

DIE KINOTECHNIK

HALBMONATSSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WISSENSCHAFT UND TECHNIK
DER THEORETISCHEN UND PRAKTISCHEN KINEMATOGRAPHIE

AMTLICHES ORGAN DER DEUTSCHEN

KINOTECHNISCHEN GESELLSCHAFT E. V.

SCHRIFTFLEITER:

LEOPOLD KUTZLEB

VERLAG: HACKEBEIL A.-G., BERLIN S 14, STALLSCHREIBERSTR. 34-35. TELEPHON: DÖNHÖFF 4410-4413

Berlin, den 20. Juli 1930

Der Tonfilm

Ueber das Triergon-Verfahren zur Herstellung von Schallplatten unter Benutzung von Tonfilmen.

Von Hans Vogt.

Vortrag, gehalten in der 88. Sitzung der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft am 24. Juni 1930.

Bei der Aufnahme, Registrierung und Wiedergabe von Schalldrücken des akustischen Bereichs (etwa 40—12 000 Schwingungen in der Sekunde) sind von den hierfür benutzten Einrichtungen folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Die einzelnen Frequenzen müssen in dem Originalverhältnis, das ihre Amplituden zueinander einnehmen, übertragen werden, d. h. es dürfen durch die verschiedenen Umformungsvorgänge einzelne Frequenzen bzw. Frequenzgebiete in ihren Amplituden gegenüber den anderen nicht bevorzugt oder benachteiligt werden.
2. Die Amplitude jeder einzelnen Frequenz ist formgetreu zu übertragen, d. h. die charakteristische Form jeder einzelnen Amplitude darf im Übertragungsprozeß keine Änderungen erfahren.

Die Nichterfüllung der unter 1 für eine frequenzgetreue Übertragung genannten Bedingung kann sich subjektiv in der Weise auswirken, daß die Wiedergabe, je nachdem, ob langsame oder schnelle Schallfrequenzen bevorzugt übertragen werden, entweder zu dumpf oder zu hell erscheint, oder daß einzelne Frequenzgebiete innerhalb des gesamten Frequenzbandes regelmäßig zu stark hervortreten, oder daß das gesamte Frequenzgebiet zu schmal erscheint, insofern, als nur die mittleren Partien des akustischen Bereichs übertragen und die tiefen und hohen Frequenzen vernachlässigt werden.

Eine Amplitudenverzerrung, die dann auftritt, wenn die unter 2 erwähnte Bedingung nicht erfüllt ist, wird gehörmäßig in der Weise empfunden, daß die Wiedergabe unrein und klirrig erscheint. Dies ist bedingt durch zusätzliche, nicht zum Originalcharakter des Klangbildes gehörige Frequenzen, die

in bekannter Weise automatisch auftreten müssen, wenn die Amplitude irgendwie deformiert wird.

Fast jedes einzelne Glied in dem Umformungs-, Übertragungs- und Wiedergabevorgang, gleichgültig, ob Mikrophon, Verstärkerrohr, Film, Lichtrelais oder Lautsprecher, kann Verzerrungen des Frequenzbandes oder der einzelnen Amplituden hervorrufen. Die Wiedergabequalität ist infolgedessen bedingt durch den Zustand jedes einzelnen Elements in dieser Kette bzw. durch das Aufeinanderabpaßtsein aller Teile.

Für die Registrierung von Schallvorgängen sind drei Verfahren bekannt geworden:

- a) das mechanische bzw. elektromechanische,
- b) das magnetische,
- c) das photographische Verfahren.

Praktische Bedeutung haben bisher nur die unter a) und c) erwähnten Verfahren erlangt. Im Rahmen meines Themas interessiert nur das elektromechanische und das photographische Verfahren. Zum leichteren Verständnis des später näher zu erläuternden Übertragungsvorganges seien zunächst die beiden Verfahren in ihren wesentlichen technischen Merkmalen kurz umrissen.

Das mechanische Verfahren zur Registrierung von Schallvorgängen wurde von Edison angegeben und von Berliner verbessert. Das Verfahren, zunächst unzulänglich, entstand neu mit der Erfindung der Verstärkeröhre. Nunmehr war es möglich, auf dem Umweg über Mikrophon und Verstärker dem schreibenden Stichel größere Energie zuzuführen und so detailliertere Aufzeichnungen sowie ein breiteres Frequenzband zu erzielen. Allerdings waren hierfür die Konstruktionen elektromagnetisch angetriebener Schreiber notwendig. Solche Schreiber wurden meines Wissens von dem Laboratorium der Western

Electric, von Breusing und von Willessen entwickelt. Der umgekehrte Vorgang fand auch für die Abtastung von Schallplatten Verwendung, wodurch ein großer Gewinn an Lautstärke und Qualität erzielt wurde.

Bezüglich der photographischen Registrierung von Schallvorgängen wurden die ersten allerdings noch recht primitiven Vorschläge von Ruhmer gemacht. Systematisch ausgebaut unter Einbeziehung

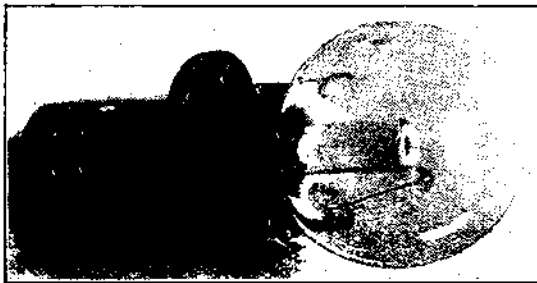


Abb. 1

des Verstärkerrohres und zahlreicher neu ausgearbeiteter technischer Mittel (Gasmikrophon, Glimmlichtlampe, elektrostatischer Lautsprecher, Mikrooptik, Film-Transporteinrichtung usw.) wurde dieses Verfahren durch die vom Verfasser 1919 gegründete Erfindergruppe „Trierion“ (Massolle, Dr. Engl, Vogt). Diese Gruppe führte bereits am 17. 9. 22 in der Alhambra in Berlin ein komplettes, auf photographischem Weg fixiertes Tonfilmprogramm vor, und in der 19. Sitzung unserer Gesellschaft am 19. Oktober 1922 erstattete ich eingehend Bericht über die erzielten Arbeitsergebnisse.

Nach dem Trierion-Verfahren, das jetzt als Tobis-Verfahren publik wird, erfolgt die Schallaufnahme ebenfalls über Mikrophon und Verstärker. An Stelle eines mechanischen Schreibers tritt aber eine ihre Intensität im Rhythmus der Schallfrequenzen ändernde Lichtquelle, die Ultrafrequenzlampe (Abb. 1). Die Anordnung der Elektroden ist aus

Abb. 2 zu ersehen. Die Kathode K besteht aus einem Wolframkörper, der auf einem mit Kühlrippen R versehenen Kupferstab aufgebracht ist. Die Kathode umschließt ein aus Magnesia bestehender Isolator T. Die Anode A befindet sich, um das

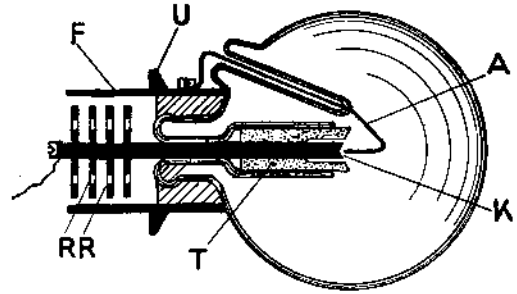


Abb. 2

Gefälle in der Positivsäule so gering wie möglich zu halten, in unmittelbarer Nähe der Kathode. Bei Erfüllung bestimmter Bedingungen ist das emittierte Licht dem durchgehenden Strom proportional. Das Licht der Ultrafrequenzlampe wird, wie in Abb. 3 veranschaulicht ist, über den Kondensator C zum Ausleuchten eines Spaltes S benutzt. Dieser Spalt

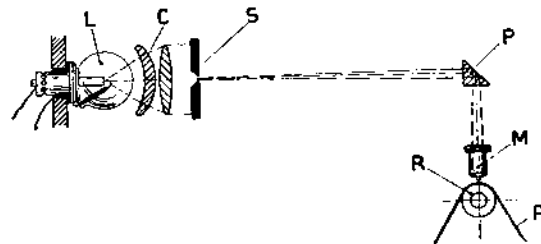


Abb. 3

wird durch das Mikroobjektiv M auf den über die Rolle R laufenden Film abgebildet. Nach erfolgter Entwicklung entstehen dann auf dem Film die bekannten Phonogramme. Die Vervielfältigung erfolgt durch Kopieren, ein Vorgang, der gerade beim Trierion-Verfahren außerordentlich kritisch ist, da

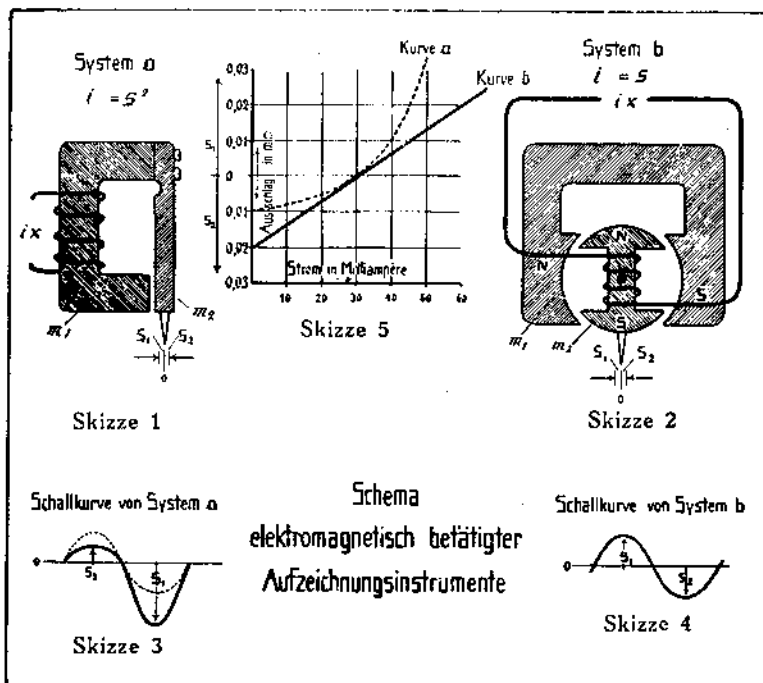


Abb. 4

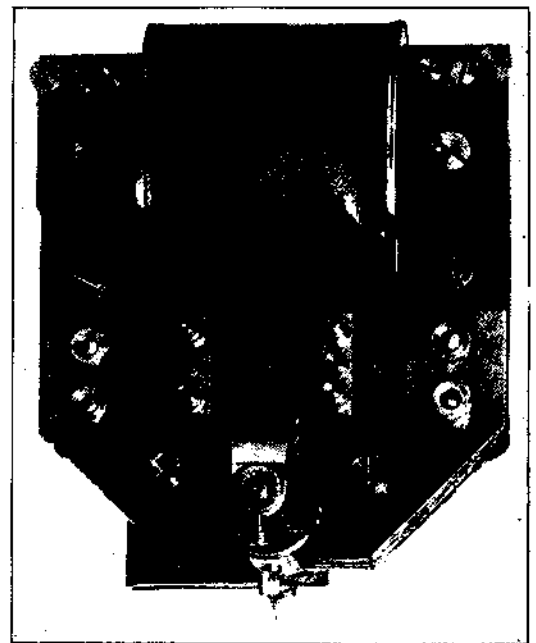


Abb. 5

hier sehr leicht Amplitudenverzerrungen auftreten können. Die Wiedergabe geschieht in bekannter Weise vermittels Durchleuchtung des Positivfilmes und durch Einwirken des durch das Filmband gesteuerten Lichtstromes auf eine Photozelle, die, wie ja hinreichend bekannt ist, Verstärker und Lautsprecher steuert.

Ein Hauptkennzeichen des Triergon-Verfahrens besteht darin, daß alle für die Gewinnung photographischer Phonogramme benutzten Mittel keine schwingenden Massen haben, mit ihren für die Uebertragung von Schallfrequenzen nachteiligen Eigenschaften. Als sich für die Triergon-Erfindergemeinschaft die Möglichkeit ergab, verbesserte Schallplatten unter Benutzung von Tonfilmen herzustellen, beseitigte sie die aus der schwingenden Ankermasse resultierenden Nachteile des für das Beschriften von Wachsplatten erforderlichen Schallschreibers durch Reduzierung der Schallgeschwindigkeit. Durch diesen Vorschlag (DRP. 423 943 vom 22. Juli 1923) waren mit einem Male alle die Schwierigkeiten, die die Konstruktion eines elektromagnetischen Schreibegerätes, das auf alle Frequenzen gleichmäßig ansprechen soll, beseitigt. Da die Eigenschwingung des Ankers somit vernachlässigt werden konnte, war die Herstellung eines solchen Schreibers jetzt keine allzu schwere Aufgabe mehr.

Nunmehr sei der dafür erforderliche Schreiber und die Uebertragungseinrichtung näher beschrieben. Die darauf bezüglichen Arbeiten führte ich neben anderen in den Jahren 1924 und 1925 aus, mit Unterstützung meines Assistenten Herrn Klotz. Um zwischen Stromstärke und Schreiberausschlag Proportionalität zu erhalten, entschied ich mich prinzipiell für ein System, bei welchem das magnetische Feld unabhängig von der Stellung des Ankers konstant bleibt. In Abb. 4, Skizze 2, ist dieses System dargestellt. Man hätte auch einen anderen Weg gehen können, wie er schematisch in der gleichen Abbildung, Skizze 1, dargestellt ist. Diese Anordnung hätte aber den großen Nachteil gehabt, daß infolge des sich ändernden Spaltes Unproportionalität zwischen Stromstärke und Schreiberbewegung aufgetreten wäre. In der gleichen Abbildung zeigt die dick ausgezogene Kurve der Skizze 3 den Verlauf der Schreiberbewegung, wenn ein sinusförmiger Strom (punktierte Kurve) dem System nach Skizze 1 zugeführt würde. Anders bei dem System nach Skizze 2. Skizze 4 der gleichen Abbildung veranschaulicht, daß zwischen den beiden Kräften Stromstärke und Ankerbewegung Linearität besteht; die Kurven decken sich. In der Skizze 5 sind die für die beiden Systeme gültigen Stichelbewegungen in Abhängigkeit vom Strom aufgetragen, und zwar bezieht sich die punktierte Kurve a auf das in Skizze 1 dargestellte System, die Kurve b auf das Schreibesystem nach Skizze 2. Als Stichel wurden geschliffene Edelsteine verwendet, die durch eine besondere Haltevorrichtung an den Anker angesetzt wurden. Die Erregung des Feldes geschah auf elektromagnetischem Wege durch Gleichstrom. Abb. 5 zeigt ein derartiges Schreibegerät zur Beschriftung von Schallplatten in der Ansicht.

Zur praktischen Erprobung des Verfahrens wurde nunmehr ein Uebertragungsapparat gebaut, der aus den Abb. 6 und 7 hervorgeht. Abb. 6 zeigt den optischen Teil des Apparates. Der mit einem photographischen Phonogramm versehene Film läuft über eine relativ große Zackenrolle und wird hier, vermittels eines Mikroprojektionssystems

durchleuchtet. Die Lichtschwankungen wirken in galvanischer Kopplung auf das Eingangsrohr eines Zweistufenverstärkers. Ebenfalls galvanisch gekoppelt mit dem ersten Verstärkerrohr ist das zweite Verstärkerrohr. Als Verstärkerrohre wurden damals die von der Triergon-Erfindergemeinschaft unabhängig von Siemens & Halske ausgearbeiteten Schirmgitterrohre benutzt. Der Anoden-

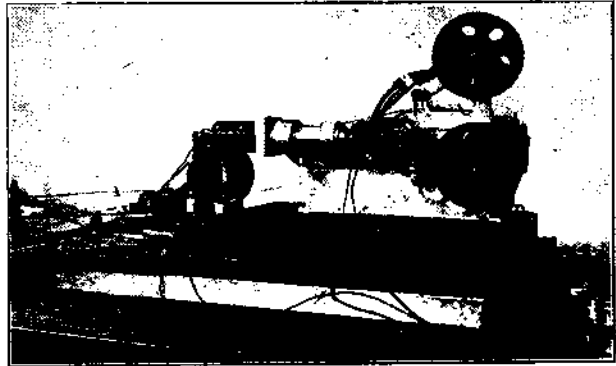


Abb. 6

strom des letzten Verstärkerrohres durchfloß den Anker des Schreibers. Der Schreiber selbst war gegenüber der senkrecht laufenden Wachsplatte auf einen Quersupport angebracht. Die Vorschubgeschwindigkeit des Quersupportes war einstellbar. Ebenso konnte, wie aus Abb. 7 ersichtlich ist, die Schnitttiefe durch eine Mikrometerschraube bequem eingestellt werden.



Abb. 7

Die praktische Handhabung des Verfahrens vollzog sich nun etwa in der Weise, wie schematisch aus Abb. 8 zu ersehen ist. Das photographische Phonogramm (Positivfilm) lief langsam durch die Einrichtung hindurch und regulierte einen auf die Photozelle fallenden Lichtstrom. Der Lichtstrom steuerte den Verstärker und damit die Bewegungen des Stichels.

Um zu untersuchen, welche günstige Schreibegeschwindigkeit sich bei der Benutzung des vorhandenen Stichtels ergab, wurde folgender Versuch unternommen: Es wurde auf eine Zackentrommel der Uebertragungseinrichtung ein an photographischen Details reiches Phonogramm befestigt. Von diesem photographischen Phonogramm wurden vermittels des Schreibers mehrere Kurvenschriften auf

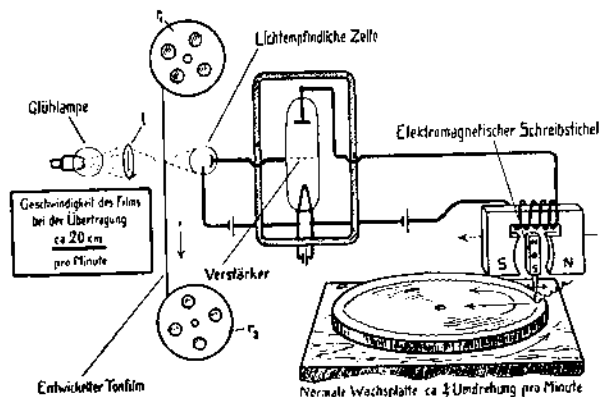


Abb. 8

der Wachsplatte hergestellt. Die Uebertragung wurde in der Weise vorgenommen, daß die Schreibegeschwindigkeit in einzelnen Etappen verlangsamt wurde. Die mikrophotographische Aufnahme (Abb. 9) der auf diese Weise gewonnenen Schallrillen zeigt nun deutlich, wie mit zunehmender Verlangsamung die Details der Kurvenschrift zunehmen, von einer gewissen Verlangsamung ab aber keine weiteren Verfeinerungen mehr wahrzunehmen sind.

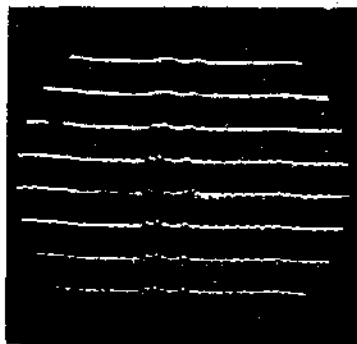


Abb. 9

Es wurde festgestellt, daß das günstigste Schreibtempo für den von mir gebauten Schreiber bei etwa $\frac{1}{10}$ der Originalphonogrammschwindigkeit lag. (5. Rille von unten!)

Wie weit man bei diesem Verfahren hinsichtlich einer großen Amplitude gehen kann, zeigt ein zweites Mikrophonogramm (Abb. 10). Diese Aufnahme dient allerdings nur für Demonstrationszwecke; es ist völlig ausgeschlossen, daß eine Abstastnadel diesen detailreichen und großen Schallkurven bei normaler Abstastgeschwindigkeit zu folgen in der Lage ist.

Wenn man das eben geschilderte Verfahren überblickt, muß man konstatieren, daß die eingangs meiner Ausführungen erwähnten Bedingungen für originalgetreue Registrierung von Schallvorgängen in Form von Kurvenschrift hier am exaktesten und einwandfreiesten zu erfüllen sind. Tatsächlich zeigen auch einzelne nach diesem System herge-

stellte Platten, rein akustisch gewertet und elektrisch auf einwandfrei durchgemessenen Verstärker- und Lautsprecheranordnungen wiedergegeben, ein außerordentlich hohes Qualitätsniveau. Wenn dieses Niveau von seiten der Firma, die nach diesem Verfahren arbeitet (Triergon Musik A.-G., Berlin-Mariendorf), aber nicht bei allen Platten ihrer regulären Produktion konstatiert werden kann, so liegt das vor allem daran, daß man die nach dem Verfahren gewonnenen Platten in ihrer Frequenzcharakteristik den mechanischen Schallplatten der üblichen Sprechapparate angepaßt hatte. Nachdem nun aber die elektrische Wiedergabe von Schallplatten immer mehr in Anwendung kommt, werden zukünftig solche Kompromißlösungen mit ihren Nachteilen überflüssig. Ingedessen ist mit großer Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen, daß das be-

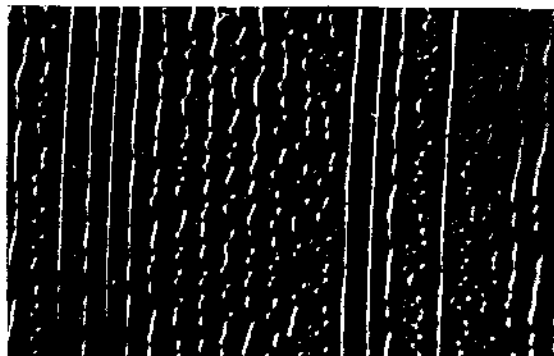


Abb. 10

schriebene Uebertragungsverfahren in der nächsten Zeit beträchtlich an Bedeutung gewinnen wird, besonders dann, wenn es der nach diesem Verfahren arbeitenden Firma gelingt, noch verschiedene Mängel, die lediglich in der Handhabung des Verfahrens begründet sind, zu beseitigen. Ganz besonders für die Herstellung von Schallplatten, die für Tonfilmzwecke geeignet sind, dürfte diesem Verfahren wie keinem zweiten die Zukunft gehören.

Anmerkung der Schriftleitung.

An den Vortrag schloß sich eine Vorführung verschiedener in den Jahren 1924 geschnittener Schallplatten, denen Triergonfilme aus den Jahren 1922 und 1923 zugrunde lagen. Diese Versuchsplatten hatten infolge hoher Graphitierung einen beträchtlichen Geräuschspiegel. Immerhin war dabei auffällig, wie deutlich bei Verwendung eines guten elektrischen Schallplattenapparates (der Vortragende verwendete hierzu einen von ihm selbst gebauten kombinierten Radio- und Schallplattenapparat, ausgerüstet mit einem seiner neuen elektrostatischen Lautsprecher) diese Platten waren. Besonders gut durchmoduliert, arm an Amplitudenverzerrungen und sehr reich an Obertönen war die Sprache, obwohl seinerzeit das Kathodophon als Mikrofon verwendet wurde. Der Vortragende führte Teile aus der Ringerzählung sowie Teile aus einem Vortrag in englischer Sprache vor. Jedes einzelne Wort konnte in dem großen Saal überall gut verstanden werden, auch Gesang war klanglich ganz gut, wie der Vortragende durch eine Tenorstimme aus dem Film „Ein Tag auf dem Bauernhof“ bewies. Kompliziertere Tongebilde jedoch waren noch verhältnismäßig undurchsichtig und die einzelnen Stimmen überschrien, wie einige Takte aus der „Zauberflöte“ zeigten. Vor diesen akustischen Vorführungen zeigte der Vortragende an Hand verschiedener Lichtbilder die Apparaturen, die seinerzeit die Triergon-Erfindergemeinschaft geschaffen und vermittels der sie die Filme aufgenommen hatte, die den vorgeführten, nach dem erläuterten Verfahren hergestellten Platten zugrunde lagen.