

## Magnetische Schallaufzeichnungen

Von Dr. Hans Joachim von Braunmühl, Reichs-Rundfunkgesellschaft

### Allgemeines

Das schon seit der Jahrhundertwende bekannte magnetische Schallaufzeichnungsverfahren hat sich in der Praxis gegenüber dem mechanischen und lichtelektrischen Verfahren bis auf dem heutigen Tag nur schwer durchsetzen können. Der Grund für das Übergewicht der letztgenannten Methoden ist offensichtlich. Die Schallplatte, als besonders billiger Schallträger, läßt sich auf einfachsten Geräten mit ausreichender Güte wiedergeben. Die Platten und Abspielvorrichtungen sind leicht, nicht an einen festen Standort gebunden und benötigen in den wohlfeilen Ausführungsformen keinerlei elektrische Hilfseinrichtungen. Das lichtelektrische Prinzip trat trotz der verwickelten Herstellungsverfahren und der hohen Kosten der Geräte in dem Augenblick seinen Siegeszug an, als der Tonfilm allgemeine Verbreitung fand und unbedingt eine Schallaufzeichnung auf dem Bildstreifen selbst benötigte. Das Magnettonverfahren konnte diesen gewichtigen Vorzügen zwar eine Anzahl neuer, ihm eigener Möglichkeiten entgegenhalten, sie vermochten jedoch nicht, eine mit den anderen Verfahren vergleichbare allgemeine Einführung in die Praxis zu bewirken. Aber gerade diese besonderen Eigenschaften des magnetischen Verfahrens eroberten ihm verschiedene neue Anwendungsgebiete, für welche die anderen Verfahren weniger geeignet sind.

Die magnetische Schallaufzeichnung wurde 1900 von Poulsen erfunden und später von C. Stille wesentlich verbessert. Der grundsätzliche Vorgang ist folgender:

Ein magnetisierbarer Stahldraht läuft mit gleichförmiger Geschwindigkeit an einer Drahtspule mit Eisenanker vorbei. Dieser sog. Aufnahmekopf ist an den Verstärker eines Mikrofons angeschlossen. Die Sprechwechselströme bewirken einen schwankenden magnetischen Fluß in dem Anker der Spule und dieser überträgt sich als bleibender, von Ort zu Ort wechselnder magnetischer Zustand auf den vorbeilaufenden Stahldraht. Wenn der so magnetisierte Stahldraht an einer oder Aufzeichnungsspule ähnlichen Einrichtung vorbeiläuft, werden nach dem Induktionsgesetz die magnetischen Schwankungen in elektrische Ströme zurückverwandelt: Die Aufzeichnung wird abgehört.

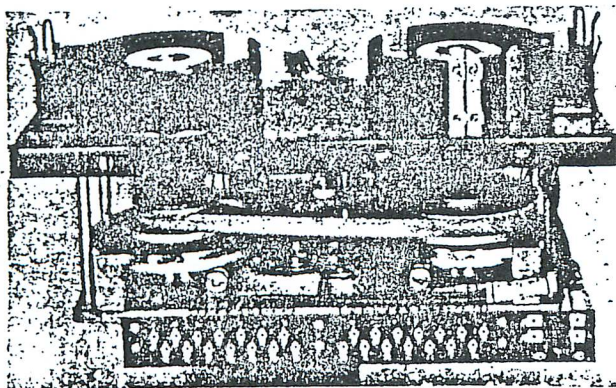


Abb. 2

Stahldraht-Diktiermaschine. Spulenantrieb durch geflochtenes Band

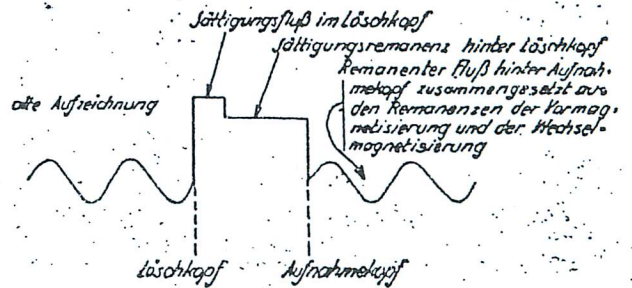


Abb. 1

Verlauf der magnetischen Zustände des durch den Lösch- und Aufnahmekopf laufenden Schallträgers beim Aufnahmevorgang

Um eine verzerrungsfreie Aufnahme und Wiedergabe zu erzielen, müssen die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Aufzeichnungs- und Abhörköpfe und des magnetisierbaren Schallträgers sorgfältig geprüft und berücksichtigt werden. Zunächst ist zu fordern, daß Töne jeder Höhe gleich gut wiedergegeben werden: Es wird eine horizontale Frequenzkurve innerhalb des Bereiches der zu übertragenden Töne gefordert. Die Stärke des magnetischen Flusses einer Spule hängt ab von der durchfließenden Stromstärke. Der Aufnahmekopf ist daher an den vorgeschalteten Verstärker derart anzupassen, daß die Stromstärke der Aufnahmespule für alle Frequenzen gleich ist,

Vor der Aufnahme muß der Stahldraht eine sog. Löschvorrichtung durchlaufen, die alle etwa noch vorhandenen früheren Aufzeichnungen entfernt und den Schallträger auf einen definierten magnetischen Zustand bringt. Dieser Vorgang wird dadurch bewirkt, daß der Schallträger im Löschkopf einer großen magnetischen Feldstärke ausgesetzt wird, die den Stahldraht bis zur Sättigung magnetisiert. Der Draht verläßt den Löschkopf dann mit der höchstmöglichen Dauermagnetisierung, der sog. Sättigungsremanenz. In diesem Zustand tritt er in den Aufnahmekopf ein.

Zur Erzielung einer verzerrungsfreien Aufnahme muß der Draht hier zunächst im entgegengesetzten Sinne der Löschung magnetisiert werden, damit die Wechselmagnetisierung um einen im geradlinigen Teil der Hysterisiskurve gelegenen Arbeitspunkt erfolgt. Es wird daher im Aufnahmekopf den Sprechströmen ein konstanter Gleichstrom überlagert. Der Draht verläßt somit den Aufnahmekopf mit einer von Ort zu Ort wechselnden magnetischen Remanenz, die sich aus den Momentanremanenzen der überlagerten Gleich- und Wechselmagnetisierung zusammensetzt. Abb. 1 zeigt den Verlauf der magnetischen Zustände beim Aufnahmevorgang.

Die so gewonnene Aufzeichnung kann sofort oder beliebig später und beliebig oft in einem Wiedergabekopf in Sprechströme zurückverwandelt werden. Die Wiedergabeköpfe entsprechen in ihrem Aufbau den Aufnahmeköpfen. Nach dem Induktionsgesetz ist die von einem schwankenden Magnetfeld induzierte Spannung proportional der Geschwindigkeit der Feldstärkenänderung, infolgedessen ist



an den Klemmen des Wiedergabekopfes abgegebene Spannung nicht frequenzunabhängig, sondern steigt mit der Frequenz an. Für die höchsten Frequenzen tritt jedoch wieder ein Abfall der Ausgangsspannung ein. Dieser ist darin begründet, daß für die hohen Frequenzen die auf eine einzige Schwingung entfallende Stahldrahtlänge, also die magnetische Wellenlänge, nicht mehr groß gegen die Abmessungen der Polschuhe ist. Der Spannungsverlauf am Abhörkopf hat also von sich aus keinen horizontalen Verlauf, sondern ähnelt eher einer stark gedämpften Resonanzkurve. Solche Kurven lassen sich jedoch durch elektrische Schaltmittel „entzerren“.

Allerdings sind solche Entzerrungen nicht unbeschränkt durchführbar; sie beruhen ja darauf, zu stark hervortretende Tongebiete auf die Größe der schwächsten noch zu übertragenden Töne herabzumindern. Hierbei ergibt sich jedoch der Nachteil, daß bei einer Schwächung der Nutzfrequenzen das allen Schallaufzeichnungsverfahren anhaftende Störgeräusch stärker in Erscheinung tritt. Beim Magnettonverfahren ist dieses Störgeräusch bedingt durch die nicht ganz gleichförmige Beschaffenheit des Schallträgers und durch dauernde kleine Veränderungen des magnetischen Schlusses zwischen den Polschuhen und dem Draht.

Es wäre naheliegend, dieses Störgeräusch, dessen Größe unabhängig von der Aufzeichnung stets gleich bleibt, dadurch unschädlich zu machen, daß die Nutzaufzeichnung möglichst stark gehalten wird. Je größer aber die magnetische Aussteuerung gemacht wird, um so mehr überschreitet sie den annähernd geradlinigen, mittleren Teil der Arbeitskennlinie. Die Folgen davon sind die sog. nichtlinearen Verzerrungen. Die betriebsmäßige Aussteuerung stellt daher ein günstiges Kompromiß dar zwischen möglichst kleinem Störgeräusch und möglichst geringen Verzerrungen.

### Praktische Anwendungen

#### a) Die Diktiermaschine

Die Stahldrahtmaschine hat eine allgemeinere Verbreitung als Diktiermaschine gefunden. Es handelt sich hierbei also um die Aufnahme von Sprache, die nachträglich, gegebenenfalls sogar mit etwas geringerer Geschwindigkeit, abgehört und aufgeschrieben werden kann. Es kommt daher nur auf die befriedigende Übertragung des wichtigsten Sprachbereiches von etwa 300 bis 3000 Hz an, zumal nicht einmal auf Natürlichkeit, sondern nur auf Verständlichkeit geachtet zu werden braucht. Die konstruktive Ausführung einer solchen Maschine geht aus Abb. 2 hervor. Der unten gelegene Motor treibt über ein geflochtenes Band die Spulenachsen an. Beim Vorwärtslauf ist die eine, beim Rückspulen die andere Achse durch eine Freilaufvorrichtung ausgekuppelt. Abb. 3 zeigt den aufzusetzenden Spulenkasten mit den Drahtspulen (2). An der mit (1) bezeichneten Stelle wird der in Abb. 4 geöffnet dargestellte Aufnahmekopf angebracht. Er ist mit zwei Polpaaren ausgerüstet, von denen das eine zur Löschung dient. Die Polschuhe sind in Richtung ihrer Achse beweglich und schleifen mit leichtem Federdruck auf dem Stahldraht. Der obere und untere Polschuh sind in Drahtrichtung etwas gegeneinander versetzt. Für das Abhören kann die gleiche Einrichtung verwendet werden.

#### b) Die Stahlbandmaschinen

Bei großen Ansprüchen an die Güte der Wiedergabe hinsichtlich des übertragenen Frequenzbereiches der Verzerrungs- und Störgeräuschfreiheit wird die magnetische Aufzeichnung nicht auf einen Stahldraht, sondern auf ein

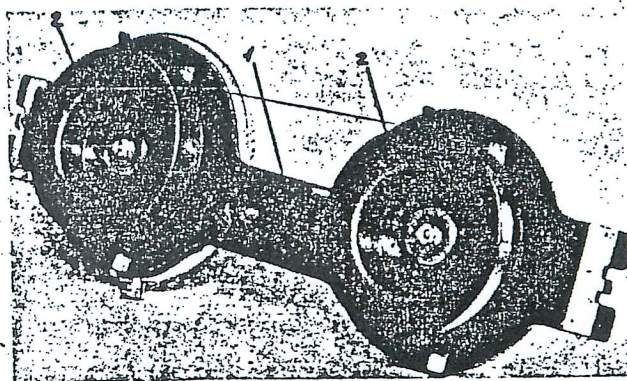


Abb. 3

Spulenaufsatz der Diktiermaschine

1 = Platz für den Aufnahmekopf, 2 = Stahldraht-Spulen

Band aufgebracht. Derartige Maschinen besitzen wegen der in allen Punkten höheren Ansprüche an die Vollkommenheit und Betriebssicherheit erheblich größere Abmessungen. Ihr Anwendungsgebiet ist überall da zu suchen, wo längere Darbietungen mit großer Vollkommenheit aufgenommen und unmittelbar danach oder später geschlossen wiedergegeben werden sollen, wobei auf eine Vervielfältigung oder Aufbewahrung der Aufnahme kein Wert zu legen ist. Wertvolle Aufnahmen können trotz-

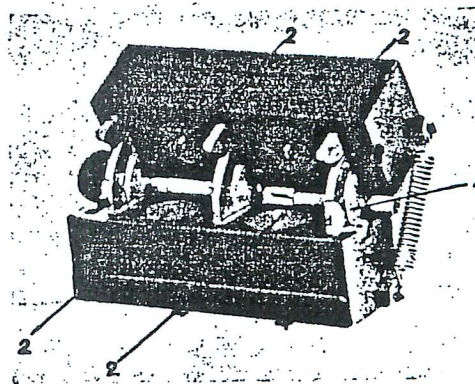


Abb. 4

Lös- und Aufnahmekopf bei der Diktiermaschine

1 = Führungsvorrichtungen für den Draht, 2 = federnde Polschuhe

dem durch Umspielen auf einen anderen Schallträger, z. B. eine Schallplatte, erhalten oder vervielfältigt werden. Das Gerät eignet sich zunächst für Proben- und Lehrzwecke in sprachlichen und musikalischen Erziehungsstätten. Das Hauptanwendungsfeld dürfte jedoch auf dem Gebiete des Rundfunks liegen. Die beigegeführten Abbildungen stellen ein Aufnahmegerät dar, welches in der

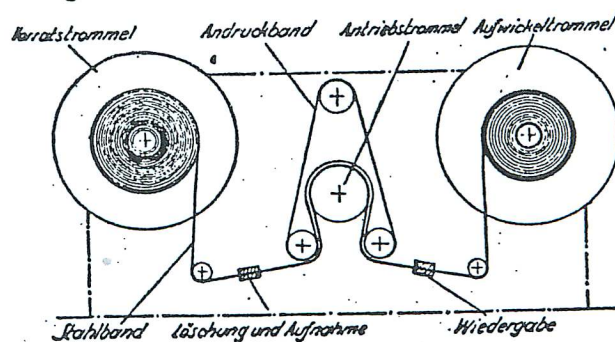
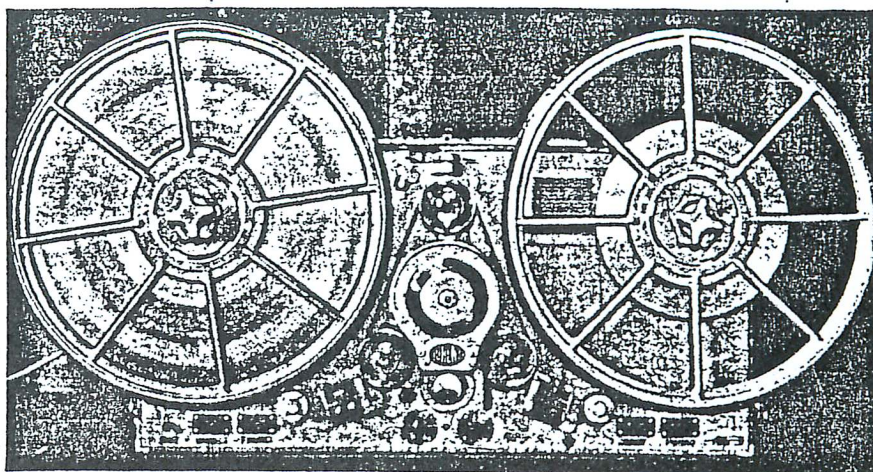


Abb. 5

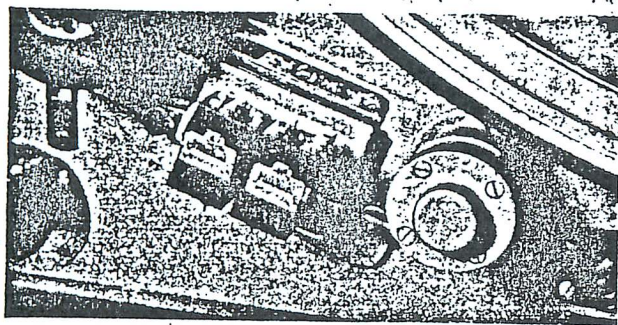
Führung des Stahlbandes der Stahlbandmaschine von der Vorratsstrommel über die Antriebstrommel auf die Aufwickeltrommel



Rechts:  
Abb. 6  
Stahlbandmaschine in Kofferform.  
Bandlänge 2700 m entsprechend  
30 Minuten Dauer Aufnahmelänge



Unten:  
Abb. 7  
Führung des Stahlbandes der Stahlband-  
maschine durch die Wiedergabeköpfe



letzten Zeit vom deutschen Rundfunk in Verbindung mit der Industrie entwickelt worden ist und seine ersten Betriebsproben bereits erfolgreich durchgeführt hat. Die Maschine besitzt eine Bandgeschwindigkeit von 1,50 m in der Sekunde. Damit ist es möglich, einen auch für musikalische Aufnahmen hinreichenden Tonumfang aufzunehmen. Die Bandlänge ist so bemessen, daß eine Darbietung von 30 Minuten Dauer ohne Unterbrechung aufgenommen werden kann (2700 Meter Band). Sollen längere Aufnahmen gemacht werden, so sind zwei Maschinen notwendig, die aufeinander umgeblendet werden. Abb. 5 zeigt schematisch die Transporteinrichtung für das Stahlband und die Lage des Aufnahme- und Wiedergabekopfes. Die betriebsfertige Koffermaschine ist in Abb. 6 dargestellt. Der Antriebsteil ist noch besser in Abb. 7 zu erkennen. Das Meßinstrument dient zur Überwachung der Stromstärke für die Gleichstrom-Vormagnetisierung. Der Wiedergabekopf ist zweifach vorhanden. Mit der in Abb. 8 erkennbaren Mikrometerschraube läßt sich die Versetzung der Polschuhe gegeneinander verändern und am Nonius ablesen. Beim Abspielen ist stets nur ein Wiedergabekopf geschlossen. Im Falle einer Störung, z. B. durch Beschädigung der Polschuhe, kann ohne Zeitverlust auf den zweiten Kopf umgeschaltet werden.

Wie schon erwähnt, liegen die besonderen Vorteile des Magnettonverfahrens in folgenden Eigenschaften:

Erschütterungsunempfindlichkeit,  
sofortige Abspielbereitschaft,  
beliebig lange Haltbarkeit,  
Löschungsmöglichkeit.

Hieraus ergeben sich gleichzeitig die Anwendungsgebiete und deren Abgrenzungen gegenüber anderen Schall-Aufzeichnungsverfahren.

Im Rundfunkbetriebe wird das Stahlbandverfahren für Aufnahmen in Fahrzeugen (Eisenbahnen, Schiffen, Kraftfahrzeugen usw.) in Frage kommen. Dabei können ebenso die akustischen Ereignisse in diesen Fahrzeugen, wie die Außenvorgänge von Interesse sein. Weiterhin wird die magnetische Aufzeichnung bei Mikrofonproben und Stimmprüfungen nützlich sein, bei denen die Aufnahmen keinen Dauerwert besitzen und später gelöscht werden. Schließlich ist die Aufzeichnung geschlossener Sendungen zu erwähnen, die in gleicher Form zu späterer Zeit (z. B. für Kurzwellensender nach Übersee) wiederholt werden sollen. Die genannten Aufgaben können mit keinem anderen Schallaufzeichnungsverfahren gleich einfach, wirtschaftlich und betriebssicher gelöst werden.

Zum Schluß sei noch eine besondere Eigenschaft des Stahlbandes erwähnt. Es besteht beim Stahlband die Möglichkeit, schon während der Aufnahme die Aufzeichnung mit einem hinter dem Aufnahmekopf angeordneten Wiedergabekopf mit einer kleinen zeitlichen Verschiebung (entsprechend der zwischenliegenden Bandlänge) abzuhearschen. Hierdurch kann ein Echoeffekt erzielt werden. Diese Wirkung läßt sich andererseits dazu benutzen, störende Echowirkungen, z. B. bei großen Lautsprecherübertragungen auf ausgedehnten Geländen zu beseitigen, dadurch, daß mit Hilfe des Stahlbandes der von den vordersten Lautsprechern abgegebene Schall entsprechend der Schall-Laufzeit der hintersten Lautsprecher verzögert wird.

## Verbesserungen im Reichsbahnbetrieb

In einem so großen Betrieb, wie ihn die Deutsche Reichsbahn darstellt, erfordern ständig viele Probleme eine Lösung; unermüdlich wird an der Erhöhung der Schnelligkeit und der größtmöglichen Betriebssicherheit gearbeitet, der Ausgestaltung der Reisebequemlichkeit und des Kundendienstes widmet man größte Aufmerksamkeit, und die Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit des Betriebes nehmen

gleichfalls einen breiten Raum ein. Versuchsanstalten und Betriebswerkstätten, die Industrie und in großem Umfang auch das Personal der Reichsbahn sind an der Lösung solcher Aufgaben beteiligt. Die nachstehenden Zeilen berichten über einige Verbesserungen, die infolge ihrer Bewährung zum Teil schon im praktischen Betriebsdienst verwendet, zum Teil noch ausprobiert und weiter ent-