

Analoge Verfahren I

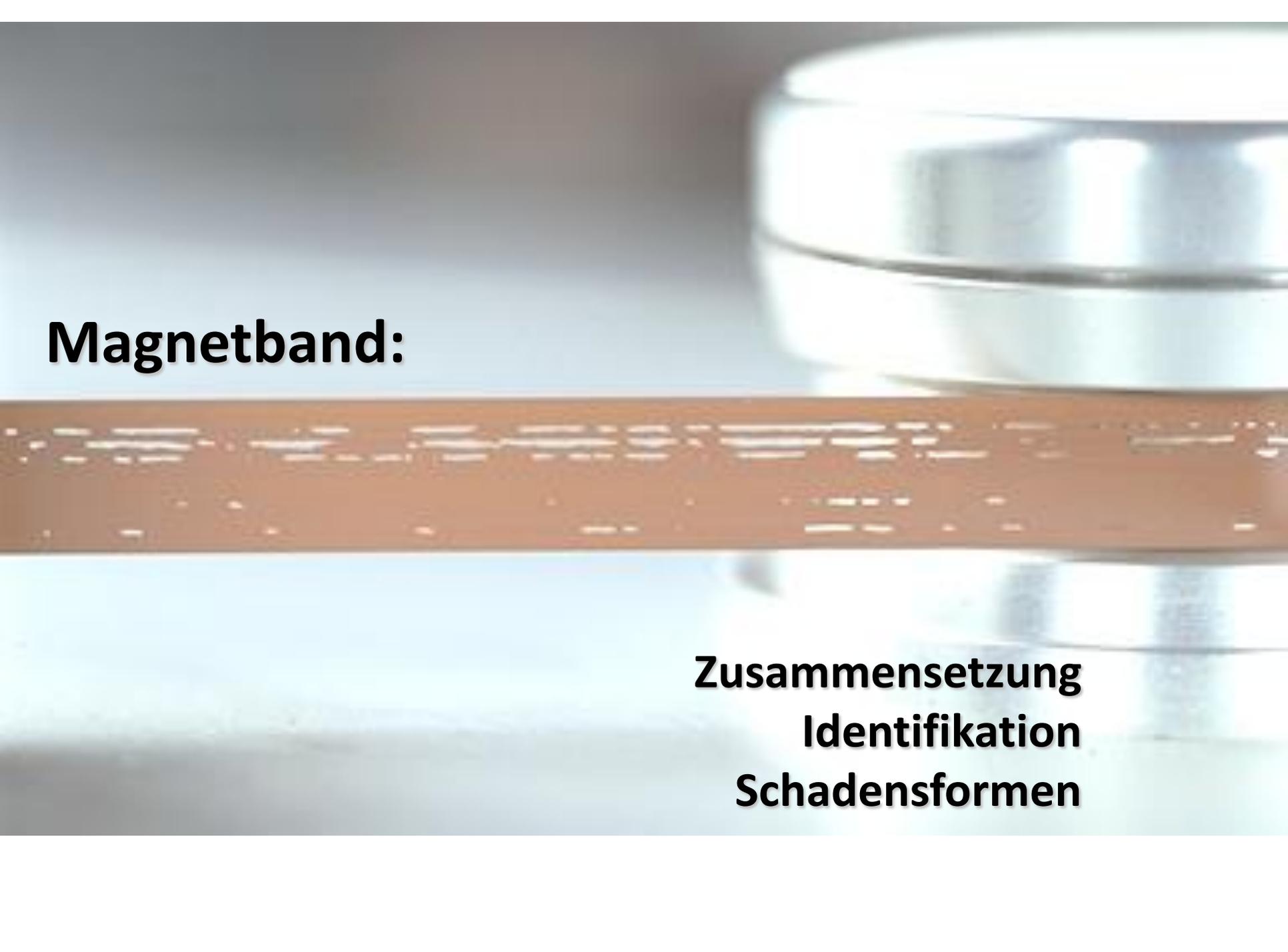
Elektronische Audiovisuelle Medien

Magnetische Schallaufnahme- und
Wiedergabe

Nadja Wallaszkovits

abk—
Staatliche Akademie
der Bildenden Künste
Stuttgart

Magnetband:

A close-up photograph of a magnetic tape reel. The central hub is a shiny, metallic cylinder. A strip of brown magnetic tape is wound around it, with several layers visible. The background is a soft, out-of-focus light blue.

**Zusammensetzung
Identifikation
Schadensformen**

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)

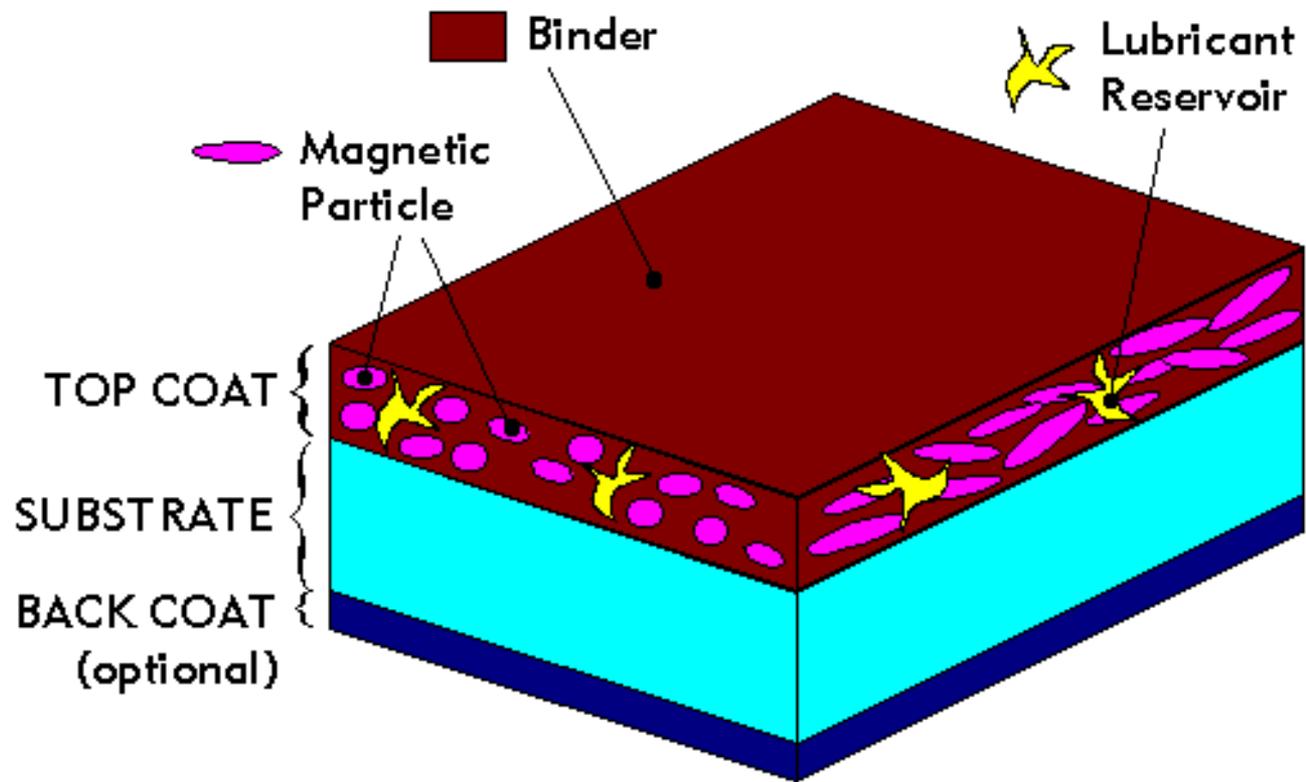
Vorteil: Einfacher Herstellungsprozess

Nachteil: Magnetische und mechanische Eigenschaften

- Beschichtete Bänder

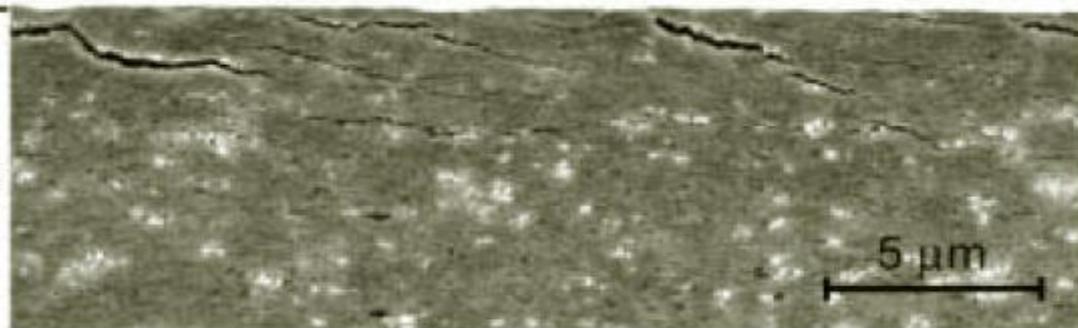


Bandaufbau: Trägerfilm, Binder & Magnetschicht

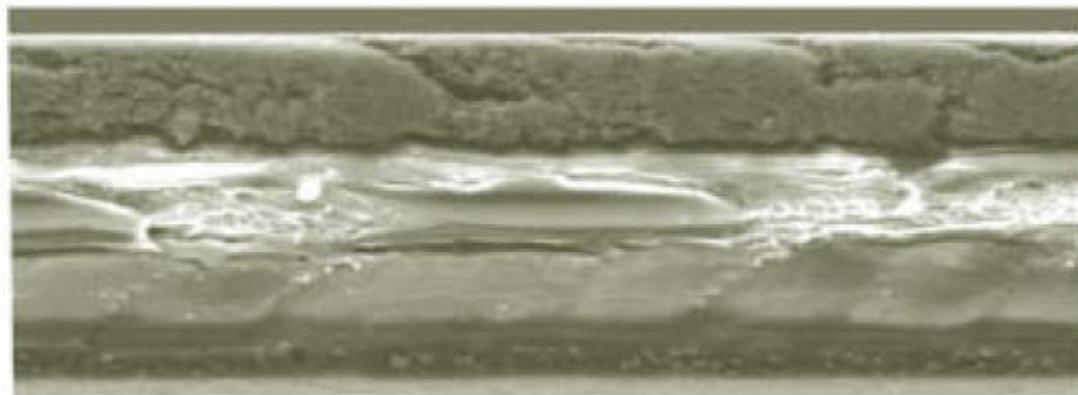


Upper edge
Unworn

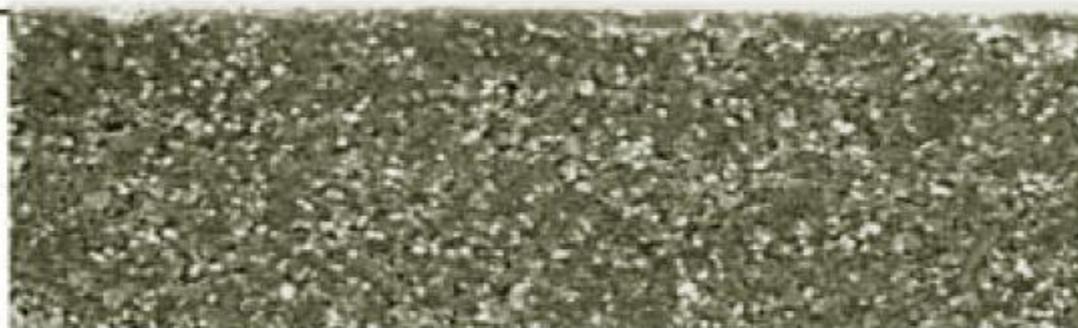
Magnetic coating
Edge



Cross-section



Backcoat



Bandaufbau: Trägerfilm

- Cellulose - Acetat (CA): Produziert von 1945 - ca. Ende der 1970er Jahre
- Polyvinylchlorid PVC: Produziert 1944 – ca. 1960
- Polyethylenterephthalat (PET) Produziert ab ca. 1960

Bandaufbau: Magnetschicht

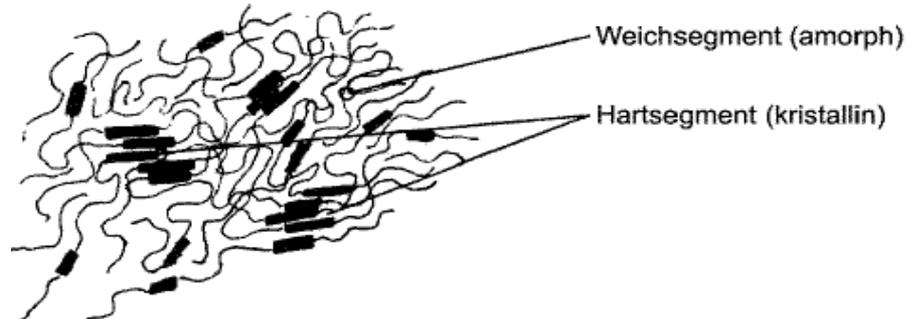
Magnetschicht:

- 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)

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: Rückseitenbeschichtung

- Optional bei professionellen Studiobändern (offenerWickel)
 - Zusammensetzung: Polyester/Polyether-Polyurethan und Kohlenstoffschwarz
 - Funktion:
 - Verbesserung der Wickeleigenschaften
 - Verhindern elektrostatischer Aufladung

Daher

- Offenporige Struktur, hygroskopisch ausgelegt

Überblick Magnetbänder (Audio & Video)

date of manufact.	media	type of recording	composition
1935- 1960	sound	analogue	base : cellulose acetate magnetic pigment : Fe_2O_3 formats : open reel audio
1944 - 1960	sound	analogue	base : PVC magnetic pigment : Fe_2O_3 formats : open reel audio
1959-	sound/ video	analogue	base : polyester magnetic pigment : Fe_2O_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)

Ursachen von Schäden

- 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:

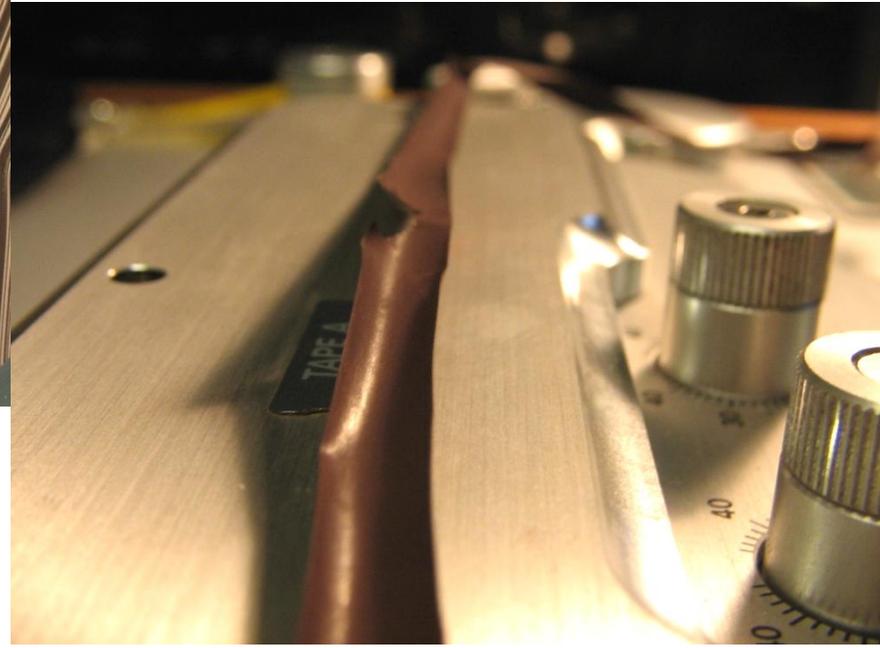
- **Instabilität von Cellulose-Acetat**

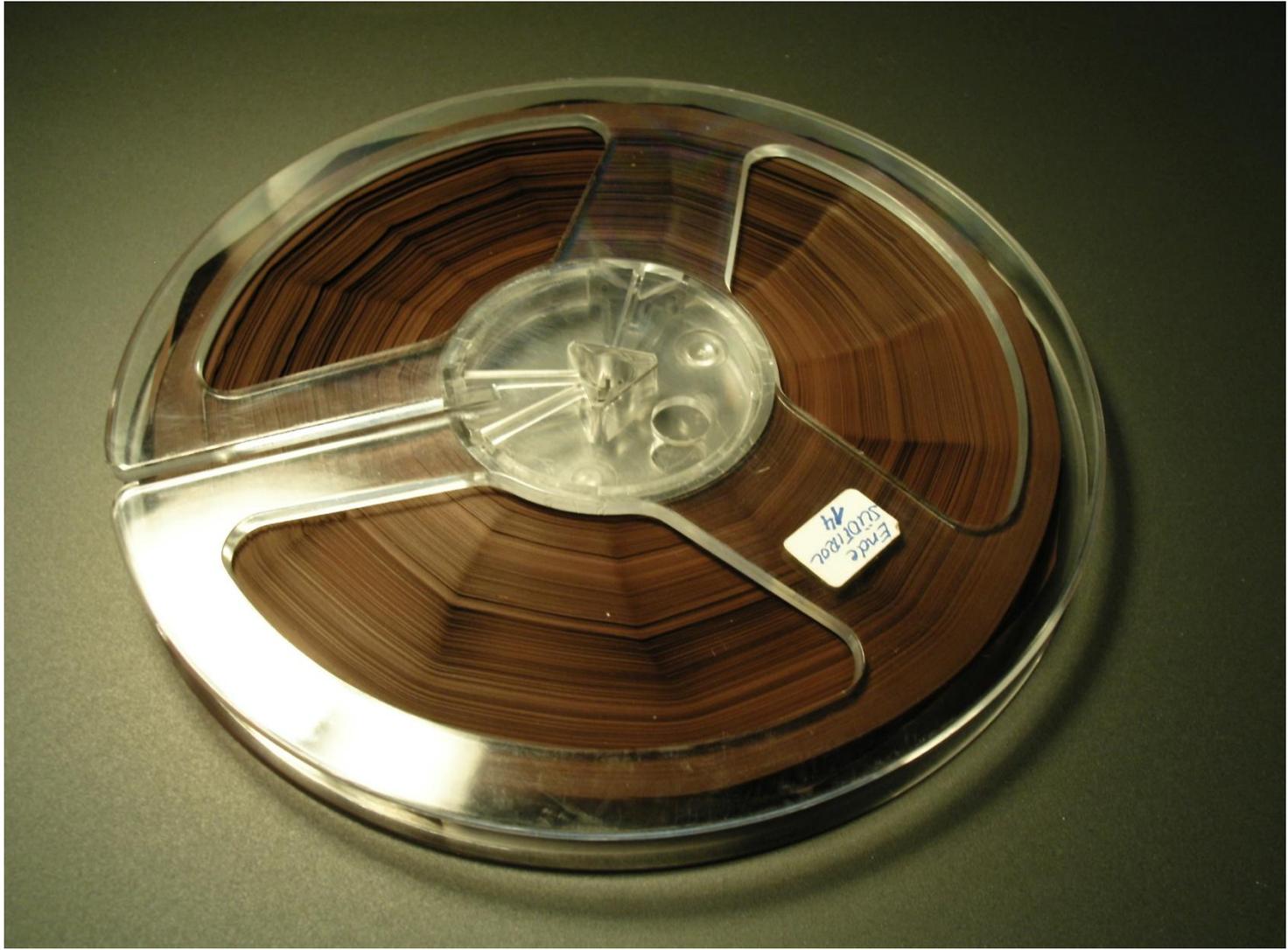
Historische Bänder mit einem Träger oder Bindemittel aus Acetat (produziert bis ca. Ende der 1960er Jahre, einzelne Bandtypen bis Mitte der 1970er Jahre, z.B. Scotch):

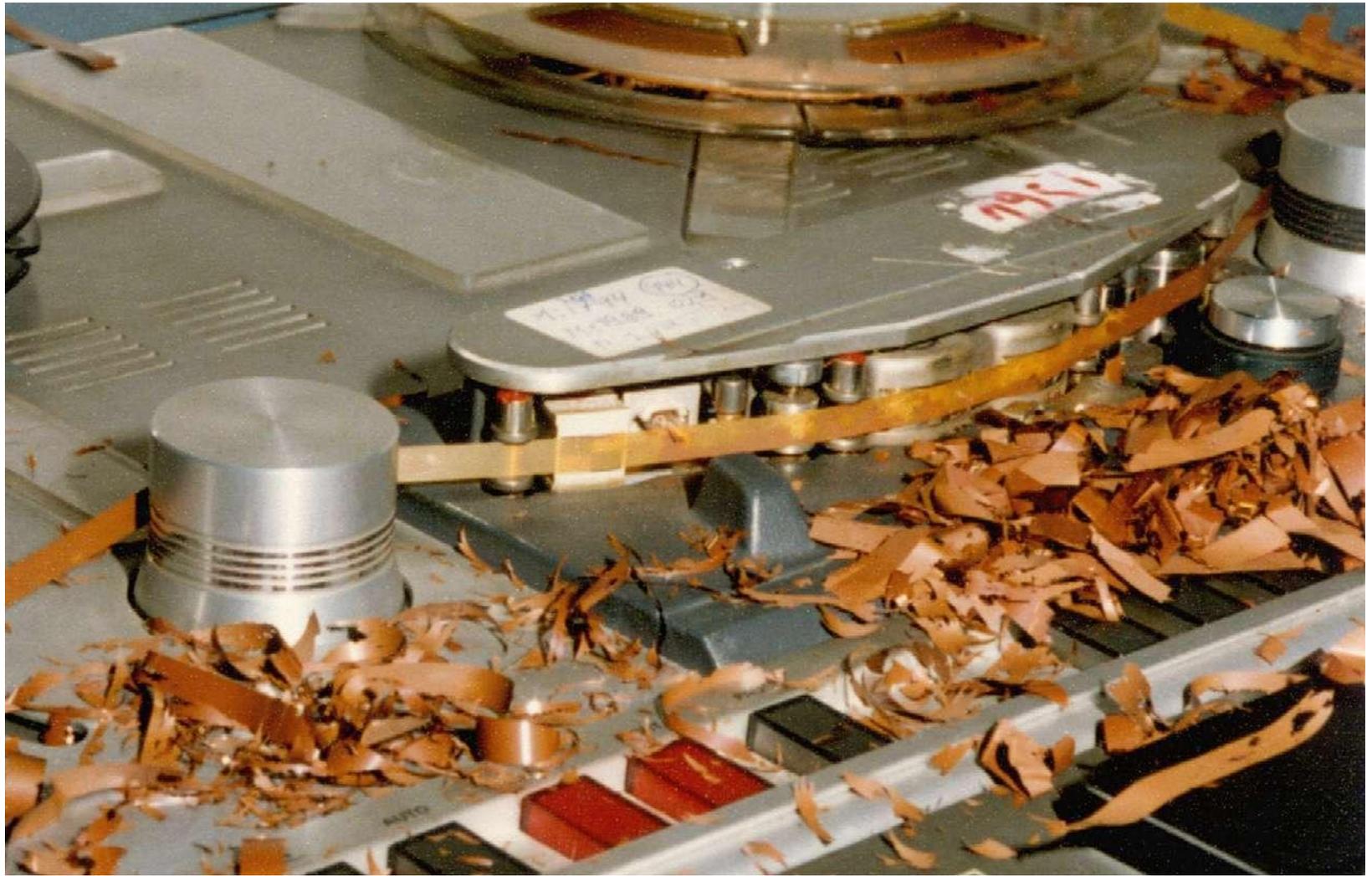
- Unterschiedliche Dehnungseigenschaften der Komponenten
- Hygroskopisch
- **Vinegar syndrome** ⇒ säuerlicher Geruch beim Öffnen der Bandschachtel; brüchig, spröde, deformiert, Kanten rollen nach innen, totaler Zerfall

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“







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

Identifikation von Bandtypen

- **Polyethylenterephthalat (PET):**
 - Videobänder seit Beginn, Audio seit ca. 1970
 - Relativ stabil und sehr reißfest
 - Hitzeempfindlich
 - Braune oder 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):

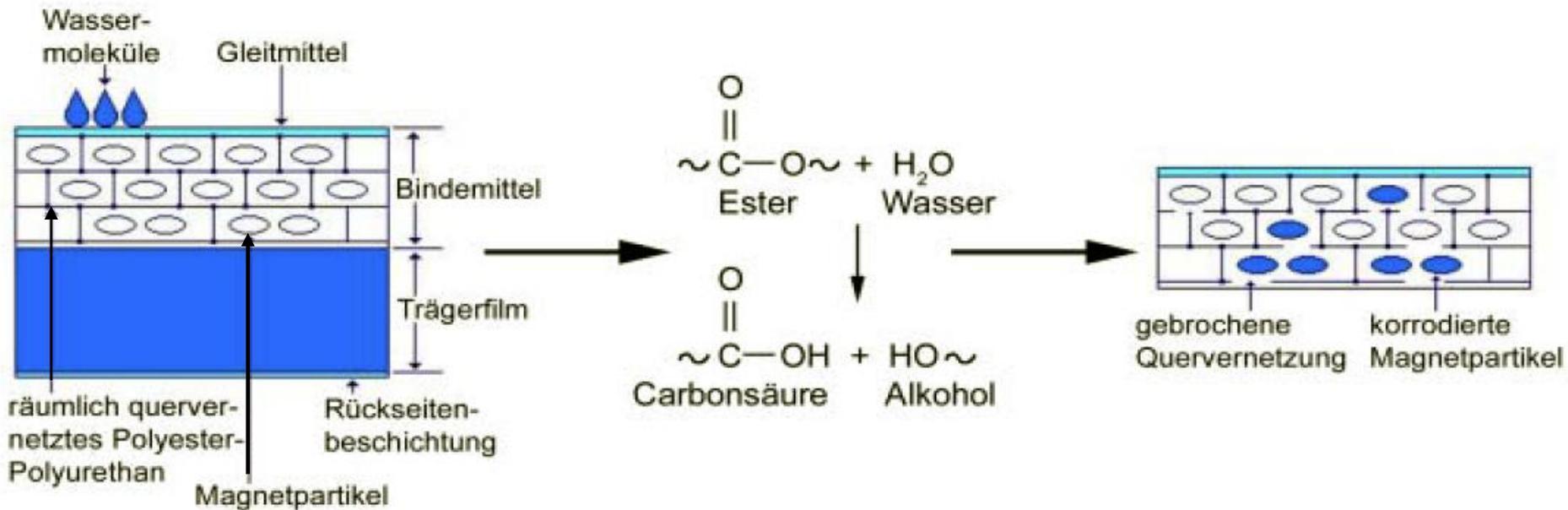
Hydrolyse ⇒ Sticky-Tape / Sticky Shed Syndrom

- **Zu hohem Prozentsatz reversibel!**

Chemische Schäden - Hydrolyse:

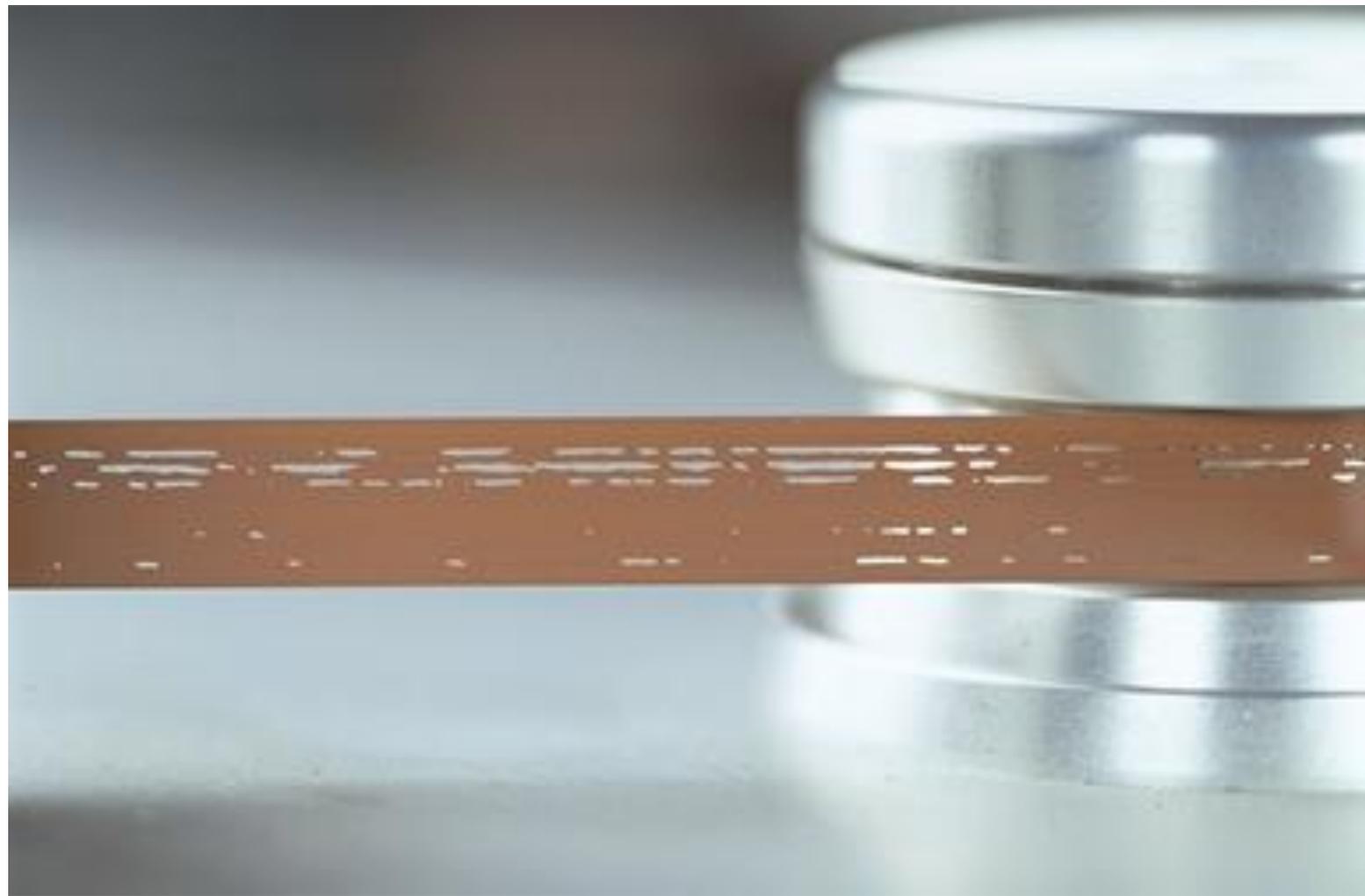
- Ursachen: zu hohe Luftfeuchtigkeit und Temperatur bei der Lagerung
- Ablauf:
 - Wasser (Luftfeuchtigkeit) lagert sich an der porösen Oberfläche des Bandes an und dringt in die Bindemittelschicht ein
 - Ausgangspunkt ist die O=C-O Bindung des Polyester-Weichsegments, das Polyurethan-Hartsegment ist wesentlich stabiler
 - Wasseranlagerung – Kettenspaltung (kurzkettige Carbonsäuren und Alkohole entstehen) – Polymer-Degradation - Bildung von Abrieb

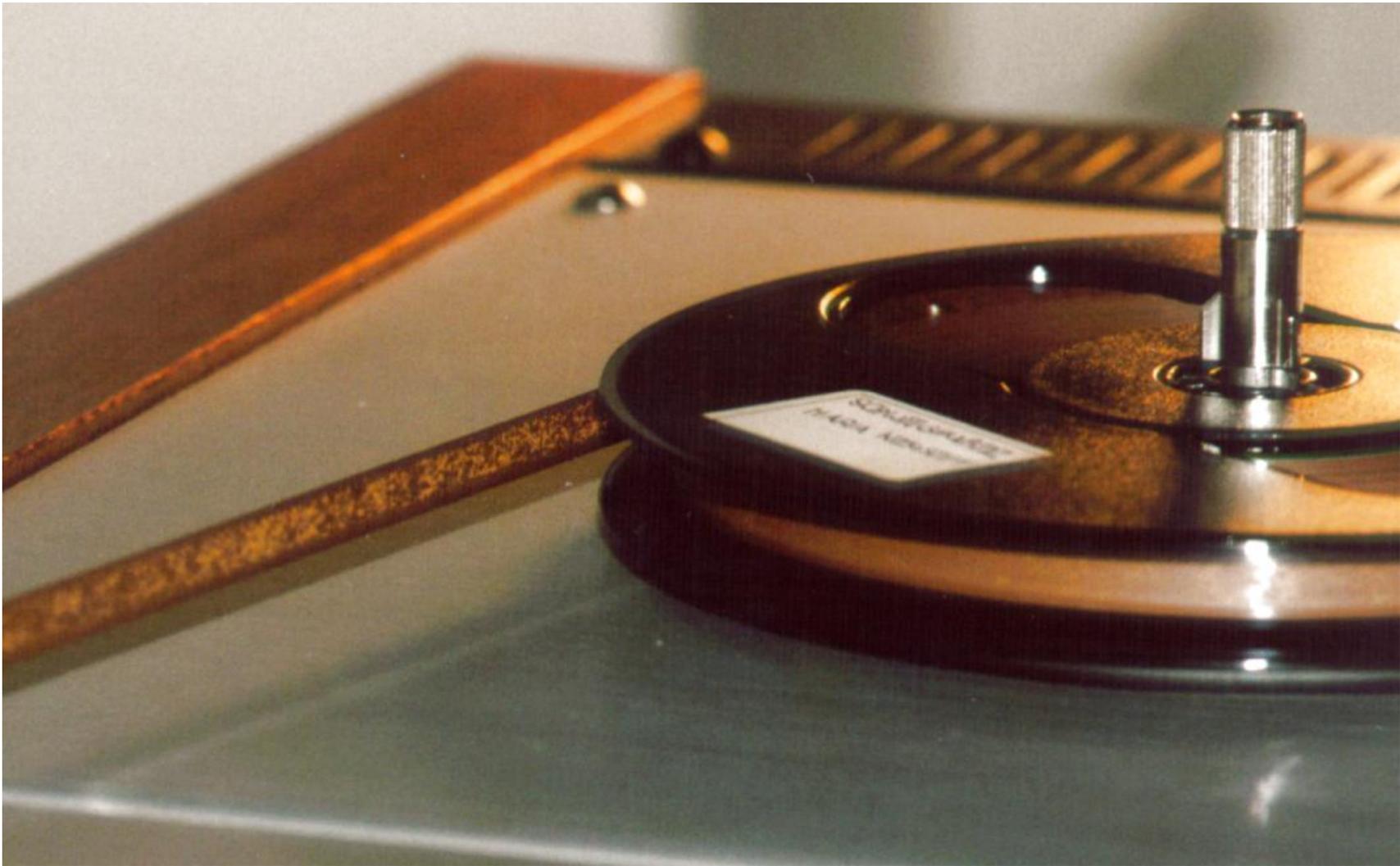
Chemische Schäden - Hydrolyse:



Chemische Schäden - Hydrolyse:

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





Tonband:

Geschichte und Herstellung

- Magnetic tapes: recognizing different tape types (Luis, practical explanation, on site)
- Q&A
- Magnetic tapes: recording parameters and how to recognize: speed, track format, equalization (Nadja, theory, online / Luis, practical explanation on site)
- Q&A
- Preparation of the tape machine for transfer of very degraded tapes (Nadja, theory and practice, online / Luis, practical explanation on site)

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 Pfeumer in Dresden

Lautschriftträger

Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. Januar 1928 ab

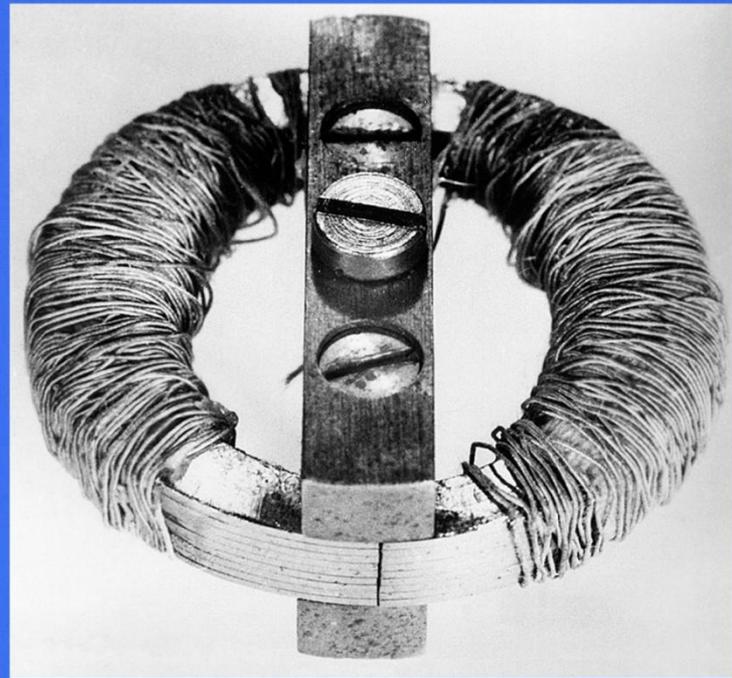
Tönendes Papier. Der Dresdener Ingenieur P f l e u m e r hat ein billiges Verfahren gefunden, Töne auf Papier zu fixieren. — Auf 2 Drehscheiben bewegt sich ein Streifen Papier, ähnlich wie das Farbband der Schreibmaschine. Der Streifen besitzt einen Ueberzug von Stahlstaub und gleitet an einem Magneten vorüber. Die in Magnetismus transformierten Töne magnetisieren bei der Aufnahme den Stahlstaub. Bei der W i e d e r g a b e 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 Pfeumer





1933

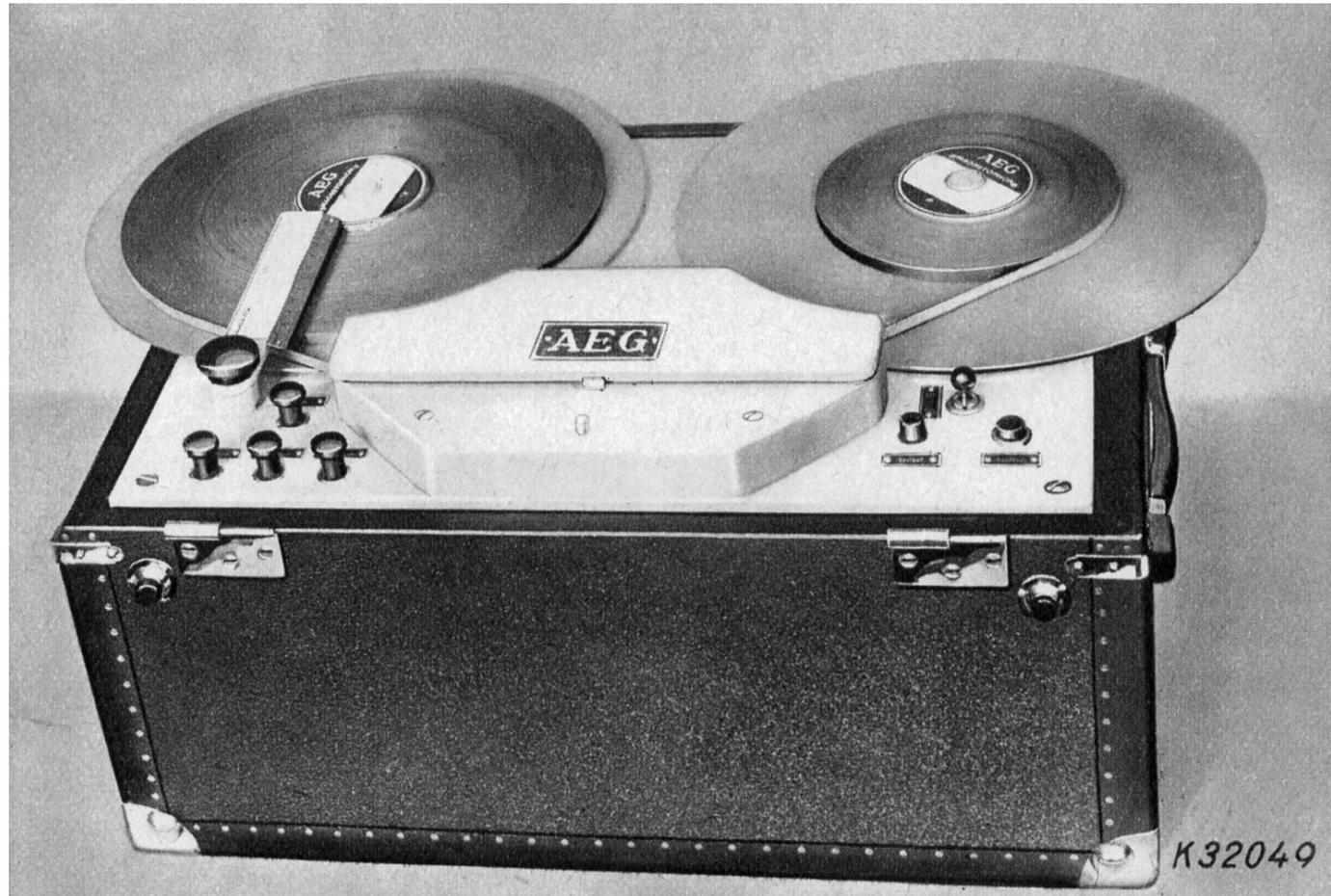
Eduard Schüller

1933

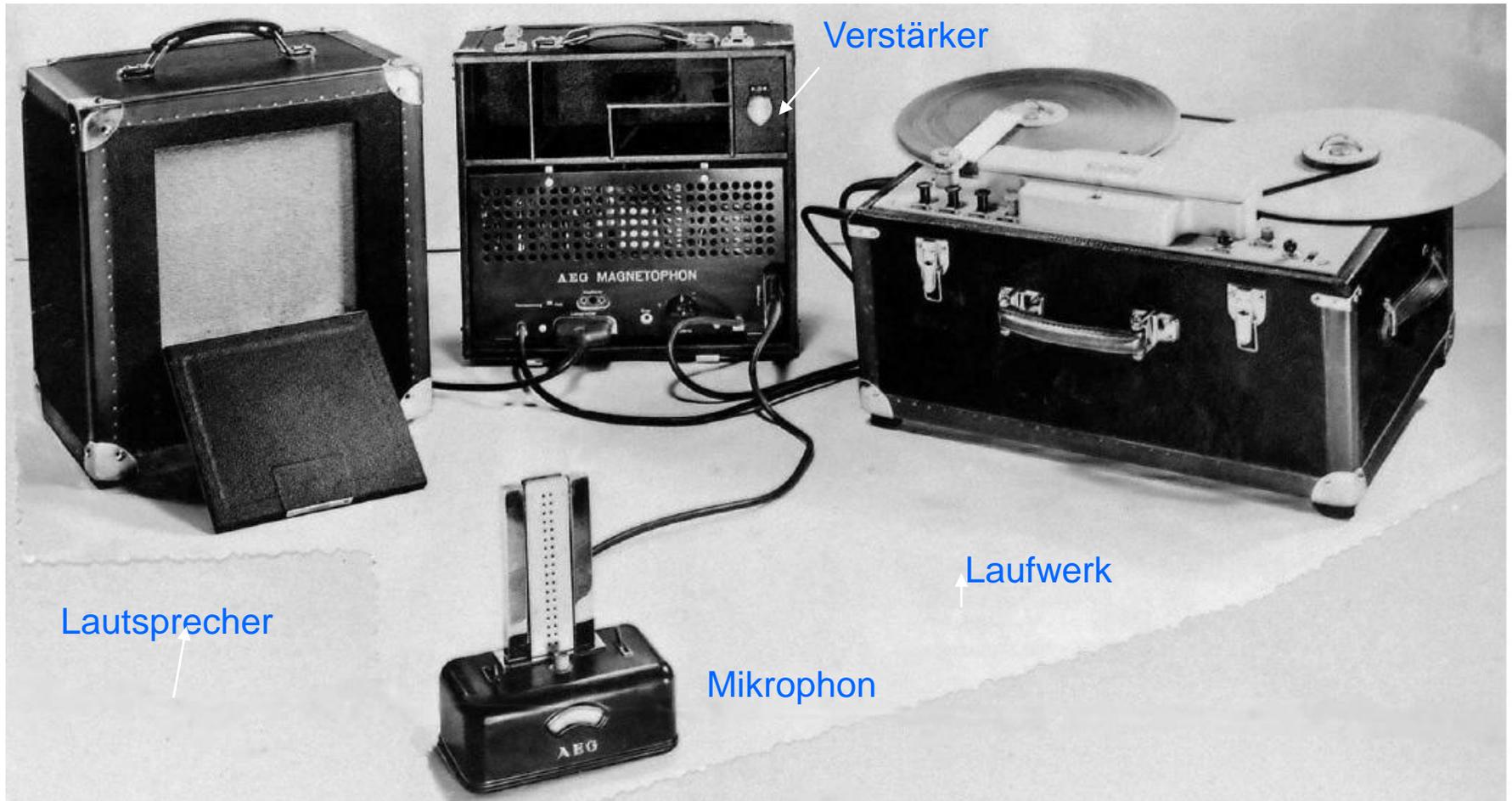
Ringkopf

1935:

Magnetophon K1



K32049



1936 Magnetophon K2

1939:

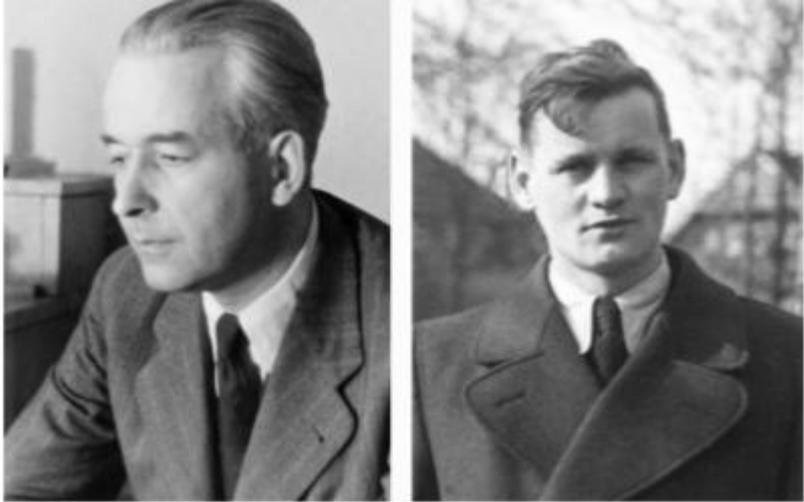
Magnetophon K4



Überblick: Früheste Tonbandsammlungen

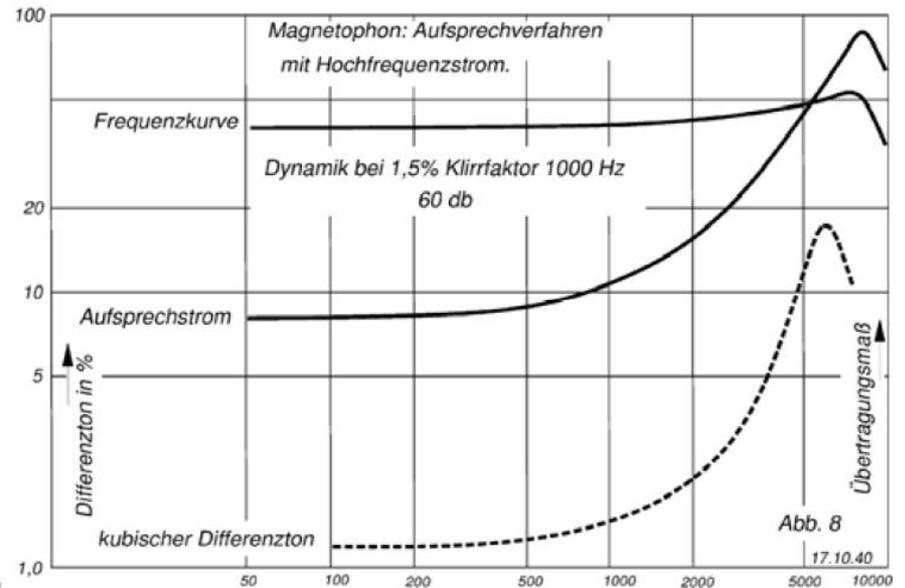
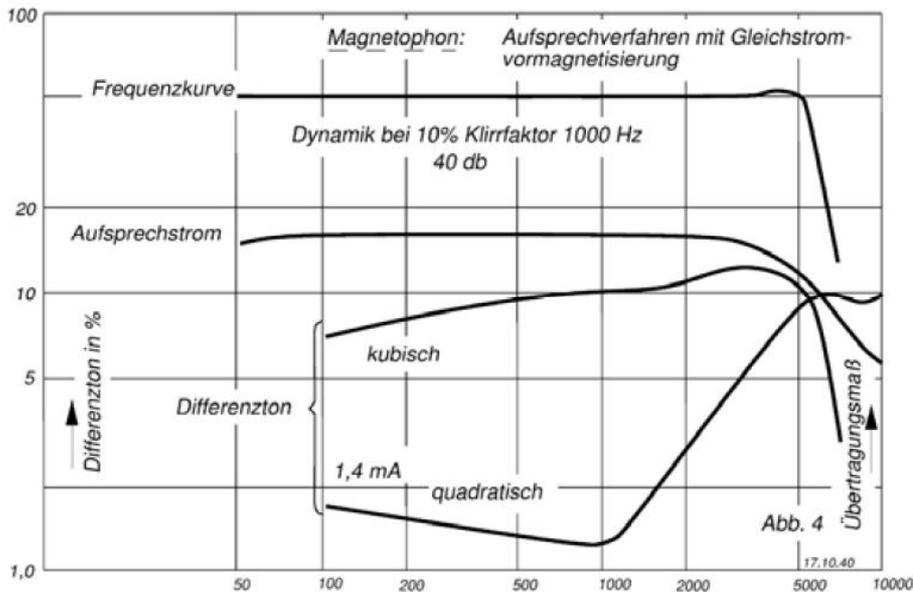
1936	Wolfgang Sichardt, Schweiz	Magnetophon K2
1939	Leandro Mazzoni, Albanien	Magnetophon K6
1939-40	Armando Leça, Portugal	Magnetophon K4 (Ser.Nr. 1260)
1940-43	Alfred Quellmalz, Südtirol	Magnetophon K4 (Ser.Nr. 1297)
1943-44	Maghreb Sammlung	Magnetophon R22/24



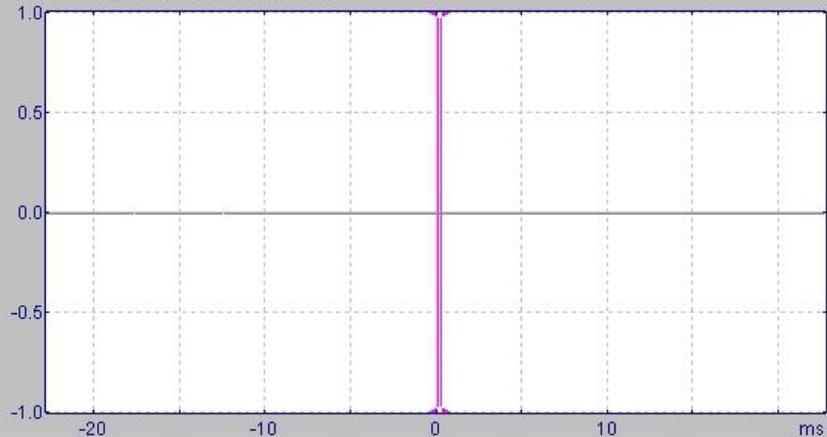


Walter Weber/ Hans Joachim von Braunmühl:
Hochfrequenzvormagnetisierung, 1940

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

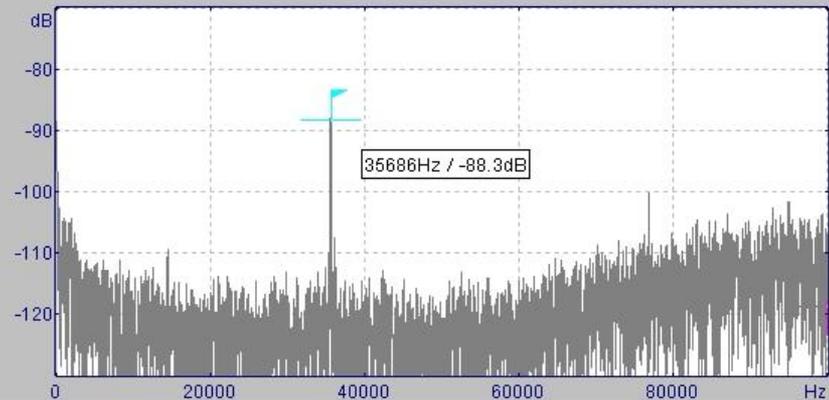


Pos.: 76.0141s (-22.7266ms..22.7266ms)

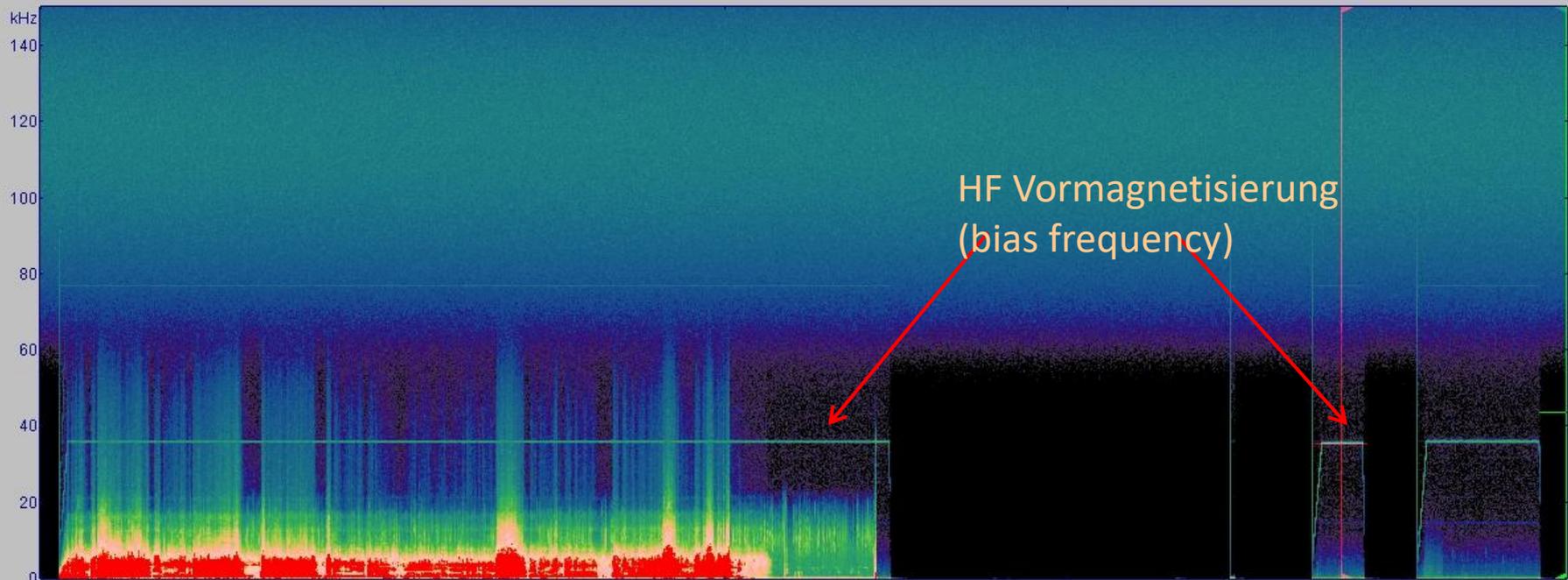


fft: length=17454 samples, df=22.0007Hz

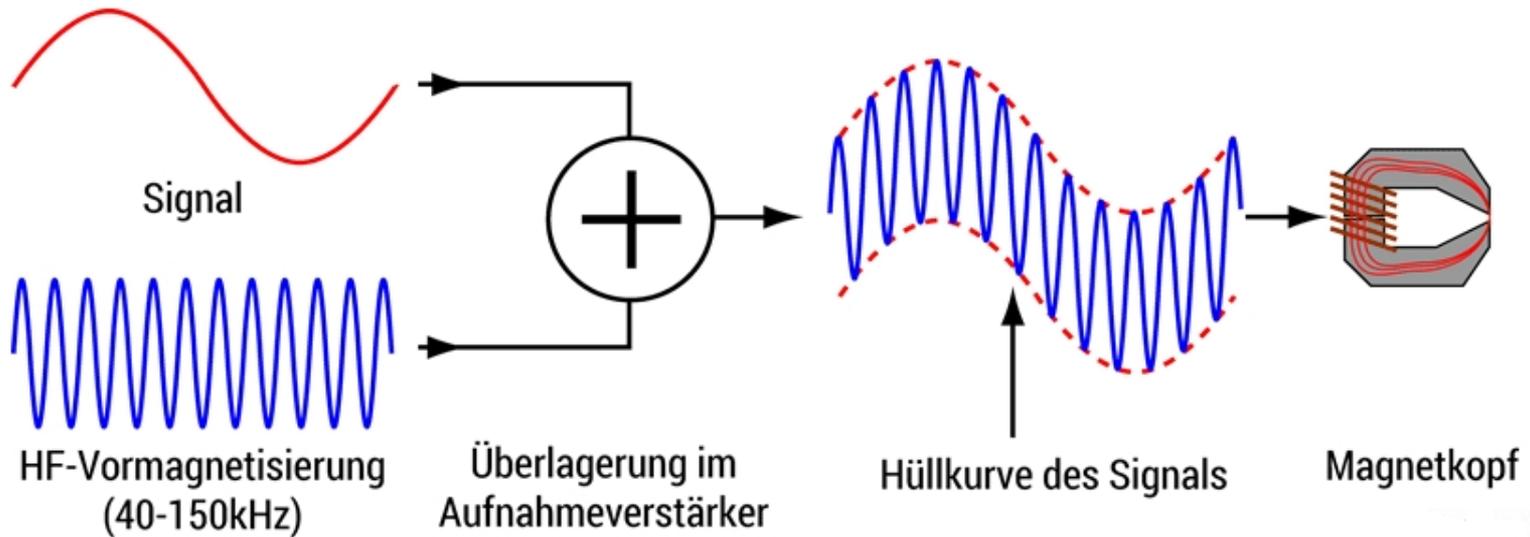
phase: -Pi..+Pi



/TB_03_Test abschirmung.wav.1;Signal.All;1: Amp-Spg: range=, freq.=0..150000Hz, df=46.875Hz | method: fft



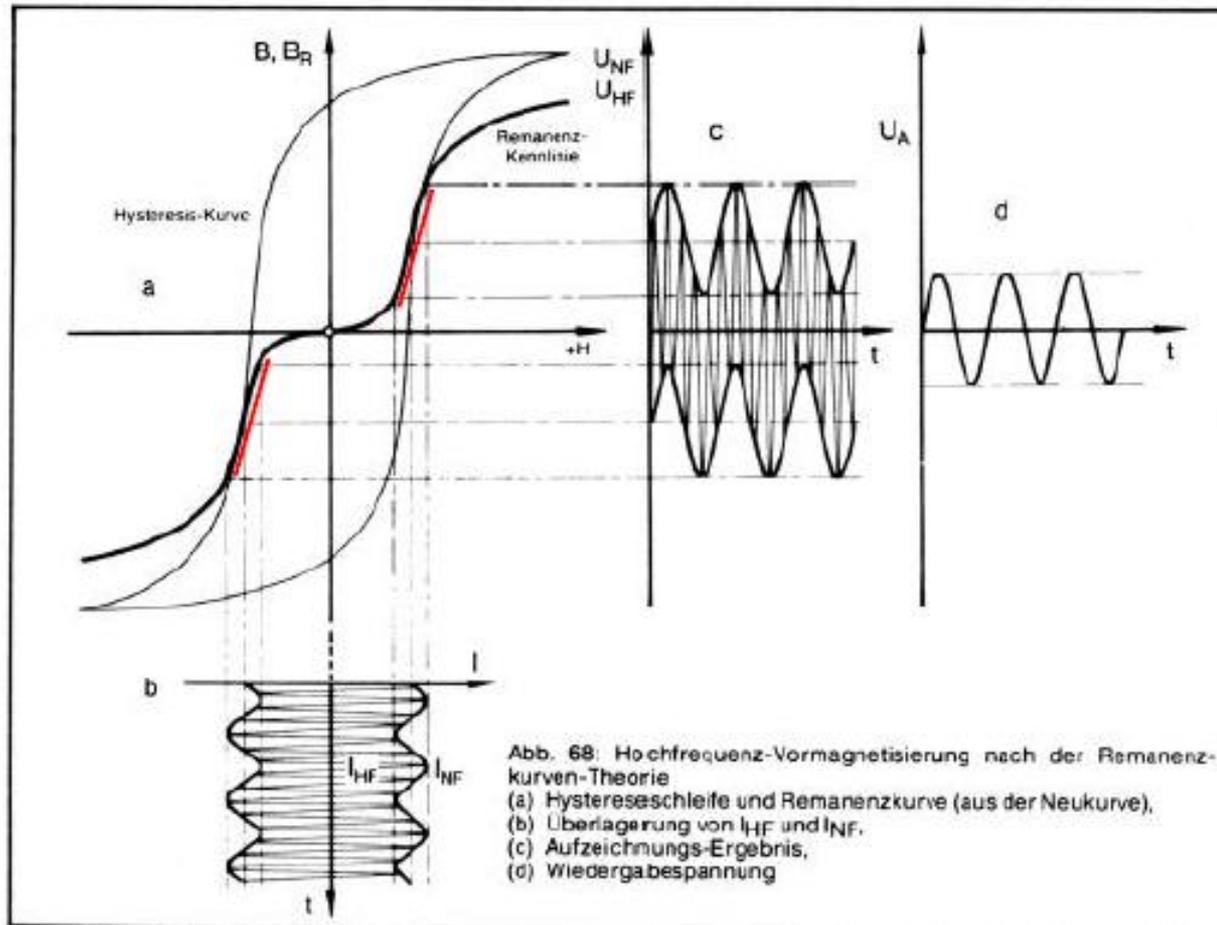
Was ist die Hochfrequenz-Vormagnetisierung (HF)?



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

https://kompendium.infotip.de/magnetische_videoaufzeichnung.html,
Zugriff: 20.11.2021

Was bewirkt sie?



Schematische Darstellung der Remanenzkurventheorie.

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

Ideen zur Nutzung der Hochfrequenz-Vormagnetisierung (HF)

- Nutzung als Referenzfrequenz zur Korrektur von Gleichlaufschwankungen
- Korrektur von Fehlern aufgrund von
 - Rauschen
 - Kratzern auf der Bandoberfläche (sog. Dropouts)
 - Übersteuerungen (sog. Clipping)
 - nichtlinearen Verzerrungen

Hochauflösende Spektraldarstellung eines Audiosignals vom Tonband mit sichtbarer Hochfrequenz-Vormagnetisierung

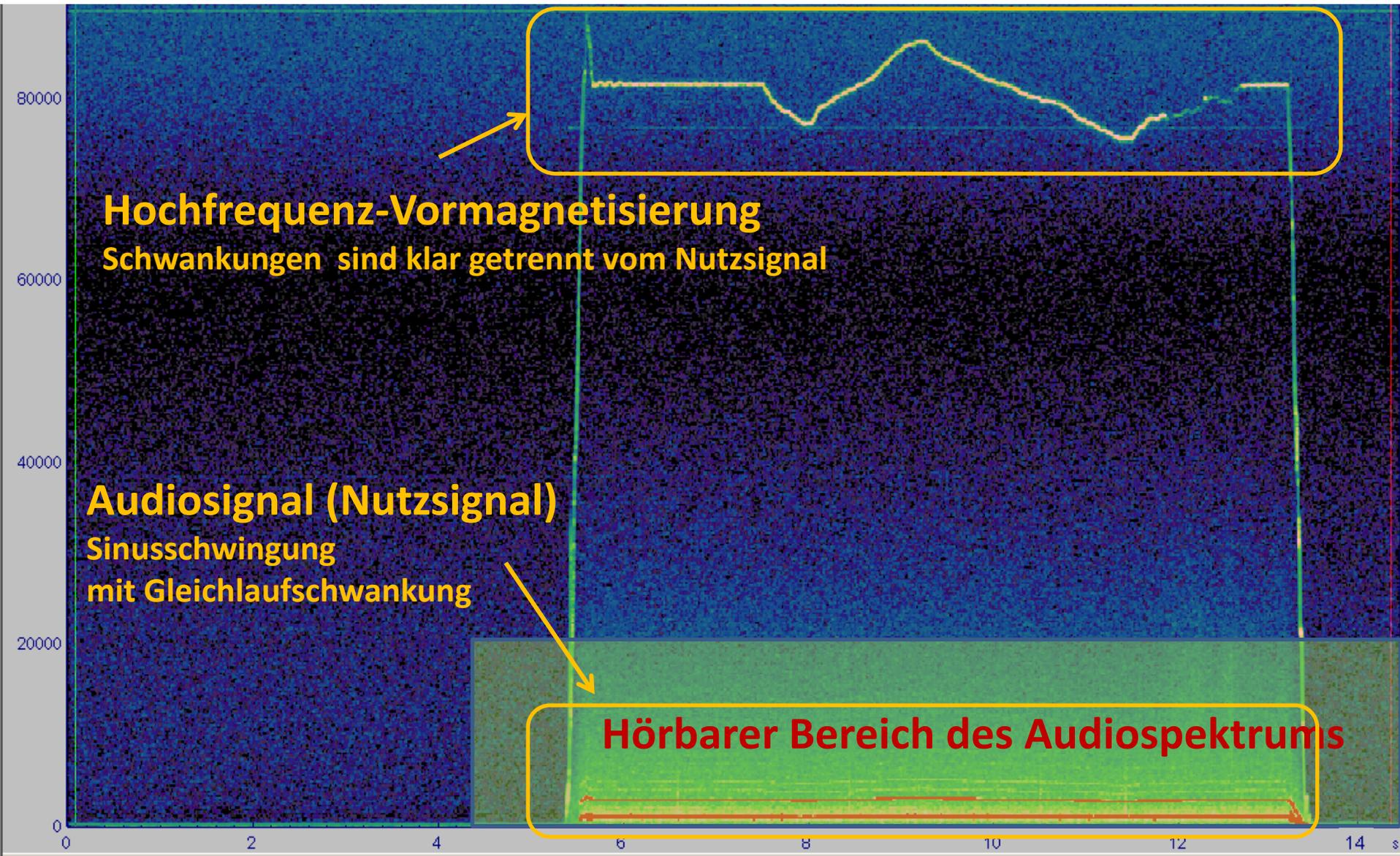


Abb. : F. Engel

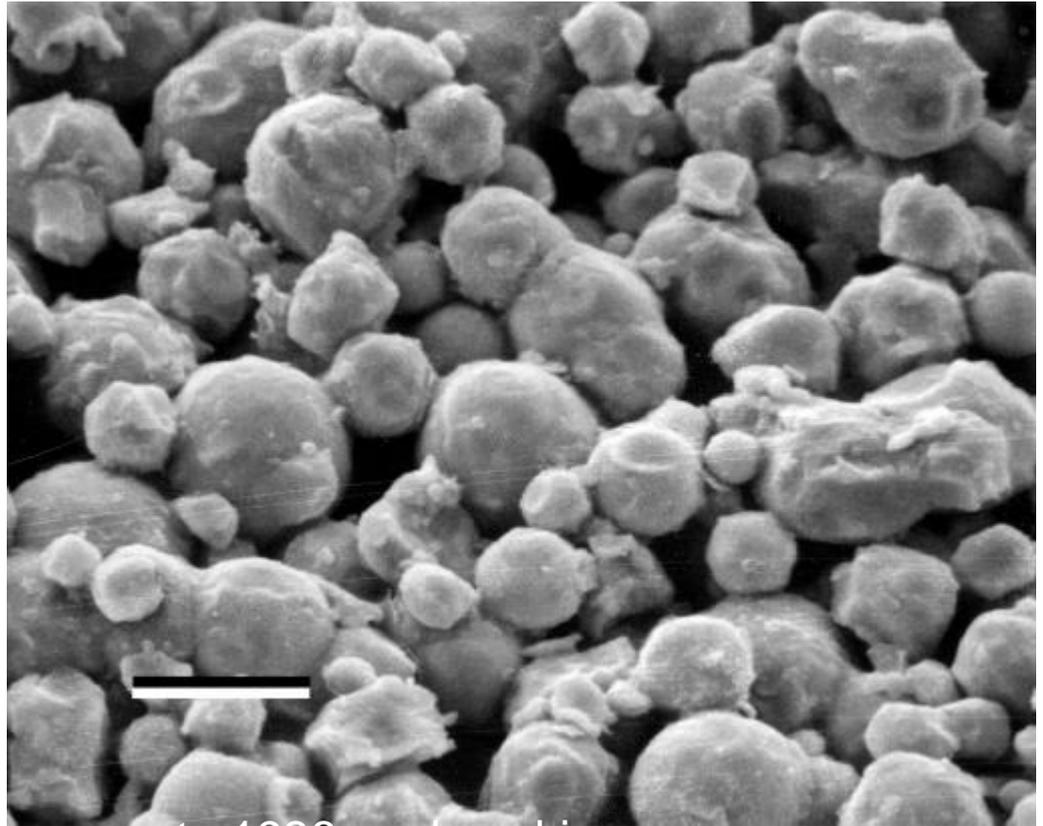
Möglichkeiten und Probleme der Auslesbarkeit

- Technische Grenzen
- Problemstellungen
- Praktische Realisierung
- Anwendungsmöglichkeiten

Entwicklungsschritte des Magnetbandes



Friedrich Matthias



Fertigungshalle

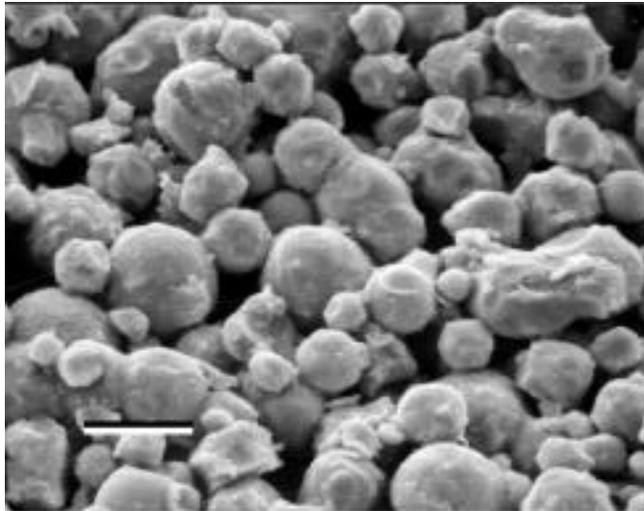




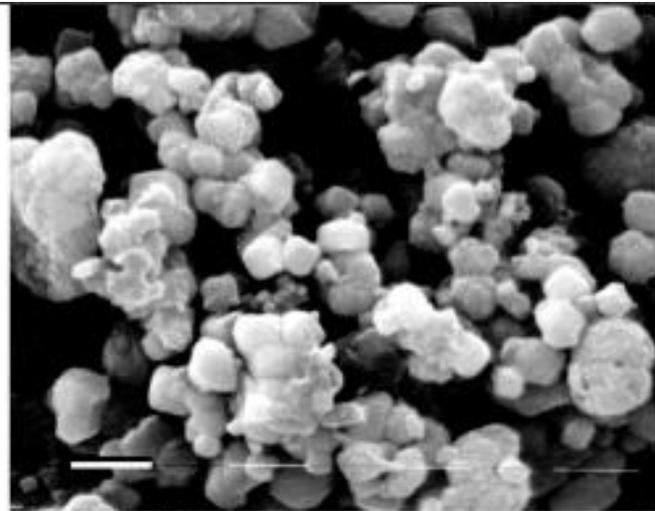




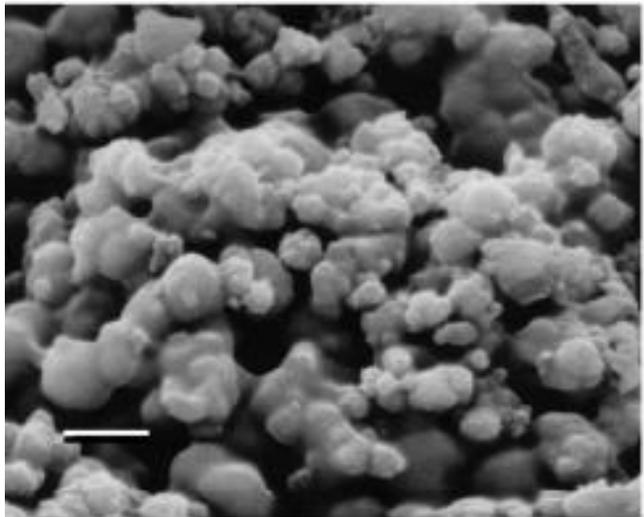




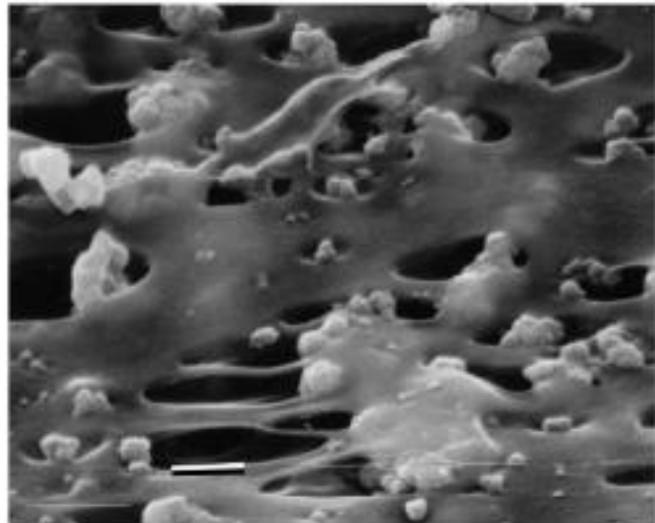
Carbonylseisen / Carbonyl Iron, 1935



Fe₃O₄, 1936



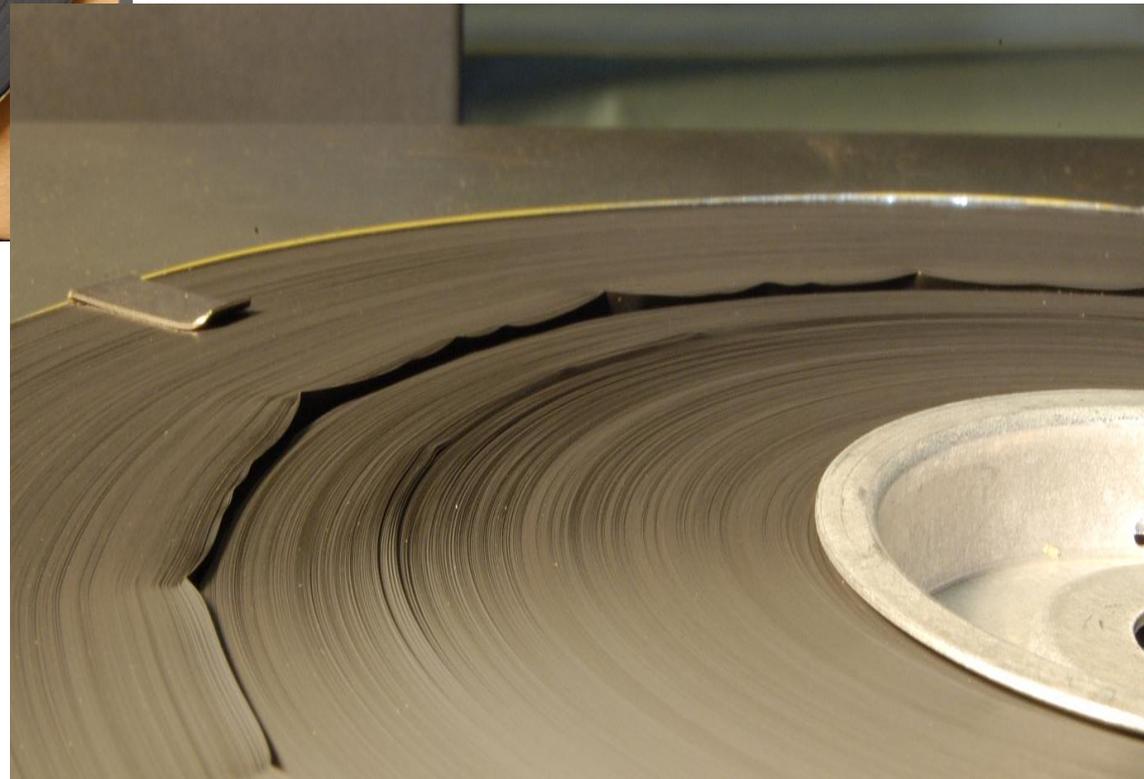
Fe₂O₃, 1939 ... 1943



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



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





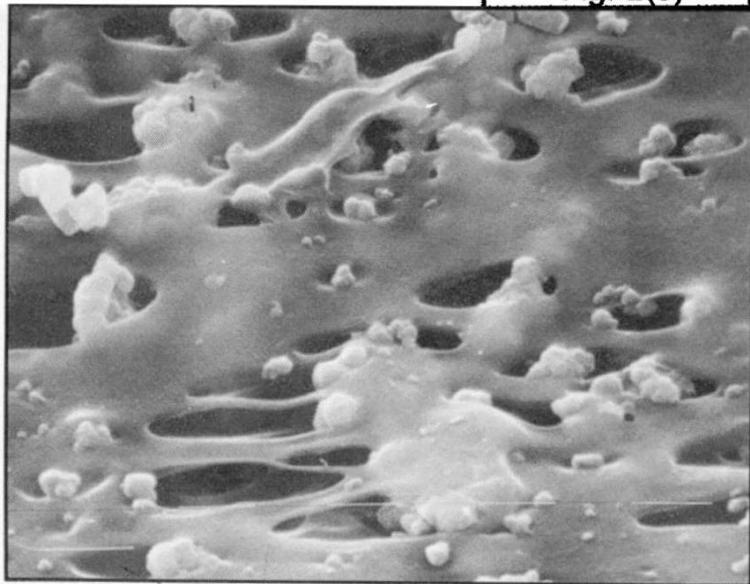
Fe_3O_4 (Magnetit)
Band
Magnetophonband
Typ C „Eisenmohr“
Aus der Sammlung
Leandro Mazzoni



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



Fig. 2(e)



No. 4a

1 μm

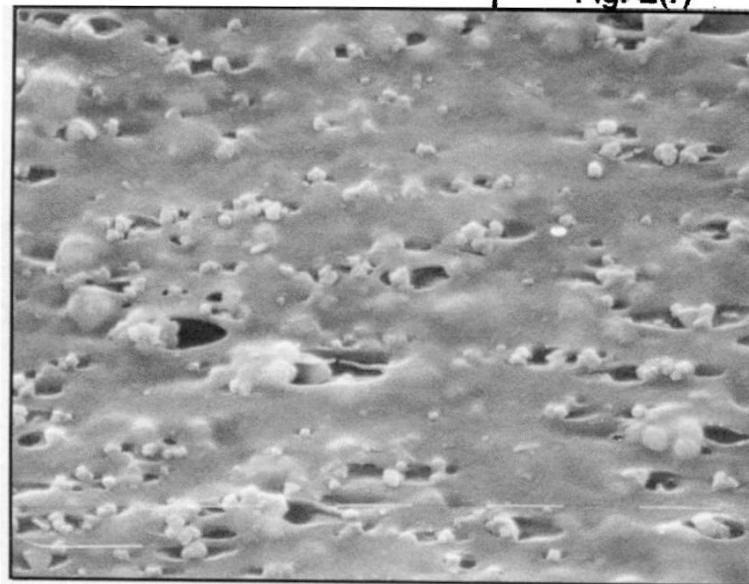
dispersed oxide

powder tape: γ -Fe₂O₃-cubical

manufact./Type: IG-Farben*/L

year: 1944 *(possibly plant Wolfen)

Fig. 2(f)



No. 7

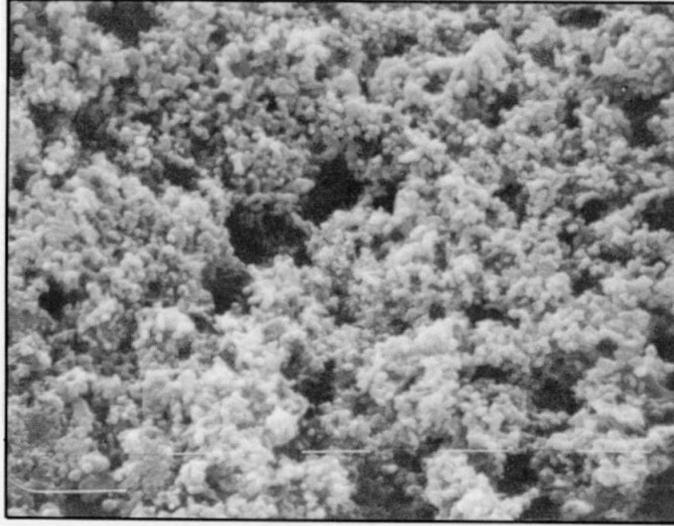
1 μm

dispersed lape: γ -Fe₂O₃-cubical

manufact./Type: GENOTON/EN

year: 1954

Fig. 2(g)

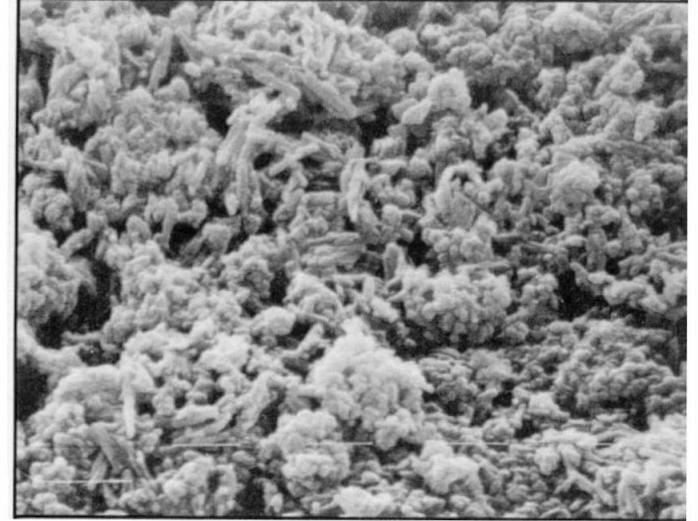


No.6

1 μ m

coating: γ -Fe₂O₃-cubical
manufact./Type: BASF/LGH
year: 1950

Fig. 2(h)

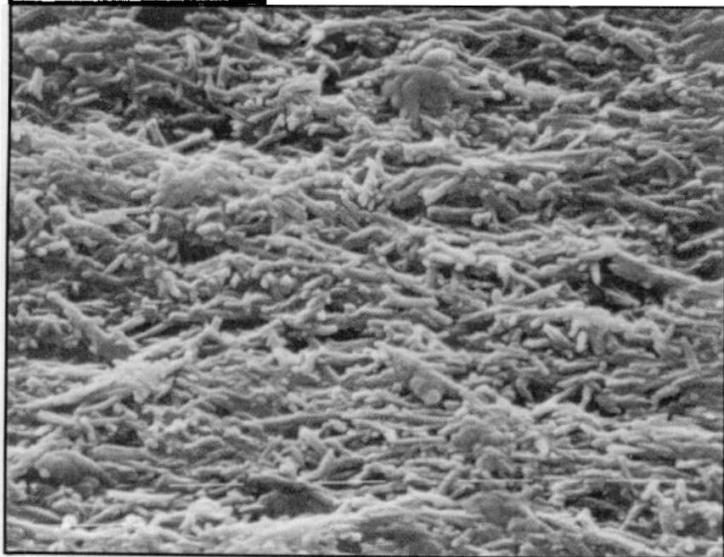


No.9

1 μ m

coating: γ -Fe₂O₃-cubical and needle shaped
powder, unaligned
manufact./Type: AGFA/FR 6
year: 1956

Fig. 2(i)

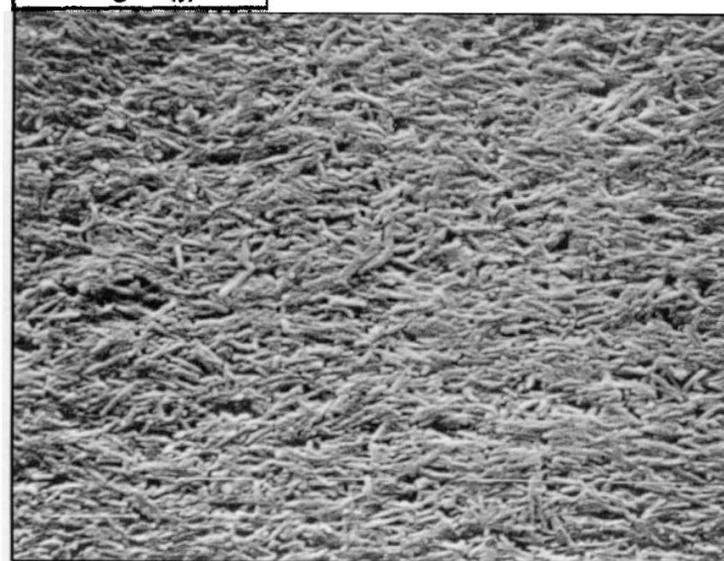


No.14

1 μ m

coating: γ -Fe₂O₃-needle shaped, aligned
manufact./Type: AGFA/PER 528
year: 1984

Fig. 2(j)



No.15

1 μ m

coating: ferric
manufact./Type: AGFA/new development, aligned
year: 1985



1947/48

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