



FRTZ FORNER

Die Herstellung von MAGNETTONTRÄGERN

Ein Bericht aus dem VEB Filmfabrik AGFA Wolfen

Ferromagnetische Tonträger

Der Grundgedanke für die magnetische Tonaufzeichnung ist seit etwa 60 Jahren bekannt. In den neunziger Jahren entwickelte der dänische Physiker Poulsen ein Verfahren, akustische Signale in Form magnetischer Remanenz auf hartmagnetischen Stahldrähten zu fixieren. 17 Jahre lang hatte Poulsen an seiner als „Telephonograph“ bezeichneten und 1898 in Deutschland patentierten Erfindung gearbeitet. Die physikalischen Grundlagen des Verfahrens sollen hier nicht diskutiert werden. Der interessierte

Bild 1: In der sogenannten Filterdose wird die Cellitlösung von allen Unreinheiten befreit



Leser findet sie in der angegebenen Literatur. Allerdings konnte sich das Drahttonverfahren zunächst nicht allgemein durchsetzen. Erst die Erfindung der Glühkathodenröhre (1916) ermöglichte den Aufbau der erforderlichen Verstärkungsorgane, die das Verfahren musikalisch verwertbar machten. Seitdem ist auf diesem Gebiete Beachtliches geleistet worden, und noch heute sind Drahttongeräte von großer Leistungsfähigkeit im Gebrauch.

Die unerwünschten Nebengeräusche sowie die unzureichende Wiedergabegebiete der Poulenschen Stahldrahtmaschinen befriedigten aber noch keineswegs. Ein entscheidender Schritt auf dem Wege zur hochwertigen magnetischen Tonaufzeichnung war der Übergang auf bandförmige Tonträger aus Kunststoff (Pfleumer 1928). Billigere Herstellung, leichtere Bedienung, die Möglichkeit, mehrere Tonspuren nebeneinander zu legen sind neben der verbesserten Wiedergabequalität einige der Vorteile des neuen Verfahrens.

Es ergaben sich von vornherein zwei Möglichkeiten für die Herstellung von Magnettonträgern aus Kunststoffbändern: Entweder man mischt das Ferromagnetikum dem Trägerstoff bei und erhält sogenannte Massebänder, oder es wird eine ferromagnetische Schicht auf eine Kunststoffolie aufgebracht, dann entstehen die sogenannten Schichtbänder. Beide Verfahren wurden erprobt, doch hat sich gezeigt, daß die Schichtbänder den gestellten Anforderungen besser entsprechen. Heute sind nur noch wenige Typen von Massebändern auf dem Markt.

Als Material für die Folie verwendet man gewöhnlich Azetylzellulose (Sicherheitsfilm) oder Polyvinylkunststoffe, neuerdings sind auch schon Folien aus Polyterephthalsäureester und anderen Kunststoffen hergestellt worden. Das Ferromagnetikum ist ein bestimmtes Eisenoxyd. Während früher zum Teil Bänder mit dem schwarzen Magnetit (Fe_3O_4) gefertigt wurden, hat sich heute fast ausschließlich das braune γ -Eisenoxyd (Fe_2O_3) durchgesetzt. Man unterscheidet dabei mehrere Arten mit verschiedenen ferromagnetischen Eigenschaften, die entweder durch Oxydation von Fe_2O_3 oder auf einem

komplizierten Wege aus Eisenoxydhydraten hergestellt werden. In jedem Falle haben die verwendeten Eisenoxide das Kristallgitter des Magnetits, ein inverses Spinellgitter.

Für die Herstellung der Folien kommen zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren in Frage: Walzen oder Gießen. Die Polyvinylfolien werden gewalzt, die Azetylzellulosefolien gegossen.

Herstellung von Tonträgern aus Azetylzellulose

Im folgenden wird das Verfahren zur Herstellung von Tonträgern aus Azetylzellulose beschrieben. Azetylzellulose ist auch der Rohstoff für den Sicherheitsfilm. Es ist verständlich, daß bei den hohen Anforderungen, die an die Qualität des fertigen Produkts gestellt werden, bei der Auswahl und der Aufbereitung der Ausgangsmaterialien äußerste Sorgfalt aufgewendet werden muß.

Die Unterlage

Für die Herstellung der Unterlage wird Azetylzellulose in organischen Lösungsmitteln gelöst und im Laboratorium durch Löse- und Gießversuche ständig auf ihre Eignung kontrolliert. Neben einer besonderen Filterung (Bild 1) muß auch darauf geachtet werden, daß die Lösung gut entlüftet ist. Sie darf keinerlei Unreinheiten oder Bläschen enthalten. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, wird sie in Vorratsbehälter gepumpt und aus diesen dann der Gießmaschine zugeleitet.

Die aktive Schicht

Der wichtigste Bestandteil der aktiven Schicht ist das Ferromagnetikum, in unserem Falle γ -Eisenoxyd. Wir nennen es der Einfachheit halber auch Magnetit, obwohl das chemisch nicht exakt ist.

Die Magnetitherstellung erfolgt in einem besonderen Betriebsteil. Ferrosulfat besonderer Reinheit wird in Wasser gelöst, das Eisen als Hydroxyd gefällt und mit einem Sauerstoffträger zu Fe_2O_3 oxydiert. Das schwarze Fällungsprodukt wird mehrmals ausgewaschen und dann in einem Infrarotofen geröstet, das heißt,

Bild 2: Am ballistischen Meßplatz werden die elektromagnetischen Eigenschaften von Magnetitproben untersucht. Hierzu gehören die Messung der Remanenz und der Koerzitivkraft

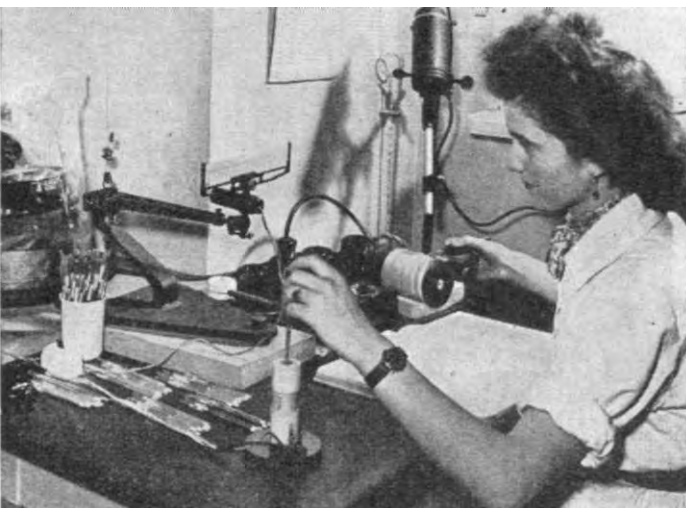
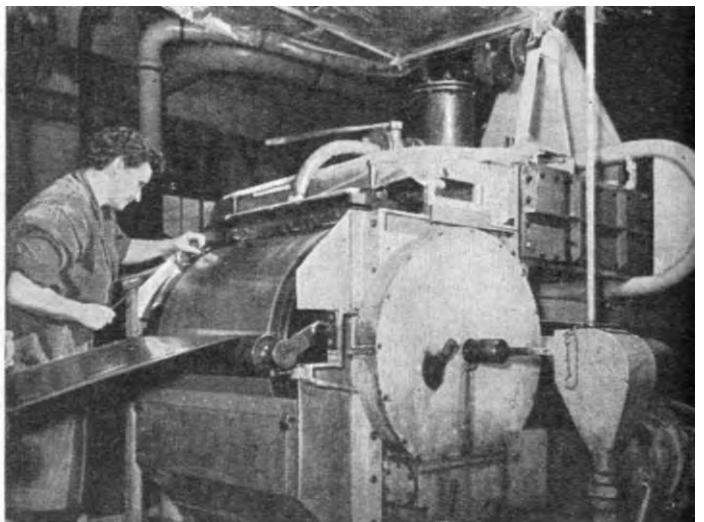


Bild 3: Die vordere Trommel mit dem Gießer für die Unterlage an der Gießmaschine. Die hier arbeitenden Kollegen müssen u.a. auf einen völlig gleichmäßigen Lauf des Metallbandes achten



zu braunem γ -Fe₂O₃, den sogenannten Schollen, aufoxydiert. Fällungs- und Rösttemperatur sind neben der Reinheit der Ausgangsstoffe für die magnetischen Eigenschaften des Magnetits maßgebend. Eine Kontrolle dieser Eigenschaften erfolgt an einem ballistischen Meßplatz (Bild 2).

Nachdem die in Glasröhrchen enthaltenen Magnetitproben in einer Feldspule magnetisiert sind, werden in einer Induktionsspule die Remanenz und die Koerzitivkraft mit Hilfe eines ballistischen Galvanometers gemessen. Zur Aufzeichnung der Hysteresisschleife steht eine mit Katodenstrahlloszillograf ausgerüstete Apparatur zur Verfügung.

Im weiteren Fertigungsgang wird der Magnetit in Kugelmöhlen unter Zusatz von Lösungsmitteln durch längeres Mahlen feinst dispergiert. Wenn die entnommenen Proben die geforderte Feinstdispersion zeigen, wird ein Bindemittel, in der Regel Wolle, zugesetzt, die Viskosität gemessen und auf bestimmte Werte eingestellt. Die fertige „Farbe“ wird mehrmals filtriert, in Rührgefäße gepumpt und von da aus zur Gießmaschine geleitet. Durch die ständige Bewegung der Masse verhindert man ein Absetzen der winzigen Magnetiteilchen.

Der Guß

Erfordert schon die Zubereitung der Gießlösungen hohe Exaktheit und Gewissenhaftigkeit, so stellt das Gießen selbst höchste Anforderungen an die Präzision der Maschinen und an die Aufmerksamkeit und Zuverlässigkeit aller Beteiligten. Man muß sich einmal vor Augen halten, welche Ansprüche an die Genauigkeit der Arbeit hier gestellt werden. Die Dicke der Unterlagenfolie beträgt etwa 40 Tausendstel Millimeter, das sind 40 μ , die der aktiven Schicht etwa 12 Tausendstel Millimeter, also 12 μ . Und diese Dicke muß mit einer Genauigkeit von $\pm 1\mu$ (ein Tausendstel Millimeter) gehalten werden!

Die Gießmaschinen für Magnettonbänder (Bild 4) wurden in Anlehnung an die beim Guß fotografischer Filme verwandten Maschinen konstruiert. Endlose, 61 cm breite Metallbänder laufen über zwei Trommeln, gestützt von einer Reihe von Walzen. An die Gleichmäßigkeit der Dicke und der Oberfläche dieser Bänder müssen höchste Anforderungen gestellt werden, denn von ihr hängen die Eigenschaften des Tonträgers sehr wesentlich ab.

Auf dem Scheitelpunkt der vorderen Trommel steht der „Gießer“ (Bild 3) für die Unterlage. Aus diesen Gefäßen mit trapezförmigem Querschnitt fließt die Gießlösung auf das Band. Die untere Gießerkante ist neben der Oberfläche des Kupfer- oder Nickelbandes das wichtigste formgebende Element der Fabrikation. Nur ihre absolute Linearität und Unversehrtheit garantieren einen einwandfreien Guß.

Die Gießlösung hat etwa die Konsistenz von dickflüssigem Honig und bildet auf dem Gießband einen Flüssigkeitsfilm. Das Gießband ist von einem Schacht umgeben, durch den trok-

kene, warme Luft strömt. Die Lösungsmittel werden zum großen Teil von diesem Luftstrom aufgenommen, der nach mehreren Metern abgesaugt wird. An dieser Stelle ist die Unterlage so trocken geworden, daß man nun die „Farbschicht“ mit einem zweiten Gießer auftragen kann. Wieder bildet sich ein Flüssigkeitsfilm, der in gleicher Weise getrocknet wird. Nach nahezu einem vollen Bandumlauf wird der Guß vom Gießband abgezogen, durch einen Nach-trockenschrank geführt und anschließend auf einen Holzkern gewickelt.

Die wertvollen, von der Trockenluft aufgenommenen Lösungsmittel können nicht einfach in die Außenluft geblasen werden. Man leitet die Luft zur Rückgewinnung der Lösungsmittel durch mit A-Kohle gefüllte Adsorber (Bild 5). A-Kohle nimmt die Lösungsmittel begierig auf. Nach einigen Stunden werden andere Adsorber eingeschaltet, und die beladene A-Kohle der zuerst verwendeten Adsorber wird mit Wasserdampf von den adsorbierten Lösungsmitteln befreit. Dieses Gemisch aus Lösungsmitteln und Wasserdampf verflüssigt in einem Kondensator und gelangt über einen Sammelbehälter zur Rektifikation. Nach dem Trocknen und Abkühlen sind die Adsorber wieder einsatzbereit. Auf diese Weise kann man durchschnittlich 75 % Azeton und 50 % Alkohol für die Produktion zurückgewinnen.

Die Aufarbeitung

An der Gießmaschine aufgewickelte, etwa 1000 m lange Bahn wird in den Schneideraum transportiert und dort zunächst in Blöcke zertrennt. Gleichzeitig erfolgt der Aufdruck der Fabrikationsnummer, der Firmen- und Typenbezeichnung auf der Bandrückseite (Bild 6). Die Blöcke werden dann auf der „Bändchenmaschine“ (Bild 7) durch rotierende Messer in 6,3 mm breite Rollen geteilt und von den geschickten, flinken Händen der Kolleginnen getrennt. Nun kommen diese 1000-m-Rollen auf Pappringe von 6,3 mm Breite in die Wickelei, wo sie auf dem „Wickeltisch“ umgespult werden (siehe Titelbild). Beim Umspulen erhält der Bandwickel seine endgültige Form. Anfang und Ende eines jeden Bandes sind durch farbige Vorspannbänder gekennzeichnet (grün für Bandanfang und rot für Bandende). Die 1000-m-Bänder für die großen Studiogeräte mit einer Bandgeschwindigkeit von 76,2 oder 38,1 cm/s werden auf einen Metallkern gewickelt, während man für die 500-m-, 350-m- oder 190-m-Bänder für Heimtonbandgeräte mit Geschwindigkeiten von 19,05 oder 9,5 cm/s Kunststoffspulen verwendet.

Der VEB Filmfabrik AGFA Wolfen stellt zwei Arten von Magnettonbändern her: „Typ C“ und „Typ CH“>). „Typ C“ ist für Geräte mit einer Laufgeschwindigkeit von 76,2 cm/s, also be-

*) Siehe auch den Beitrag „Über die Verwendung der Agfa-Magnettonbänder Typ C und Typ CH“ von Dr. K. A. Mittelstraß in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 9 (1954) S. 273.

A. Mitteletrau in KAUIU Nr. 9 (1954) S. 273.

Bild 4: Eine Gießmaschine im VEB Agfa Wolfen. Im Vordergrund sehen wir den Nach-trockenschrank, davor ist die Aufwickelvorrichtung für den fertigen Tonträger zu erkennen

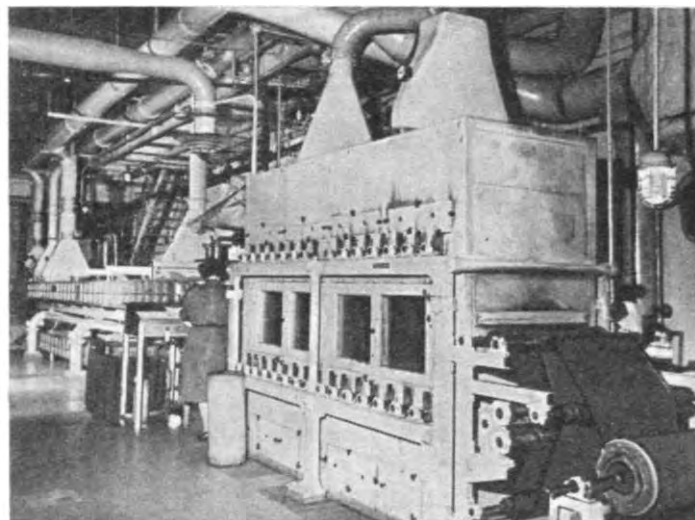


Bild 5: Ein wichtiger Betriebsteil in der Magnettonbandfertigung ist die Rückgewinnungsanlage. Sie dient zur Rückgewinnung eines großen Prozentsatzes der von der Trockenluft aufgenommenen Lösungsmittel

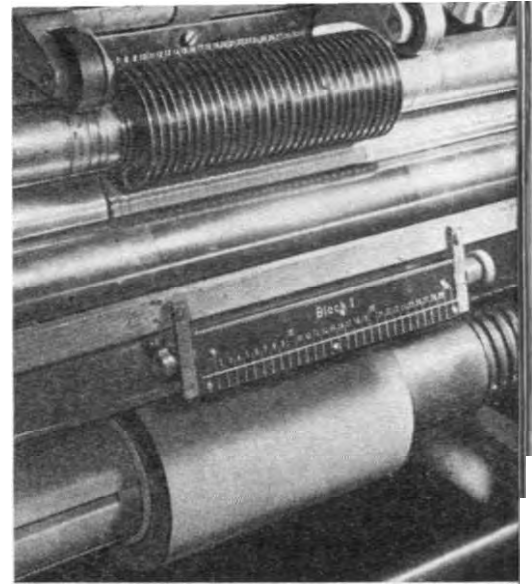
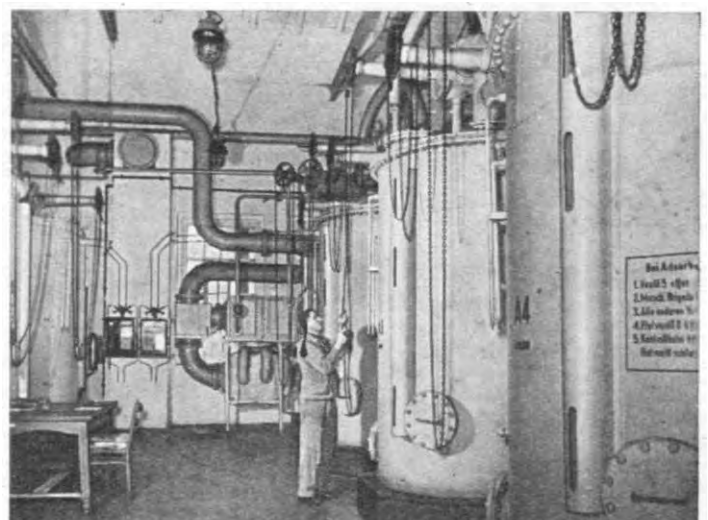


Bild 7: Mit Hilfe rotierender Messer wird jeder Block an der Bändchenmaschine in 30 Tonbandrollen zerteilt

Bild 6: Die Blockschneidemaschine zertrennt die an der Gießmaschine aufgewickelten Rollen zunächst in drei einzelne Blöcke





Bild 8: Meßplatz für die Prüfung von Magnettonfilm in der Filmfabrik Agfa Wolfen



Bild 9: Die Werkstoffprüfung ist für den Produktionsprozeß von besonderer Bedeutung. Unser Bild zeigt den Laboratoriumsansatz einer Magnetitfällung



Bild 10: Endprüfung der Tonbänder am automatischen Prüfstand. An diesem Meßplatz, der einen Tonfrequenzgenerator, Aufsprech- und Wiedergabeverstärker sowie verschiedene Dämpfungsglieder und Filter enthält, werden u. a. die Empfindlichkeit, der Frequenzgang, die Ruhedynamik, der Gleichfeldrauschspannungsabstand und die Klirrdämpfung gemessen

sonders als Band für den Studiobetrieb geeignet. Aber auch die Heimtonbandgeräte Typ BG 19—1, BG 19—2, MTG 19, MTG 20, MTG 21 und das Aufsatzbandgerät „Toni“ sind noch auf C-Band eingestellt. Typ „CH“ ist ein hartmagnetisches Band für Heimtongeräte mit der Bandgeschwindigkeit von 19,05 cm/s. Es kann aber auch im Studiobetrieb auf Geräten mit der Bandgeschwindigkeit 38,1 cm/s verwendet werden.

Für Sonderzwecke ist das Band auch in einigen anderen Formaten zu beziehen, so in Breiten von 58, 19, 12,5 und 3,5 cm.

Außer Magnettonband fertigt die Filmfabrik AGFA Wolfen noch Magnettonfilm und Vorspannband. Der Magnettonfilm wird bei der Filmaufnahmetechnik verwendet. Tonfilmaufnahmen werden zunächst auf Tonband aufgenommen und dann zur Synchronisation auf Magnettonfilm übertragen. Dieser „Film“ ist 35 mm breit, mit „Magnetit“ beschichtet und perforiert wie Kinofilm, die Gesamtdicke beträgt je nach Typ 100 bis 120 μ .

Die Produktionskontrolle

Alle wesentlichen an die Magnettonbänder gestellten Anforderungen sind aus der Tabelle mit den technischen Daten zu ersehen. Für die Produktion sind umfangreiche Prüfeinrichtungen notwendig.

Die ersten Prüfungen auf gleichmäßige Dicke der Schicht und der Unterlage erfolgen bereits im Gießraum. Für die weitere Überwachung ist zunächst das Betriebslabor zuständig. Hier werden die Rohstoffe untersucht, es werden Versuchsansätze (Bild 9) für Magnetit und Versuchsgüsse hergestellt, der Magnetit wird magnetisch geprüft und schließlich das fertige Band einer Reihe von Prüfungen unterzogen.

Für die Güteprüfung, von der die Freigabe für den Verkauf abhängt, besteht eine besondere Prüfstelle, in der das Band entsprechend den Beanspruchungen, denen es beim Verbraucher ausgesetzt ist, sorgfältig gemessen wird. Sämtliche nach den technischen Lieferbedingungen erforderlichen elektroakustischen Daten werden an einem Spezialmeßplatz bestimmt und teilweise von einem Pegelschreiber registriert. Daneben erfolgt nochmals eine Dickenkontrolle, Messung der Haftfestigkeit und des Abriebs sowie der Dehnung und der Stoßbelastung.

Ein den Praktiker besonders interessierendes Problem ist die Schleifwirkung der Bänder, die die Tonköpfe vorzeitig „auffrißt“. Sie ist mit der Verwendung von Eisenoxydpulver als Ferromagnetikum naturgemäß verbunden. Auch diese Schleifwirkung wird ständig überwacht und darf einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Der Prüfstelle ist ein Forschungs- und Entwicklungslabor angeschlossen, in dem an der ständigen Verbesserung und Weiterentwicklung der Tonbänder gearbeitet wird.

Aufgaben der Zukunft

Die Entwicklung auf dem Gebiete der magnetischen Tonaufzeichnung geht in raschem Tempo weiter. Eine dringende Aufgabe der nächsten Zukunft ist die Schaffung von Hochleistungsbändern für Studiomaschinen mit der Bandgeschwindigkeit 38,1 cm/s, zum anderen für Heimtonbandgeräte mit kleinen Bandgeschwindigkeiten. Der Bedarf an Bändern und Folien für die Maschinenteknik, zum Aufzeichnen von Steuersignalen, zur Überwachung technischer Prozesse wächst stetig. Ein ganz neues Aufgabengebiet erschließt sich dem Magnettonverfahren bei der magnetischen Aufzeichnung von Lichtsignalen für die Fernsehtechnik. Höchste Steigerung des Frequenzganges bei gleichzeitiger starker Erhöhung der mechanischen Festigkeit sind die Forderungen an einen Magnettonträger für diese Zwecke. Umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten und technischer Erfindergeist werden notwendig sein, um die großen Zukunftsaufgaben auf diesem Gebiete zu meistern.

Literatur

- Sutaner, Schallplatte und Tonband, Fachbuchverlag, Leipzig 1954.
 Poulsen, Das Telegraphon, Annalen der Physik 1900, S. 754.
 Lübeck, Heinz, Magnetische Aufzeichnung mit Filmen und Ringköpfen, Akustische Zeitschrift Nr. 6 (1937).
 Müller-Ernesti, Das Magnetophon, Funk Nr. 13 (1939) S. 349.
 Braunnühl und Weber, Das verbesserte Magnettonverfahren, Zeitschrift VDI (1941) S. 628.

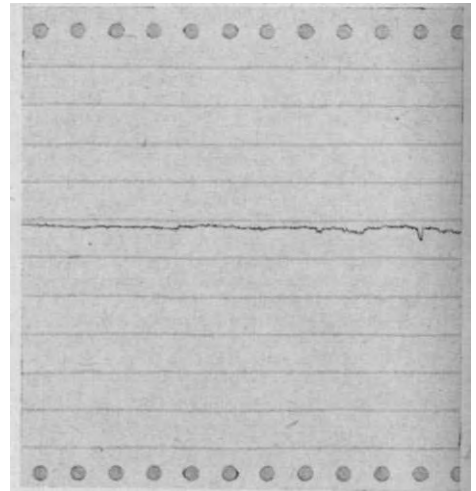


Bild 11: Registrierstreifen von der Gleichmäßigkeitsmessung eines Tonbandes mit der Frequenz von 1000 Hz

Das Magnetophon und seine physikalischen Grundlagen, Funkschau Nr. 4 (1949) S. 59 und Nr. 5 (1949) S. 90.

Dr. Mittelstraß, Das Magnettonbandverfahren, Filmfabrik Agfa Wolfen, Wolfen, Kreis Bitterfeld.

Kluth, Heinrich, Tönende Schrift, Radio-Praktiker-Bücherei Band 57, Franzis-Verlag, München.

Mechanische und elektroakustische Daten der Agfa-Magnettonbänder

Die elektroakustischen Eigenschaften wurden auf einem Saja-Gerät Typ SJ 100 (Bandgeschwindigkeit 76,2 cm/s) bei der in Studios üblichen Vormagnetisierung von 15 mA und einem Sprechstrom von 5 mA ermittelt.

		Typ C	Typ CH
Breite	mm	6,25 ± 0,05	6,25 + 0,05
Elastische Dehnung gemessen an 100 cm Band bei Belastung mit 1 kg nach 1 Min.	%	1,2	1,2
Plastische Dehnung	%	0,1	0,1
Zerreißeigenschaft	kg	3	3
Empfindlichkeit bei 1000 Hz gegen Bezugsband 76	db	0 ± 2	+ 6 ± 2
Frequenzgang 10000 Hz gegen 1000 Hz bei normgerechter Entzerrung	db	0	+ 3 ¹⁾
Löschdämpfung gemessen mit einem 1000-Hz-Ton	dh	77	70
Kopierdämpfung gemessen mit einem 1000-Hz-Ton nach einer Kopierzeit von 24 Std.	db	50	53
Ruhegeräuschspannungsabstand	db	66	66
Gleichfeldrauschspannungsabstand	db	34	37
Vormagnetisierungsstrom für maximale Empfindlichkeit	mA	6	11

Die Magnettonbänder müssen bei Temperaturen von 10 bis 20° C und bei einer Raumfeuchtigkeit von 50 bis 60% gelagert werden. Bei der Lagerung in sehr trockenen Räumen mit wesentlich höheren Temperaturen verändern sich die magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Tonbänder unzulässig, wogegen eine Aufbewahrung in kühlen, feuchten Räumen weniger schädlich wirkt.

¹⁾ Frequenzgang (10000 Hz gegen 333 Hz) des Magnettonbandes Typ CH bei der Bandgeschwindigkeit 19,05 cm/s gegenüber Typ C: + 15 db.