

Die Entwicklung der magnetischen Schallaufzeichnung auf Draht und Band

Manfred Krause

Institut für Sprache und Musik, Technische Universität Berlin, Email: krause@kgw.tu-berlin.de

Einleitung

In wenigen Jahren wird die analoge Aufzeichnung von Schallsignalen auf Magnetband der Vergangenheit angehören und nur Wenige werden sich der Erfinder und Firmen erinnern, die an dieser Entwicklung beteiligt waren.

Die Anfänge

1888, kurz nach der Erfindung des Phonographen durch Edison, schlug O. Smith in „The Electrical World“ mögliche andere Formen der Schallaufzeichnung vor, unter Anderen bandförmige Träger mit eingebrachtem magnetischem Material. 1900 zeigte V. Poulsen auf der Pariser Weltausstellung das „Telegraphon“, ein Gerät mit 1-mm-Stahldraht auf einer Trommel. Die Spieldauer betrug 50 s und die Trägergeschwindigkeit 2 m/s.

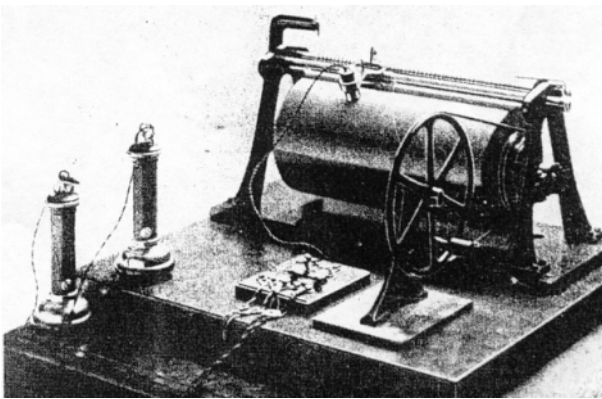
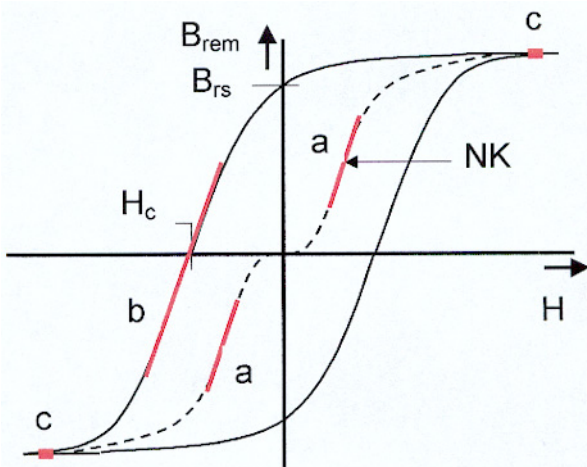


Abbildung 1: „Telegraphon von V. Poulsen, 1900

Das Prinzip der magnetischen Schallaufzeichnung

Die Remanenz-Hystereseschleife ferromagnetischer Stoffe zeigt mehrere Bereiche mit einem linearen Zusammenhang zwischen aufgebrachtener Magnetfeldstärke H und verbleibender Remanenz B_{rem} (Abbildung 2)



Sei

Abbildung 2: Remanenz-Hystereseschleife ferromagnetischer Stoffe

Linearität ist für die Schallaufzeichnung erforderlich. So kann ausgehend vom entmagnetisierten Zustand die Neukurve **NK** oder der vom Sättigungswert **B_{rs}** ausgehende Ast benutzt werden. Beide Methoden verlangen zusätzlich zur Signalfeldstärke eine Gleichfeldstärke, die sogenannte Vormagnetisierung. Der erreichbare Signal-Rauschabstand hängt von der Korngröße, der Homogenität des Materials und dem „Hub“ der remanenten Flussdichte ab.

Die Weiterentwicklung der magnetischen Schallaufzeichnung musste darauf gerichtet sein, besser geeignete Magnetwerkstoffe zu finden und mechanisch so gestaltete Aufnahme- und Wiedergabegeräte zu konstruieren, damit sie den elektrischen und psychoakustischen Anforderungen hinsichtlich Frequenzumfang, Signal-Rausch-Abstand und Gleichmäßigkeit der Wiedergabe genügten.

Erst mit dem Einsatz von Elektronenröhren für Verstärkung kam in den 1920er Jahren Fortschritt zustande. Aber noch war die Zeit der „Stahltechnik“ nicht zu Ende. C. Stilles „Dailygraph“ arbeitete mit Stahldraht von 60 μ m Durchmesser. Mit den Patenten Stilles entwickelte Blattner ein Gerät mit 6 mm breitem und 60 μ m dicken Stahlband, das bei einer Bandgeschwindigkeit von 2.5 m/s und Spulen mit 0.6 m Durchmesser 20 min Spielzeit bot. Die hieraus entstandenen Geräte nach Patenten von Stille-Marconi-Blattner nutzten 3mm breite und 50 μ m dicke Bänder. Ihr obere Grenzfrequenz betrug 5 kHz, der Signal-Rausch-Abstand war etwa 38 dB und erreichte knapp die Qualität der damaligen Schellackschallplatte. Diese Geräte waren bis 1954 bei der BBC und einigen anderen Rundfunkanstalten in Gebrauch.

Beschichtete Papier- und Kunststoffbänder

Ende der 1920er Jahre experimentierte F. Pfelemer mit stahlpulverbeschichteten Papierbändern, ging aber sehr bald auf andere magnetische Substanzen über, insbesondere auf Carbonyleisen. Bereits eine Stahlpulverschicht weist gegenüber Stahldraht wegen des notwendigen Bindelacks eine erhebliche Scherung auf, die die entstehende Remanenz deutlich vermindert. Carbonyleisen unterscheidet sich in dieser Hinsicht nicht mehr sehr von Stahlpulver und ist wegen seiner Feinkörnigkeit ein für die Schallaufzeichnung besser geeigneter Werkstoff. Die damit einhergehende geringere Permeabilität der Magnetschicht erlaubt es zudem, die Aufzeichnung nur von einer Seite her mit einem entsprechend geformten Magnetkopf vorzunehmen, weil das Magnetfeld hinreichend tief in die Schicht eindringt. Bei Stahldraht oder -band musste dagegen die Magnetisierung mit schneidenförmigen Polschuhen durch das Material hindurch erfolgen, was bei den dünnen Drähten und Bändern ein mechanisch außerordentlich schwieriges Problem war.

1930 bot Pfelemer seine Patente der AEG an, die sie 1932 kaufte und mit ihm einen Kooperationsvertrag zur Fortentwicklung des Verfahrens schloss, der durch weitere Verträge mit der BASF zur Entwicklung geeigneter Tonbänder ergänzt wurde. 1933 kam E. Schüller als Entwicklungsingenieur in das Team, der den Fortschritt der Arbeiten entscheidend beeinflusste. Die Verbesserung des von Pfelemer bereits benutzten Ringkopfes für die einseitige Aufzeichnung und Wiedergabe steigerte die Zuverlässigkeit entscheidend und ist seither allgemein üblich.

Bereits 1933 war nach mehreren Zwischenstufen ein Labormodell mit einem Motor für Bandantrieb und die beiden Spulen fertig, das hinreichend zufriedenstellend arbeitete. Es sollte, zusammen mit einem Tonband auf Azetylzellulosebasis und Carbonyleisen der BASF (Typ C) auf der Berliner Funkausstellung 1934 vorgestellt werden. Doch kurz zuvor, nach bereits angelaufener Pressekampagne, wurde die Präsentation zurückgezogen, weil sich sowohl mechanische, thermische, elektronische und nicht zuletzt auch Probleme mit dem Tonband herausgestellt hatten.

Aus diesen Erfahrungen heraus wurde ein neues Modell entwickelt, bei dem die kostendämpfenden Kompromisse beim Antriebssystem verzichtet wurde. Sowohl Band als auch die Spulen wurden von getrennten Motoren angetrieben, ein Prinzip, das fortan bei hochwertigen Tonbandgeräten verwendet wurde. Zugleich wurde der Markenname „Magnetophon“ geschaffen. Die vorgestellten Modelle gab es als Koffer- und Schrankgerät; sie erhielten später die Bezeichnungen K1 und K2 und waren der legendäre Ursprung aller Folgegeräte der AEG.

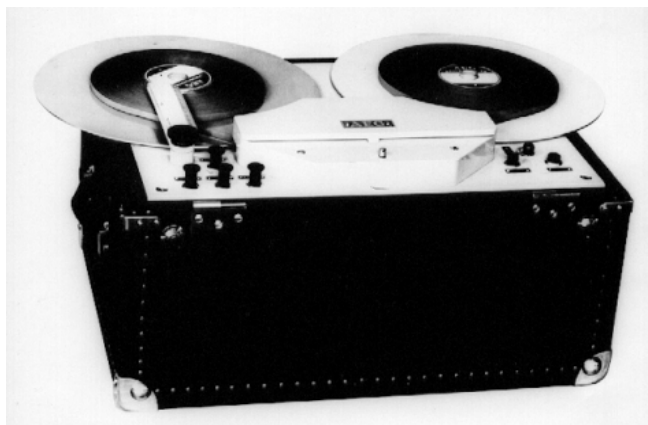


Abbildung 3: AEG „Magnetophon“ (K 1), 1935, Laufwerk

Die Weiterentwicklung des Verfahrens

Die Aufzeichnungsqualität des „Magnetophons“ erreichte mit dem vorhandenen Tonband allerdings noch nicht den Stand der damaligen Schallplatte. So kam es in den folgenden Jahren zu neuen Werkstoffen. Nach einer Zwischenstufe mit Fe_3O_4 wurde in $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ein gut geeignetes Material für die Magnetschicht gefunden, das es bis in die 1960er Jahre mit Modifikationen der Kornform blieb. Erst ab 1970 kam CrO_2 als neues Schichtmaterial dazu. Ab 1990 wurden mit Metallpigment die bereits von Pflumer vorgeschlagenen Wege wieder beschrritten. Der Fortschritt der Entwicklung wird aus Abbildung 4 erkennbar. Symbolisch sind als Flächen Sättigungsremanenz und Koerzitivfeldstärke dargestellt, die wesentliche Eigenschaften für die Güte des Schichtmaterials sind. Dazu einige Daten und Namen, die die Entwicklung bestimmten.

Obwohl die Vorteile des Magnetbandes auf Kunststoffbasis 1935 klar waren – es ermöglichte den problemlosen Schnitt, die Spieldauer war bedeutend länger als bei der Schallplatte, die Aufnahmen konnten auch im rauen Außendienst gemacht werden, und nicht zuletzt war die sofortige Kontrolle des Gelingens möglich - konnte die damalige Reichsrundfunkgesellschaft (RRG) erst 1938 von diesen Vorteilen überzeugt werden. Mit einigen betriebsspezifischen Modifikationen wurden die Geräte dann im Rundfunk verwendet. Auf der anderen Seite wurden von der AEG für militärische Zwecke verschiedene Gerätetypen entwickelt, darunter solche

mit variabler Bandgeschwindigkeit zur Entschlüsselung von Signalen der Schnelltelegrafie.

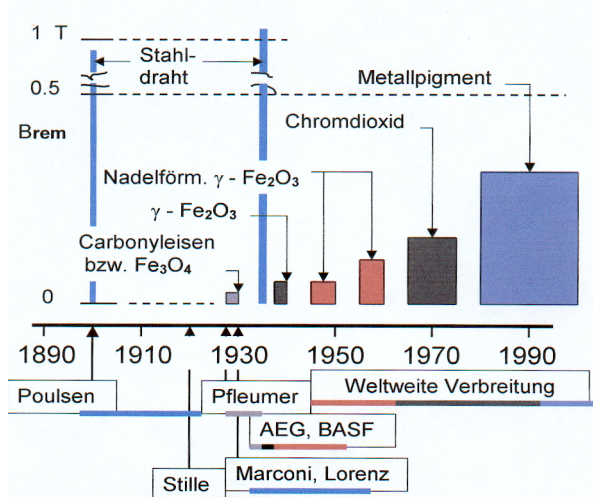


Abbildung 4 : Entwicklung der Materialien für Magnetschichten

Fortschritt durch HF-Vormagnetisierung

Der Qualitätsstand des Magnetton-Verfahrens entsprach 1940 noch immer nicht ganz dem des Schallplatten-Verfahrens. Kleine Schritte zur Verbesserung hatten den Störspannungsabstand auf 40 dB erhöht. Dies gelang unter Anderem dadurch, dass z.B. zwei Spuren im Gegentakt benutzt wurden oder durch nichtlineare Kompensation der Magnetisierungskennlinien. Bei diesen Laborversuchen ergab sich – Zufall oder nicht – dass eine Schaltung hochfrequente Schwingungen erzeugte, die sich den Schallsignalen überlagerte und die Äste a-a der Remanenzkennlinie (Abbildung 2) nutzte, eine drastische Verminderung des Rauschens bewirkte. Diese Entdeckung von W. Weber von der RRG war eine Wiederentdeckung, denn es gab bereits Patente von Carpenter und Carlson von 1932, die allerdings in ihrer Tragweite nicht erkannt worden waren. Die gründliche Untersuchung des Effekte und die Einschätzung der Bedeutung führten dem berühmten DRP 743 411 und im Juni 1941 wurde das Modell K 7 öffentlich präsentiert und die allen bisherigen Verfahren überlegene Qualität deutlich. Mit dem neuen Tonband der BASF, - $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ auf Luvitheer - betrug der Signal-Rauschabstand jetzt 60 dB, der Frequenzgang war glatt von 40 bis 10.000 Hz und der Klirrfaktor bei Vollaussteuerung 3% .

Der erzielte Fortschritt wurde erst 1945, nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges 1945 allgemein bekannt. Neben den Anwendungen in der Studioteknik begann in den 1950er Jahren auch die im Heimbereich. Mit neuen hochempfindlichen Magnetwerkstoffen (s. Abbildung 4) konnten geringere Bandgeschwindigkeiten und schmalere Tonspuren realisiert werden ohne dass die Aufzeichnungsqualität allzu sehr vermindert wurde.

Referenzen

Winkel, F.(Hrsg): Technik der Magnetspeicher, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1. Aufl. (1960), 2.Aufl. (1977)

Bruch, W. : Tonbandaufzeichnung und mechanische Tonspeicherung, Franzis-Verlag, München 1983

Unterlagen aus dem H. K. Thiele-Archiv der TU Berlin

Ich danke Herrn F. K. Engel für wertvolle Hinweise aus Unterlagen des BASF-Archivs.