

Das Philips - Miller - Verfahren (Philimil)

Ein Verfahren, das wie das Schallplattenverfahren in der Aufzeichnung mechanisch abläuft, sich jedoch in der Vervielfältigung der Wiedergabe optischer Mittel des Lichttonverfahrens bedient und auf diese Weise einige Nachteile des Plattenverfahrens umgeht, ist in dem Philips - Miller - System verwirklicht, dessen Grundlagen von J. A. Miller (USA) angegeben und dessen Einzelheiten in dem Forschungslaboratorium der N.V.Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven durchgebildet worden sind.

Die Tonspur wird beim Philips - Miller - System auf einen Filmstreifen, den sogenannten „Philimil“-Streifen aufgezeichnet. Das Filmmaterial besteht aus einer Zelluloidunterlage *C*, die statt der üblichen photographischen Emulsion eine durchsichtige Gelatineschicht *G* trägt, auf die eine nur wenige μm dicke, undurchsichtige Deckschicht *D* aufgebracht ist (Abb. 285).

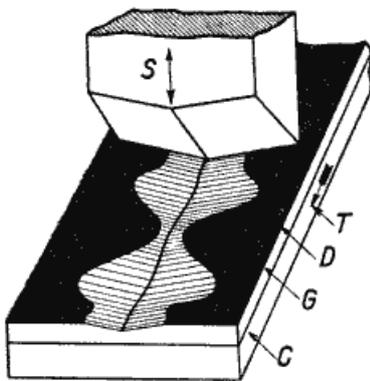


Abb. 285. Prinzip des Philips-Miller-Verfahrens.

Senkrecht zur Ebene des Filmstreifens bewegt sich im Rhythmus der aufzuzeichnenden Schallschwingungen der Schneidstichel *S* und hebt dabei eine Rinne veränderlicher Breite aus der Gelatineschicht *G* aus. Durch die Entfernung der Deckschicht längs dieser Rinne entsteht eine durchsichtige Spur auf undurchsichtigem Grunde. Man erhält dabei eine Aufzeichnung der Schallschwingungen in Form einer Doppelzackenschrift. Die Amplitude ist von der Stichelamplitude abhängig. Zwischen der Breite $2b$ der Aufzeichnung und der Eintauchtiefe h besteht die leicht ersichtliche Beziehung

$$2b = h \cdot 2 \operatorname{tg} \alpha,$$

wo α den halben Keilwinkel bedeutet. Bei dem praktisch benutzten Keilwinkel $\alpha = 87^\circ$ beträgt die erzielte „Vergrößerung“

$$\frac{2b}{h} = 2 \operatorname{tg} 87^\circ \approx 40.$$

Zur Erzielung einer maximalen Tonspurbreite von 2 mm, wie sie bei den Tonfilm-Aufnahmeverfahren üblich ist, braucht der Stichel also nur einen Gesamthub von 50μ , d. h. eine Amplitude von 25μ auszuführen. Die Wiedergabe der aufgezeichneten Töne erfolgt in der beim Lichttonfilm üblichen Weise mittels Abtastoptik und Photozelle, und zwar kann der geschnittene Streifen unmittelbar der Wiedergabe dienen, da er ja ein Positiv darstellt. Für die Kombination mit Bild stellt man natürlich in der üblichen Weise, auf photographischem Wege Kopien her. Einzelne Vervielfältigungen stellt man zweckmäßig durch erneute Aufzeichnung der abgetasteten Tonspur auf einen zweiten Philimil-Streifen her.

Um eine große Dynamik zu erzielen, muß man wie beim Lichttonfilm eine genügend große Schwärzung der Deckschicht (mindestens 1,4) und eine möglichst große Durchsichtigkeit im hellen Teil haben. Ferner müssen alle Ursachen, die das Grundgeräusch erhöhen, vermieden werden; die Randschärfe der geschnittenen Spur muß genügen, und die Spur selbst muß möglichst homogen sein. Ferner verlangt man von dem Material für die Schneidschicht, daß der weggeschnittene Span gut abläuft und die Beschädigung des Stichels gering ist. Ein Material, das diesen Anforderungen genügt und bei dem man außerdem die Technik des Gusses in Filmfabriken vollkommen beherrscht, ist die aus tierischen Bindegeweben und Knochen gewonnene Gelatine. Allerdings muß das von den Gelatinefabrikanten gelieferte Erzeugnis noch einer besonderen chemischen Behandlung unterzogen werden, um die Unterschiede verschiedener Lieferungen auszugleichen und ein vollkommen durchsichtiges Material zu erhalten, das zugleich frei von Fremdkörpern ist, die eine Zerstörung des Stichels herbeiführen können. Um Bröckeln der Schicht zu verhüten, wird der Gelatinelösung ein in Wasser lösliches Öl beigegeben. Entsprechend der

erforderlichen Stichelamplitude ist die Stärke der Schneidschicht etwa 60μ .

Es ist einleuchtend, daß die undurchsichtige Deckschicht die Eigenschaften der Schneidschicht nicht beeinträchtigen darf. Da der „Philimil“-Streifen nicht lichtempfindlich zu sein braucht, kann die Deckschicht völlig kornfrei gemacht werden. Sie besteht aus einem auf chemischem Wege leicht herstellbaren kolloidalen schwarzen Quecksilbersulfid, das eine hohe Deckkraft hat. Die Stärke der Deckschicht beträgt mit Rücksicht auf mechanische Festigkeit 3μ , obwohl es technisch möglich ist, schon mit dünneren Schichten die erforderliche Schwärzung zu erzielen.

Das für die Aufzeichnungen benutzte Antriebssystem ist in Abb. 286 schematisch dargestellt. Es ist ein vierpoliges elektromagnetisches System. Der Anker *A*, der von dem die Spule *Sp* durchfließenden Mikrophonstrom *I* erregt wird, bewegt sich in dem Luftspalt *L* zwischen den Polschuhen *P*. Der Stichel *S* führt eine hin- und hergehende Bewegung in Richtung des Doppelpfeiles aus. Die Polschuhe sind aus einer Nickleisenlegierung hoher Permeabilität und geringer elektrischer Leitfähigkeit hergestellt, so daß die Hysteres- und Wirbelstromverluste klein bleiben. Wegen der geringen mechanischen Festigkeit dieser Legierung ist sie jedoch für den Anker nicht geeignet. Dieser besteht aus Siliziumeisen (4% Si), das etwa die gleichen magnetischen und elektrischen Eigenschaften wie die Nickleisenlegierung hat, jedoch erheblich härter ist.

Der Stichel besteht aus Saphir in Einkristallform, der genügend hart und homogen ist, um einen guten Schnitt und eine genügende Lebensdauer zu gewährleisten. Der halbe Keilwinkel, d. i. der Winkel in der Ebene senkrecht zur Schnittrichtung, beträgt, wie schon erwähnt, 87° ; der Stichelwinkel, d. i. der Winkel in der Symmetrieebene des Stichels parallel zur Schnittrichtung, ist 55° groß.

Der Widerstand, den der Stichel beim Schneiden der Rille verursacht, hängt von der Rillenbreite ab und ist im Mittel 1 kg. Mit dieser Kraft, die erheblich größer als beim Lichttonfilm ist, muß das Band durch die Maschine gezogen werden. Aus diesem Grunde und wegen der an der Schnittstelle auftretenden Bremsmomentänderungen kann nicht das vom

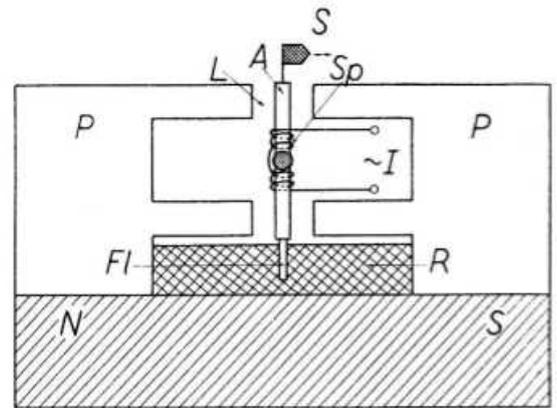


Abb. 286. Tonschreiber des Philips-Miller-Systems.

Lichttonfilm her bekannte Durchzugsgerät benutzt werden. Es muß eine erheblich größere Schwungmasse verwendet werden, die von einem Motor mit fester Drehzahl angetrieben wird. Zu diesem Zweck wird auf der Motorachse eine Laufrolle montiert (Abb. 287), die mit weichem, gut dämpfendem Gummi bekleidet ist und von innen gegen die Felge des Schwungrades drückt, das auf der Tonachse befestigt ist. Die Innenfläche des Schwungrades ist glatt bearbeitet. Der Motor ist federnd aufgehängt, um die Übertragung von Motorschwingungen auf die die Schreibeinrichtung tragende Deckplatte zu vermeiden.

Um einen übermäßigen Verschleiß der weichen Laufrolle beim Anlaufen der Maschine, wo eine größere Kraft zum Schwungrad übertragen werden muß als im Betriebszustand, zu vermeiden, läßt man mit einer „Startrolle“ anlaufen.

Das ist eine konische, mit hartem Gummi überzogene Rolle, die bei Stillstand der Maschine gegen den Rand des

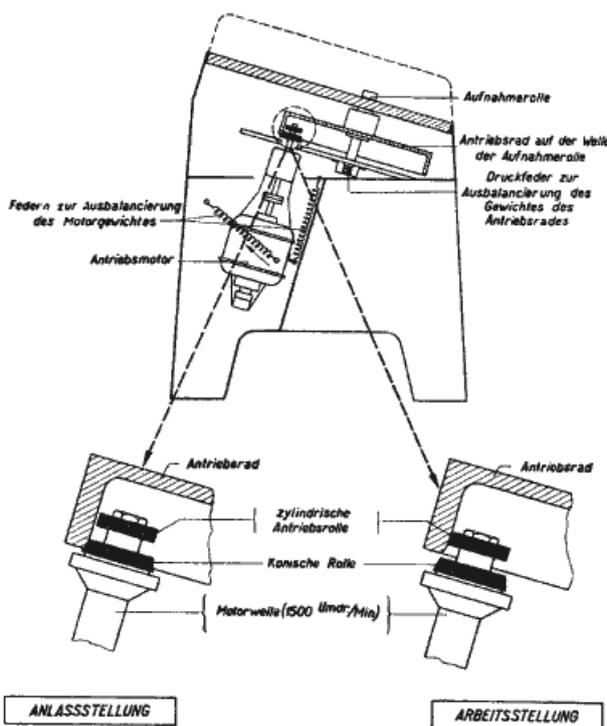


Abb. 287. Antrieb des Philips-Miller-Gerätes.

Schwungrades drückt und nach Anlauf des Motors sich selbsttätig abkuppelt, so daß die Laufrolle den Antrieb übernimmt. Um die Maschine nicht jedesmal bei gelegentlicher Unterbrechung der Aufnahme stillsetzen zu müssen, kann man das laufende Band von der Ton-trommel durch Abheben der Andruckrolle entkuppeln. Das Band liegt dann lose um die sich weiter drehende Schneidtrommel. Gleichzeitig mit dem Abheben der Andruckrolle bleibt auch die Aufwickelpule stehen. Das schwere Schwungrad, das auf der Tonachse sitzt, kommt nur für ortsfeste Anlagen in Frage. Für bewegliche Apparaturen muß man ein leichteres Schwungrad nehmen, das auf einer schnell laufenden, mit der Tonachse gekuppelten Hilfsachse sitzt.

Daß die Tonrolle außerordentlich genau laufen muß, um Amplitudenmodulation zu vermeiden, ist klar. Aus demselben Grunde müssen die Dickenschwankungen auf der ganzen Streifenlänge von 300 m innerhalb enger Grenzen von wenigen μ , bleiben, da der Tonschreiber mit dem Stichel feststeht und der Streifen auf der Aufnahmerolle straff gespannt ist.

Andere Ursachen nichtlinearer Verzerrungen könnten im Schreiber selbst liegen. Als Ursache kommt z. B. ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen der Wechselfeldstärke im Luftspalt und dem Erregerstrom in Frage. Da der magnetische Widerstand des ganzen Kreises sich aus dem linearen Luftspaltwiderstand und dem nichtlinearen Eisenwiderstand additiv zusammensetzt, kann man die gewünschte Linearität offenbar dadurch erzielen, daß man den magnetischen Widerstand des Eisens klein macht gegen den der Luft. Das ist erreicht worden durch die Wahl der Eisensorte und die Bemessung der Querschnitte.

Weitere Verzerrungen, die dadurch entstehen können, daß die verschiedenen auf Torsion und Biegung beanspruchten Teile des mechanischen Schwingungssystems über die Proportionalitätsgrenze hinaus deformiert werden könnten, sind durch gute Ausrundung von Ecken und Kanten, insbesondere an den Ankerstegen und den Einspannstellen vermieden.

Um den unerwünschten Einfluß einer nichtlinearen Filmdämpfung unschädlich zu machen, hat der Anker des Schwingungssystems gegenüber dem Stichel einen Fortsatz *Fl* (Abb. 286), der sich bei der Ankerschwingung in einem plastischen Material *R* bewegt. Die Filmdämpfung bildet dann nur noch einen Bruchteil der gesamten Dämpfung, und ihre Nichtlinearität macht sich nicht mehr störend bemerkbar.

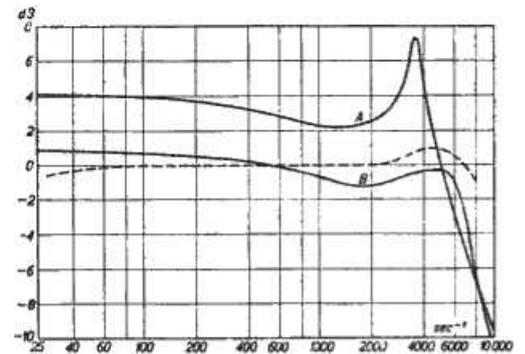


Abb. 288. Frequenzkurven des Philips-Miller-Verfahrens.

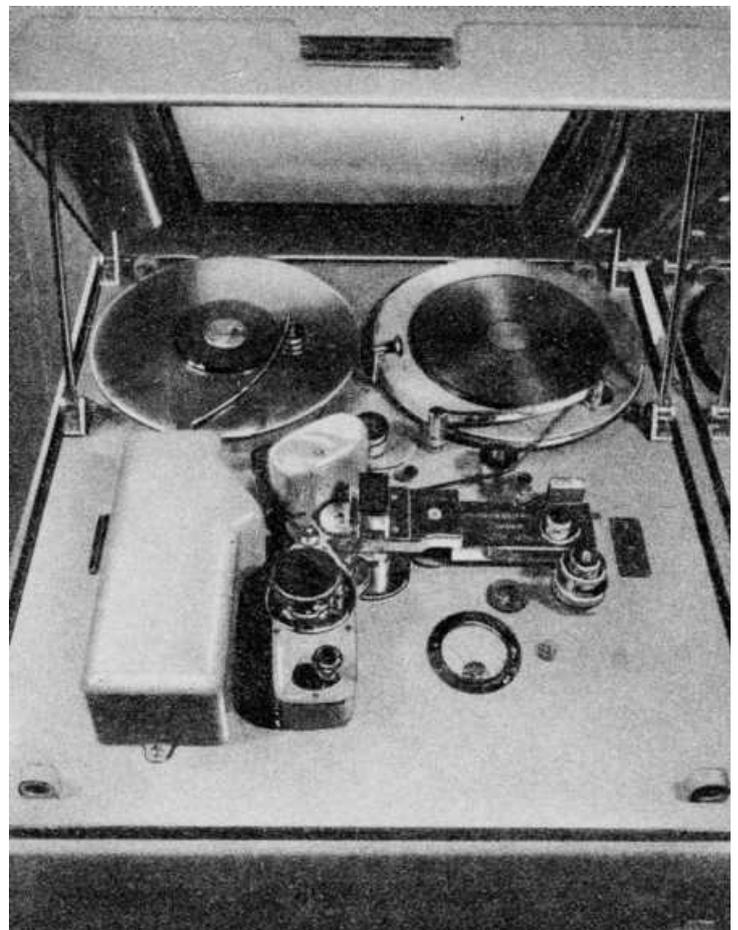


Abb. 289 zeigt ein Pult der Aufnahme- und Wiedergabemaschine der Philips-Miller-Anlage.

Über den Frequenzgang des Verfahrens ist folgendes zu sagen. Bestimmt man den Frequenzgang des Tonschreibers in unbelastetem Zustande, so erhält man die Kurve *A* der Abb. 288. Die Resonanzstelle liegt hier bei etwa 3500 Hz. Für den belasteten Tonschreiber ist die Kurve *B* maßgebend. Durch die Filmrückstellkraft ist die Resonanzstelle nach etwa 5000 Hz verschoben und die Empfindlichkeit des Systems um etwa 3 db zurückgegangen. Die Resonanzspitze ist durch die Filmdämpfung stark abgeflacht. Das Absinken der Kennlinien im Gebiet zwischen 100 Hz und 1000 Hz rührt von den mit wachsender Frequenz zunehmenden Eisenverlusten her. Die in der Kurve *B* noch vorhandenen Abweichungen vom waagerechten Verlauf werden schließlich weitgehend kompensiert durch eine passende Kennlinie des Verstärkers. Die gestrichelte Kurve zeigt den Verlauf der Frequenzkennlinie der gesamten Apparatur zur Tonaufzeichnung und Wiedergabe.

Wegen der Kornlosigkeit kann die Dynamik des Philimil-Streifens an sich ziemlich hoch sein. Die Vorteile der Kornlosigkeit sowie der Vorteil der guten Randschärfe und der damit verbundenen Donnerfreiheit gehen beim Kopieren wieder verloren. Eine donnerfreie Kopie läßt sich nur auf dem Umweg über ein Zwischennegativ herstellen. Das Philips-Miller-Verfahren ist aber auf jeden Fall ein Aufzeichnungsverfahren von hoher Qualität für alle Vorhaben, wo es auf eine Originaltonaufnahme ankommt, die sofort abgehört werden muß, also für hochwertige Aufnahmen in Rundfunk-Studios usw. Für den Tonfilm kommt es nur in beschränktem Umfange in Frage als Hilfsgerät für Kontrollzwecke und gegebenenfalls für Vertonen und Nachspielen.

Literaturverzeichnis:

- R. Vermeulen, Das Philips-Miller-System zur Tonaufzeichnung.
Philips‘ techn. Rundschau 1, 107-114 (1936). Akust. Z. 3, 65-73 (1938)
- A. Th. van Urk, Der Tonschreiber des Philips-Miller-Systems.
Philips‘ techn. Rundschau 1, 135-141 (1936).
- A. Cramwinckel, Der Stichel zur Tonaufzeichnung des Philips-Miller-Systems.
Philips‘ techn. Rundschau 1, 211-214 (1936).
- C. J. Dippel, Der Aufnahmestreifen des Philips-Miller-Systems.
Philips‘ techn. Rundschau 1, 230-235 (1936).
- A. Cramwinckel, C. J. Dippel und G. Heller, Die Dämpfung mechanischer Schwingungen.
Philips‘ techn. Rundschau 1, 374-377 (1936).
- R. Vermeulen, The Philips-Miller method of recording sound.
JSMPE 30, 680-693 (1938)
- M. J. C. van der Meulen, Ein Wagen zur Tonaufnahme nach dem Philips-Miller-System.
Philips‘ techn. Rundschau 4, 78-83 (1938).
- K. de Boer, Stereophonische Aufnahmen auf Philips-Miller-Film.
Philips‘ techn. Rundschau 6, 88-93 (1941).