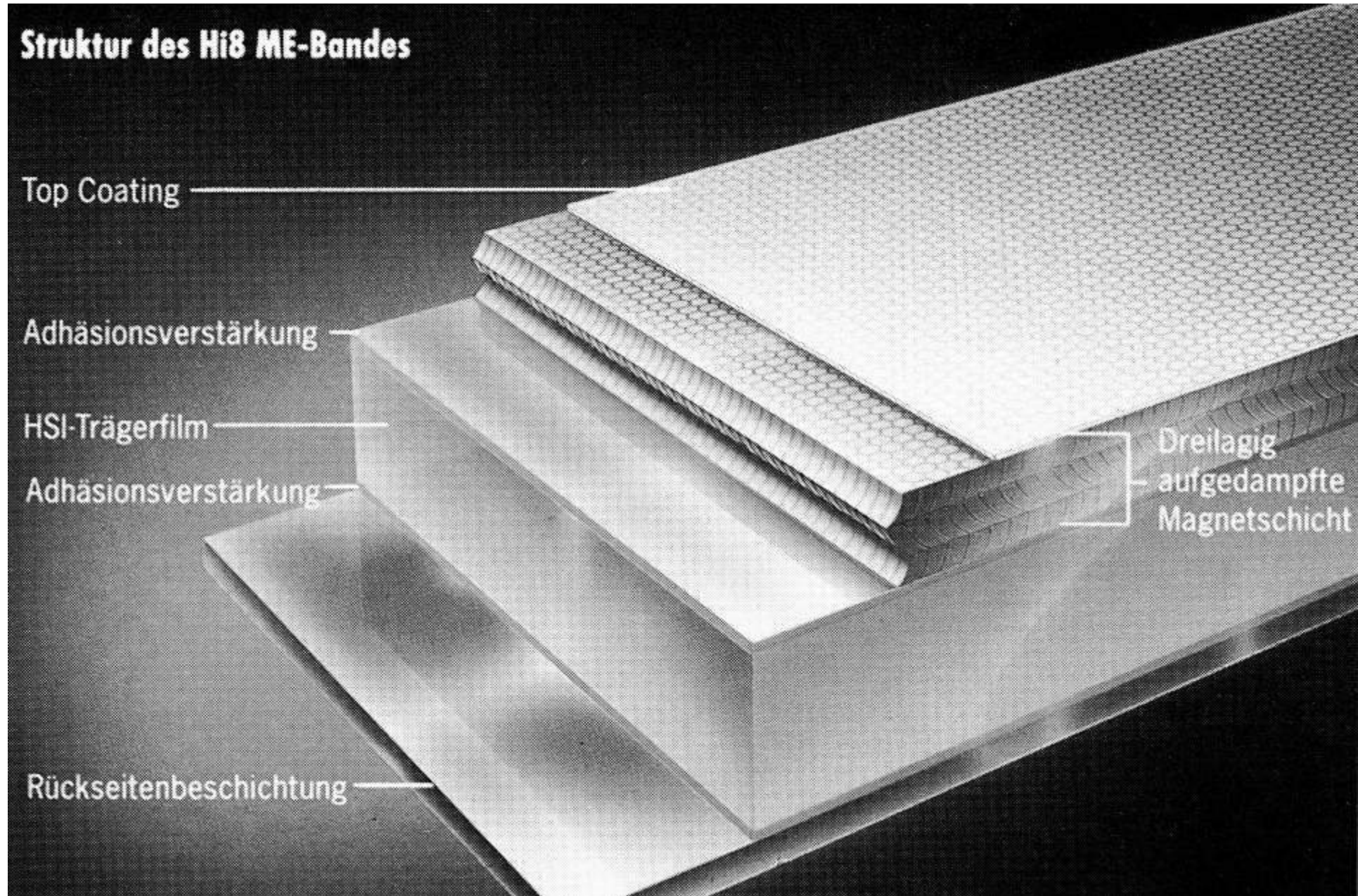
Adhäsionsverstärkung

HSI-Trägerfilm

Adhäsionsverstärkung

Rückseitenbeschichtung

Dreilagig
aufgedampfte
Magnetschicht



Überblick Banddicke

½" EIAJ Standardlänge	28 µm
¾" U-Matic Standardlänge	26 µm
Betamax Standardlänge	19 µm
¾" U-Matic Extended play	17 µm
¾" EIAJ 30 min Cartridge	13 µm

Weitere Details

HIGH-DENSITY-Bänder

erfordern einen höheren Lösch- und Aufnahmestrom als normales Eisenoxidband und sollten nicht für Aufnahmen auf Videorecordern verwendet werden, die nicht für High-Density-Bänder ausgelegt waren

Die Fähigkeit des Bandes, Informationen zu speichern, wird in Partikeldichte oder Koerzitivität, gemessen in Oersted, ausgedrückt

Das standardmäßige 1/2-Zoll-EIAJ-Band (Sony V-32 oder V-30H) ist für 300 Oersted ausgelegt, während das kobaltdotierte 1/2-Zoll-Hochdichteband von Sony V-72 für 530 Oersted und das Betamax-Band für 750 Oersted ausgelegt waren

Überblick Magnetbänder (Audio & Video)

date of manufact.	media	type of recording	composition
1935- 1960	sound	analogue	base : cellulose acetate magnetic pigment : Fe ₂ O ₃ formats : open reel audio
1944 - 1960	sound	analogue	base : PVC magnetic pigment : Fe ₂ O ₃ formats : open reel audio
1959-	sound/ video	analogue	base : polyester magnetic pigment : Fe ₂ O ₃ formats : open reel audio, compact cassette IEC I; 2 inch ("quadruplex") open reel video
1969-	sound/ video	analogue/ digital	base : polyester magnetic pigment : CrO ₂ formats : compact cassette IEC II, DCC; 1 inch open reel video, VCR, U-matic; VHS, Betamax, Video 2000, Betacam, D1
1979-	sound/ video	analogue/ digital	base : polyester magnetic pigment : metal particle (MP/ME) formats : compact cassette IEC IV, RDAT; video8/Hi8, Betacam SP, M II, all digital video formats (except D1)

Identifizieren von Videoformaten

Handelt es sich um ein Offen Spul, Kassetten, Cartridge oder Disc Format?

Handelt es sich um eine analoges oder digitales Format? Woran erkennen wir das?

Welche Form hat das Band / die Kassette?

Welche Informationen zu Marke und Standard finden wir vor?

Ressourcen zur Identifikation:

<https://www.dcvideo.com/videotape-identifier>

<http://www.arts.texas.gov/wp-content/uploads/2012/04/video.pdf>

5. Lagerung und Langzeiterhalt

Kaltlagerung



Material	Papier	Pergament, Leder	Mikrofilme	Filmrollen (Negative)	Fotografien (Farblos)	Fotografien (Farbig)	Magnetbänder
Temperatur (°C)	14 - 18	2 - 18	21	-10	18	2	8 - 11
Relative Feuchte (%)	35 - 50	50 - 60	20 - 50	20 - 50	30 - 50	30 - 40	15 - 50

Zugriffslagerung

40% RH \pm 5%, \sim 20°C \pm 2°

Wasser:

größter natürlicher Feind der audiovisuellen Träger
in der Luftfeuchtigkeit allgegenwärtig

Direkte Schadenswirkung:

Vinegar Syndrom bei Celluloseacetat

Bindemittelhydrolyse

Oxidation von rein metallischen Magnetpigmenten
verursacht Dimensionsveränderungen der Träger

Wasser

Sekundäre Auswirkung:

Schimmelbildung bei über 65% rF

betrifft alle AV-Medien!

Licht, UV Strahlung, Röntgenstrahlung

Zu vermeiden:

Lichteinwirkung

Magnetische Streufelder

Achtung: Elektromobilität!

Magnetische Streufelder

Am empfindlichsten:

analoge Audiobänder und Kassetten

Analoge Tonspuren auf Filmen und Videobändern

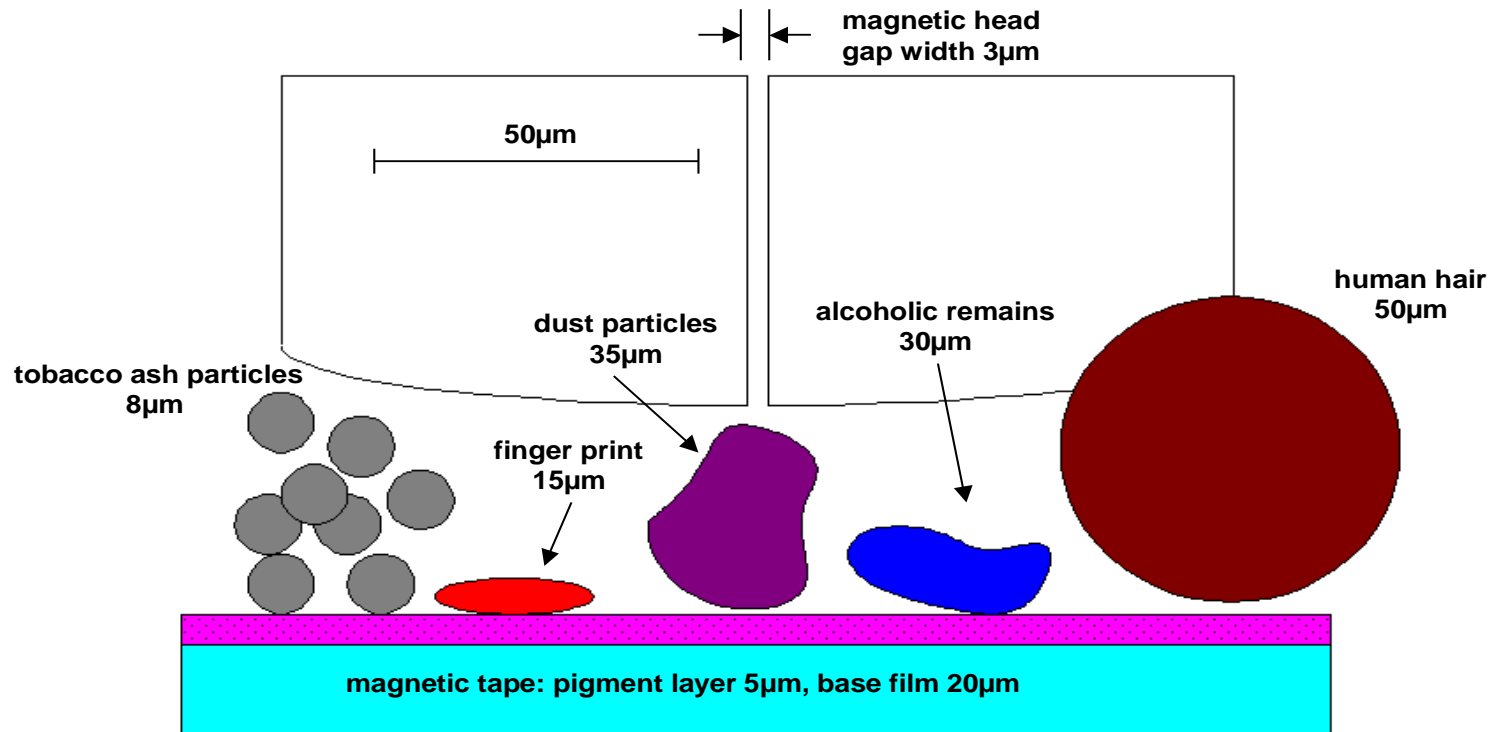
Weniger empfindlich:

Analoges Video

Alle Digitalen Aufzeichnungsformate

Magneto-optische Datenträger

Verschmutzung



Brandschutzmaßnahmen

Brandschutztüren

Kleine Einheiten durch Wände etc. trennen und so Brandschutz optimieren

Brandschutzanlage und Alarmsystem installieren

Löschmittel:

Idealerweise Brandschutzanlage mit Gas

Feuerlöscher: CO₂

Kein Wasser - kein Schaum - kein Pulver !

Maßnahmen Brand

Löschmittel: **Idealerweise Gaslöschanlagen!**

=> aber Feuerwehr entscheidet je nach Brandursache

Hitzegeschädigtes Material ist extrem empfindlich

Dauerhafte Verformung

Wenn möglich nach der Bergung zeitnah gefriertrocknen - mit vielen AV Medien möglich (Tonbänder, Videobänder)

„One copy is no copy“

Minimum:

1. Original
2. Archivkopie
3. Sicherheitskopien and verschiedenen Lagerungsarten

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

nadja.wallaszkovits@abk-stuttgart.de

www.abk-stuttgart.de

nlw@aes.org

www.aes.org

www.jazzpoparkisto.net/audio

www.nemosineproject.eu

www.abk-stuttgart.de/medienrestaurierung.html