



Filmschaltwerke in Schmalfilmprojektoren

VON

HORST MASCHGAN

Sonderdruck aus „KINO-TECHNIK“

16. Jahrgang September 1962 · Heft 9 · Seite 215 bis 218

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN · MÜNCHEN

Filmschaltwerke in Schmalfilmprojektoren

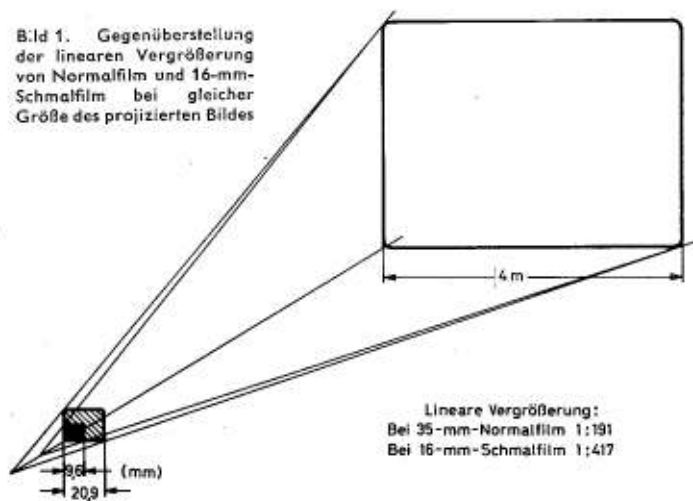
Die Notwendigkeit einer starken Vergrößerung bei der Schmalfilmprojektion setzt hohe Präzision der Schrittschaltwerke oder Greifer voraus. In diesem Beitrag werden jene Verfahren diskutiert, die bei Siemens-Projektoren Verwendung finden und mit denen neuerdings sogar eine Rückwärtsprojektion zu erreichen ist.

Die erweiterten Anwendungsbereiche des Schmalfilms ziehen zwangsläufig höhere Anforderungen an Betriebssicherheit, Aufbau und Gestaltung der Projektoren und erhöhten Bedienungskomfort nach sich. Helle und große Bilder werden heute auch vom Schmalfilm verlangt; anamorphotische Vorsatzobjektive werden beim 16-mm- und 8-mm-Film verwendet. Diese Betriebsbedingungen lassen bei der konstruktiven Bearbeitung eines Filmschaltwerks besondere Probleme auftauchen, um die grundsätzlichen Forderungen – größter Nutzlichtstrom, guter Bildstand, weitgehende Filmschonung, geräuscharmer Lauf, lange Lebensdauer – sinnvoll zu erfüllen.

Im Normalfilm- und Schmalfilmkino liegen Bilder mit einer Breite von etwa 4 m durchaus im Rahmen des Möglichen. Eine Gegenüberstellung der linearen Vergrößerungsmaßstäbe beider Formate zeigt deutlich, daß der 16-mm-Schmalfilmprojektor dem Normalfilmgerät hinsichtlich der Präzision im Schaltwerk nicht nachstehen darf (Bild 1).

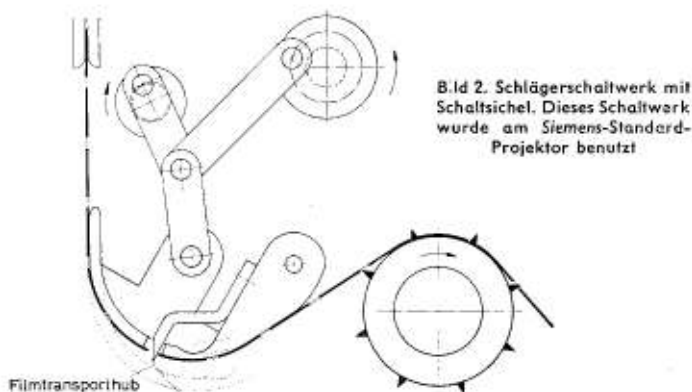
Alle mechanischen Fehler im Filmschaltwerk werden bei der angenommenen Bildbreite von 4 m beim Schmalfilmformat über

Bild 1. Gegenüberstellung der linearen Vergrößerung von Normalfilm und 16-mm-Schmalfilm bei gleicher Größe des projizierten Bildes



400mal vergrößert. Tritt also in der Schaltmechanik ein Bildstandfehler von $\frac{1}{10}$ mm auf, so springt das projizierte Bild über 4 cm in vertikaler Richtung, das heißt, im beschriebenen Fall bei einer Projektionsfläche von 4 m Breite und 3 m Höhe beträgt der Bildstandfehler 1,33 %, bezogen auf die Höhe des Bildes. Auf die Güte des Bildstandes wirken sich auch die Ungenauigkeit des Films sowie Kopierfehler aus. Die benachbarten gestanzten Perforationslöcher können nach den vorliegenden Normblättern Teilungsfehler bis zu $\pm 0,01$ mm aufweisen. Damit muß sich der Konstrukteur abfinden; er muß versuchen, das Schaltwerk optimal zu gestalten, damit die unabänderlichen Filmfehler nicht den Bildstand gefährden. Daß dieses ein schwieriges Problem, verbunden mit hoher Fertigungspräzision, ist, folgt daraus, daß man bei 16-mm-Schmalfilmprojektoren eine Bildstandgenauigkeit erwartet, bei der die Fehler in vertikaler und horizontaler Richtung nicht größer als 3 ‰ (von der Höhe und Breite des projizierten Bildes) sind.

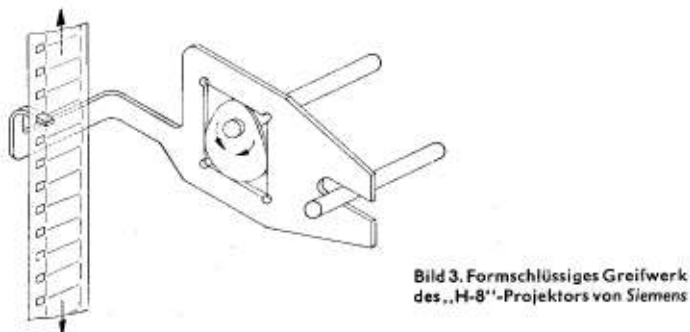
Im Laufe der vergangenen 35 Jahre, seitdem Siemens Schmalfilmgeräte fertigt, wurden verschiedenartige Schaltwerke entwickelt und hergestellt. Im wesentlichen lassen sich die Schaltwerke nach ihren funktionellen Merkmalen in die Gruppen Schrittschaltwerke, Schlägerschaltwerke und Greiferschaltwerke einordnen. Der optische Ausgleich soll hier



nicht behandelt werden, weil er für die Schmalfilmprojektoren bisher keine Bedeutung erlangte.

Zu den Schrittschaltwerken gehören das Malteserkreuzgetriebe und Schaltwalzen oder Einzahntriebe. Malteserkreuzschaltwerke, die man fast nur bei Normalfilmprojektoren mit bestem Erfolg seit Jahrzehnten benutzt, sind in Schmalfilmgeräten kaum üblich; ihr Aufbau ist für Schmalfilmgeräte zu aufwendig. Im Gegensatz zum Normalfilm-Schaltwerk müssen für Schmalfilmgeräte wegen beengter räumlicher Verhältnisse und des niedrigen Gerätegewichtes – was für transportable Apparaturen von Wichtigkeit ist – leichte Getriebelemente verwendet werden, die aber hinsichtlich des Verschleißes anfällig sind und somit den guten Bildstand über längere Betriebszeit gefährden. Für stationäre Anlagen dagegen, bei denen man auf das Gewicht und den Herstellungspreis weniger Rücksicht nehmen muß, werden auch für Schmalfilmprojektoren Malteserkreuzgetriebe eingesetzt.

Ein bei Siemens-Geräten bewährtes Schaltwerk, das Schlägerschaltwerk, ist im Bild 2 dargestellt. Dieses fand im 16-mm-Siemens-Standardprojektor, der in den Jahren 1928/29 entwickelt wurde, Anwendung. Die Schaltsichel wird über Hebel von zwei Exzenterkurbeln, die mit unterschiedlicher Drehzahl gegenläufig rotieren, bewegt. Der Abwärtshub der Schaltsichel drückt in die Filmschleife, die an der Nachwickelzahntrömmel festgehalten und kontinuierlich transportiert wird, und vollzieht so den Filmtransporthub im Filmführungskanal. Die Schlägerschaltwerke lassen wegen ihres kinematischen Aufbaus nur den Filmtransport nach einer Richtung zu. Über 50 000 Siemens-Standardprojektoren



wurden mit Schlägerschaltwerken ausgerüstet, wobei viele das Lebensalter von 25 Jahren überschritten haben und noch heute zuverlässig ihren Dienst tun. Den heutigen Anforderungen hinsichtlich günstiger Lichtausbeute sowie geräusch- und verschleißarmen Betriebes werden diese Schaltwerke nicht mehr gerecht.

Greiferschaltwerke, die heute in Schmalfilmprojektoren vorherrschen, lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: in form- und in kraftschlüssige Systeme.

Beim formschlüssigen Schaltwerk wird der Greiferhebel praktisch in jeder Phasenlage seiner Bewegung fest und unverrückbar mit der Schaltkurve verbunden. Bild 3 zeigt ein sehr einfaches, aus wenigen Teilen bestehendes formschlüssiges Greiferschaltwerk aus dem 8-mm-Siemens-Heimprojektor, der ebenfalls, wie der vorher erwähnte Standard-Projektor, aus der Zeit vor dem Kriege stammt und in großen Stückzahlen gebaut wurde.

Die Schaltkurve – auch Herzexzenter oder Gleichdick genannt – greift mit genauer Passung in ein quadratisches Kulissenmaul des Greiferhebels und steuert den erforderlichen Bewegungsverlauf am Greiferzahn, nämlich den Transport- und Rückföhrhub in vertikaler und die Perforationsein- und -austrittsbewegung in horizontaler Richtung. Das Schaltwerk läßt den Filmtransport in Vorlaufrichtung und durch gegenläufigen Drehsinn der Schaltkurve auch rückwärts mit sichtbarer Projektion zu. Es ist jedoch nicht möglich, ein günstigeres Schaltverhältnis zu erzielen, auf dessen Bedeutung bezüglich maximaler Lichtleistung noch hingewiesen wird.

Die formschlüssigen Antriebe sind sehr geräuschanfällig, wenn das Spiel zwischen Kurve und Kulissenöffnung infolge Verschleißes größer wird.

Für die gegenwärtigen Siemens-Projektoren – den 16-mm-Projektor „2000“ und den 8-mm-Projektor „800“ – wurden kraftschlüssige Greiferschaltwerke entwickelt, weil bei dieser Antriebsart günstigste Ausnutzung des Lichtstroms möglich ist und sich der Abnutzungsverschleiß kaum merklich auf die Bildstandgüte auswirkt.

Die Wirkungsweise des kraftschlüssigen Greiferschaltwerks aus dem Projektor „2000“ ist schematisch im Bild 4 dargestellt. Die Antriebswelle trägt zwei Kurvenkonturen. Von einer Radialkurve wird über einen Winkelhebel die Hubbewegung des Dreizahngreifers in Filmlaufrichtung und von einer Axialkurve über einen drehbar gelagerten Rahmen, in dem der Greifer geführt ist, die Ein- und Austrittsbewegung der Greiferspitzen in die Perforationslöcher des Films bestimmt. Der Kraftschluß der Kurvenabgriffshebel an den beiden Kurvenprofilen wird mit Zugfedern erzwungen. Der eigentliche Filmtransport wird durch den ansteigenden Kurvenast der Radialkurve vorgenommen. Die Zugfederkraft vollzieht die Rückholbewegung.

Die Vorzüge dieser Anordnung sind: Die Transportendstellungen für die aufeinanderfolgenden Einzelbilder werden stets vom gleichen Kurvenpunkt bestimmt, ohne daß ein Spiel einen schädlichen Einfluß auf den Bildstand ausübt. Das Zeit-Weg-Diagramm (Bild 5) zeigt den zeitlichen Ablauf der Funktionen dieses kraftschlüssigen Schaltwerks und läßt deutlich erkennen, daß man für den Schaltvorgang freizügig Greiferbewegungen wählen kann, die auf Lichtausnutzung, Film-

schonung und Filmschaltgeräusch weitgehend Rücksicht nehmen.

In Stellung 1 stehen die Greiferzähne in der oberen Totpunkt-lage hinter der Filmebene. Von Stellung 1 und 2 werden die Greiferspitzen in die Perforationslöcher eingeföhrt, ohne jedoch den Film schabend zu beröhren. Zwischen 2 und 3 werden die Zähne langsam gegen die Perforationslochkante geföhren, um auch geringe Anschlaggeräusche zu vermeiden. Bei 3 setzt dann schließlich der Transporthub ein, der völlig geradlinig verläuft. In Stellung 4 ist der Greifer in seiner unteren Totpunkt-lage und hebt sich bis Stellung 5 von der Perforationslochkante ab, um dann, ohne den Film zu streifen, aus der Perforation herausgezogen zu werden (Stellung 6). Von 6 wird dann der Greifer außerhalb der Filmebene in die Ausgangsstellung 1 zurückgeföhrt, und der zyklische Bewegungsablauf beginnt von neuem. Sehr wichtig ist, daß die Greiferzähne während der Perforationsein- und -austrittsbewegung den Film nicht beröhren oder gar bewegen, weil in dieser Zeit, wie das Zeit-Weg-Diagramm verdeutlicht, die Blende geöffnet ist. Bildstandfehler würden dann kaum ausbleiben, auch unterläge der Greiferzahn einem höheren Verschleiß. Es ist durchaus keine Seltenheit, daß in Wanderkinos oder im Werbungseinsatz Schmalfilmprojektoren wöchentlich etwa 30 Stunden in Betrieb sind. Nach einem Monat hätte dann die Greiferspitze etwa 10 000 000 Transporthübe geleistet. Daraus läßt sich ermes-sen, wie groß die Abnutzungsgefahr am Greiferzahn wäre, wenn dieser an den Perforationslöchern, die von ihrer Bearbeitung her – vom Stanzen – bei mikroskopischer Betrachtung eine gewisse Rauigkeit erkennen lassen, bei jedem Hub schabt. Wegen der genau definierten Greiferbewegung erübrigt sich ein besonderer Schutz der Greiferspitzen zum Beispiel durch Saphire. Ein geeigneter gehärteter und polierter Werkzeug-stahl erfüllt alle Forderungen, wie die Erfahrungen am Siemens-Projektor „2000“ bestätigen.

Die Schaltperiode T unterteilt sich für jedes einzelne Phasen-bild in Schalt- und Stillstandszeit. Durch den Quotienten von Schaltzeit t_s zur Schaltperiode T wird das Schaltverhältnis S ausgedrückt, das als Kriterium für ein Filmschaltwerk hinsichtlich Lichtstromausnutzung und Filmschonung anzusehen ist. Um den größten Nutzlichtstrom zu erreichen, wird man zunächst bemüht sein, die Schaltzeit t_s so klein wie möglich zu machen. Damit verknüpft ist die Dunkelzeit für die Blendenabdeckung, die stets größer ist als die Schaltzeit, da der Blendenflügel am Transportanfang und -ende eine zusätz-liche Laufzeit benötigt, um das Bildfenster während der Film-weiterschaltung völlig geschlossen zu halten (Bild 6). Weiterhin wird der Nutzlichtstrom reduziert durch die Zwei- oder Dreiflügelblende.

Für die richtige Bemessung des Schaltverhältnisses S müssen aber neben der größten Lichtleistung auch der Schalt-

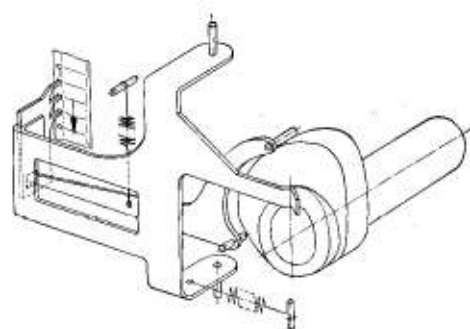


Bild 4 (links). Filmschaltwerk des Siemens-Projektors „2000“

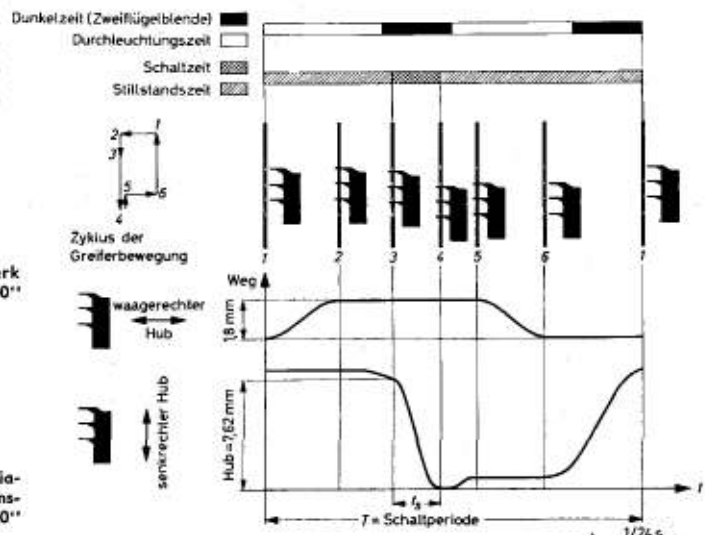


Bild 5 (rechts). Zeit-Weg-Diagramm für den Filmtransport beim Projektor „2000“

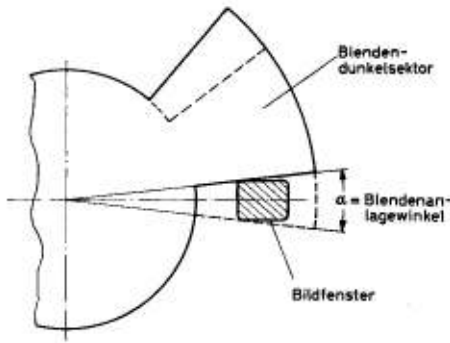
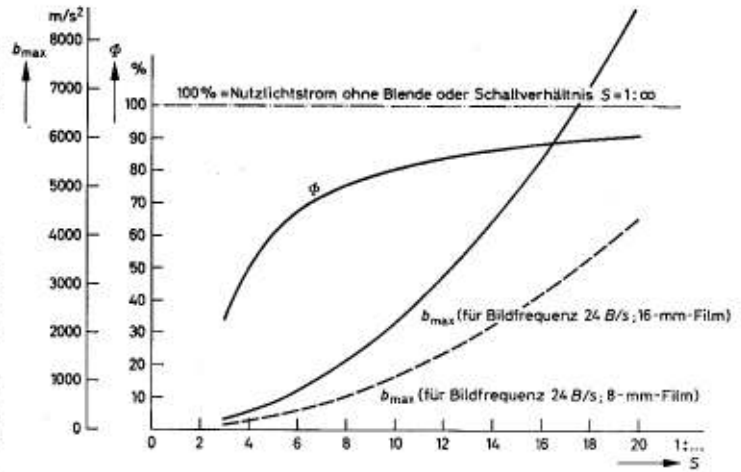


Bild 6 (links). Blendenanlagewinkel für Bildfensterverschluß vor und nach dem Filmtransport

Bild 7 (rechts). Nutzlichtstrom und Beschleunigung beim Filmtransport in Abhängigkeit vom Schaltverhältnis S



vorgang des Films und die damit verbundenen Massenkräfte kritisch betrachtet werden. Wie das Bild 7 veranschaulicht, nähert sich bei größer werdendem Schaltverhältnis S die Nutzlichtstrom-Kurve ϕ asymptotisch dem Maximalwert. Die Beschleunigung b dagegen und somit die Massenkraft des fortbewegten Films steigt nach einer quadratischen Funktion progressiv an. Daher nützt es wenig, das Schaltverhältnis allzu hoch zu treiben, weil kein nennenswerter Lichtgewinn zu erwarten ist, sondern nur erhöhte Perforationsbeanspruchung infolge stark anwachsender Beschleunigungskraft. Für den Projektor „2000“ wurde nach umfangreichen Untersuchungen das Schaltverhältnis $S = 1 : 8$ gewählt, wobei die Forderungen nach großem Nutzlichtstrom und optimaler Filmschonung vernünftig gegeneinander abgewogen sind.

Es ist wichtig, die Größe der Massenkräfte beim Filmschaltvorgang zu kennen, um das Schaltwerk und den Filmkanal richtig gestalten zu können. Daher soll der eigentliche Filmtransport - Schaltung von Stellung 3 nach 4 im Zeit-Weg-Diagramm nach Bild 5 - rechnerisch an einem Beispiel analysiert werden.

Der zeitliche Wegverlauf der Greiferzähne wird nach einer cos-Funktion festgelegt. Für die Beschleunigung am Transportbeginn sowie für die Verzögerung am Transportende ergibt sich die zweite Ableitung des Weges s nach der Zeit t

$$s = f(\cos t)$$

$$b = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Die Maximalwerte für die Beschleunigung und Verzögerung ergeben sich am Anfang und Ende des Weges. Nach Einsetzen folgender Werte: $t_s = 1/192$ s (Schaltzeit bei einem Schaltverhältnis 1 : 8 und Bildfrequenz 24 B/s) und $s = 7,62$ mm (Filmtransporthub) wird

$$b_{\max} = \pm 1390 \text{ m/s}^2$$

Mit dieser Beschleunigung oder Verzögerung muß das Filmband im Filmkanal und ein Teil der Filmschleifen am Vor- und Nachwickler bewegt werden (Bild 8).

Unter Berücksichtigung der an der Beschleunigung beteiligten Filmmasse erreicht die Massenkraft die Größe

$$P = b_{\max} \cdot m \approx \pm 90 \text{ p}$$

Damit in der Transport-Endstellung der Film nicht durch den Filmführungskanal geschleudert wird, muß eine Bremskraft aufgebracht werden, die mindestens so groß - oder besser noch größer - ist wie die Massenkraft und dieser entgegenwirkt. Diese Bremskraft wird durch die Filmandruckplatte im Filmkanal als Reibungskraft erzeugt, und da sie während des gesamten Schaltvorgangs wirkt, überlagert sie auch die Beschleunigungskraft am Transportanfang, so daß mit einer Zugkraft am Greifer beim Transportbeginn unter Vernachlässigung der Haftreibung mit

$$P' \approx 200 \text{ p}$$

zu rechnen ist. Das entspricht einem spezifischen Flächen- druck zwischen Greifer und Film (Filmdicke = 0,15 mm, Greiferzahnbreite = 1 mm) von

$$p_{\max} \approx 1330 \text{ kg/cm}^2$$

Bei den kurzen Schaltzeiten von $t_s = 1/192$ s pro Bildwechsel müssen die oszillierend bewegten Teile - besonders Greifer

und Greiferhebel - möglichst massearm sein, aber doch festigkeitgerecht und verschleißfest bemessen werden. Der Dreizahngreifer beispielsweise wiegt nur 1,35 g. Die richtige Gestaltung dieser Teile ist bestimmend für Lebensdauer und Laufgeräusch.

Aus diesen Überlegungen und Berechnungen folgen dann weitere Festlegungen und Dimensionierungen aller wichtigen Elemente am Schaltwerk, wie Kraft der Rückholzugfeder, Andruck im Filmkanal und Materialauswahl.

Von dem Dreizahngreifer übernimmt nur ein Zahn den Filmtransport, denn Perforationstoleranzen und Filmschrumpfungen ergeben unterschiedliche Perforationslochabstände. Die übrigen zwei Zähne treten als Hilfszähne bei beschädigter oder ausgereissener Perforation in Funktion.

Mit dem kraftschlüssigen Greiferschaltwerk des Projektors „2000“ ist nur Vorlaufbetrieb mit exakt definiertem Filmtransport für guten Bildstand möglich. Für Szenenwiederholungen ist aber ein Rücktransport erwünscht, ja bei den Magnettonversionen des Projektors „2000“ ist er unerlässlich. Daher wurde die Schaltkurve zusätzlich mit einer Hüllkurve, die als Äquidistante zur Transportkurve liegt, versehen (Bild 10). Mittels Hüllkurve und Rückföhrzugfeder erfolgt nun die Steuerung des Greiferschalthebels für den Filmrücklauf. Die Bildstandgenauigkeit ist allerdings nicht so präzise wie beim Vorlauf.

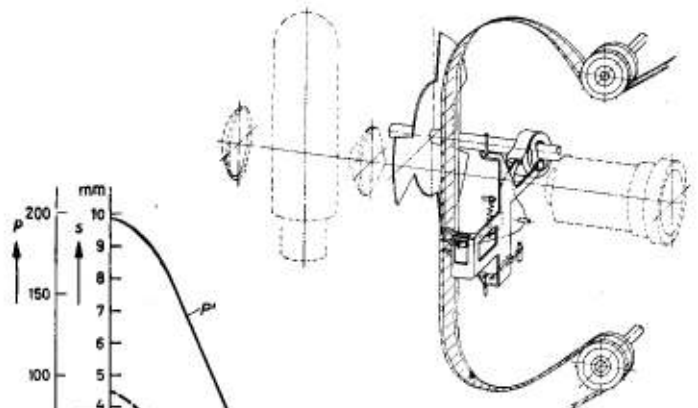


Bild 8 (oben). Schematische Darstellung des Filmtransports beim „2000“

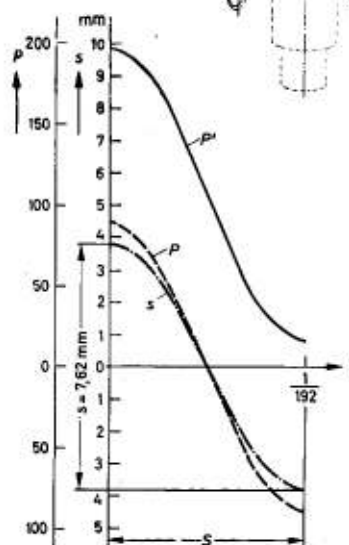


Bild 9 (links). Die wirksamen Massenkräfte am Greiferzahn

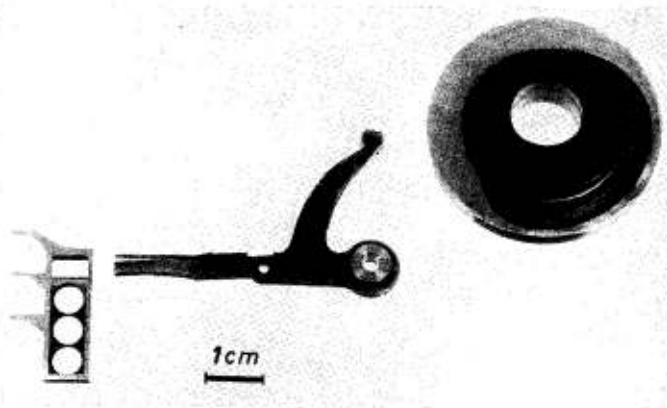


Bild 10. Die mit einer Äquidistanten zur Transportkurve versehene Schaltkurve des Greiferwerks

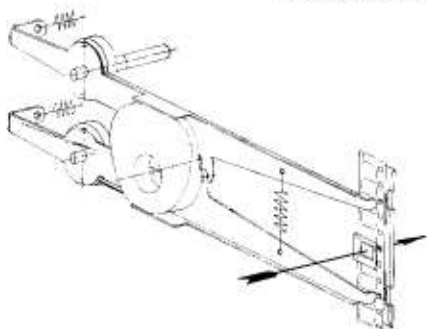


Bild 11 (links). Doppelgreifer-Schaltwerk für den 8-mm-Projektor „800“

Ein neuartiges kraftschlüssiges Greiferschaltwerk, das sowohl für Vorlauf wie für Rücklauf mit gleich gutem Bildstand sichtbaren Filmtransport vornimmt, wurde für den 8-mm-Siemens-Projektor „800“ geschaffen (Bild 11). Für den Vorwärts- und Rückwärtstransport sind hier gesonderte kraftschlüssige Greiferhebel vorhanden. Damit beide Greiferhebel, die gegeneinander mit einer Zugfeder gegen die Schaltkurve gespannt sind, gleichsinnige Bewegungen beschreiben, wurde die Transportkurve in ihrer Charakteristik als Gleichdick ausgebildet. Eine Axialkurve steuert beide Hebel gemeinsam für die waagerechte Aus- und Eintrittsbewegung der Greiferspitzen in die Filmbandperforation.

Beim Vorlauf transportiert nur der untere Greiferzahn, die obere Greiferspitze läuft leer mit, ohne die Perforationslochkanten zu berühren. Sinngemäß transportiert beim Rücklauf der obere Greifer, und der untere folgt diesem leer. Es wird also stets der Filmstreifen bei beiden Laufrichtungen durch den Filmkanal gezogen, was für die erreichbare Bildstandqualität günstig ist (Bild 12). Die nach beiden Filmrichtungen jeweils leer mitlaufenden Greiferzähne fungieren als Hilfgreifer und sorgen dafür, daß der Filmtransport bei beschädigten Perforationslöchern nicht unterbrochen wird. Dieses Filmschaltwerk vereint die Vorzüge des formschlüssigen Antriebs mit der Gleichdick-Kurve, die es für Vor- und

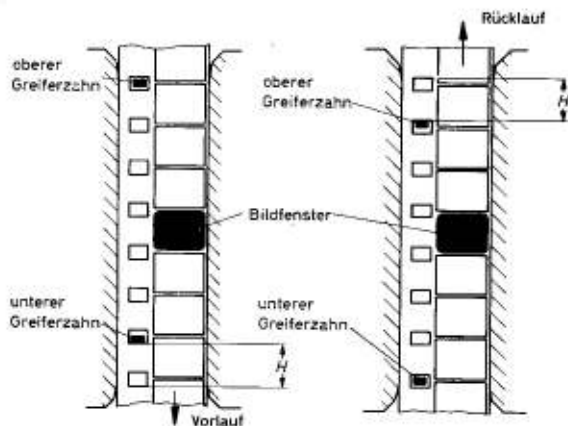


Bild 12. Filmtransport vorwärts und rückwärts beim Projektor „800“

Rücklauf geeignet macht, und die des kraftschlüssigen Greiferschaltwerkes hinsichtlich Bildstand und Geräuscharmheit. Für die kinematischen Gesetzmäßigkeiten lassen sich sinngemäß die gleichen Überlegungen anstellen wie beim Schaltwerk des Projektors „2000“. Transporthub und Filmmasse des 8-mm-Films sind nur halb so groß wie beim 16-mm-Film. Die Werte für Beschleunigung und Verzögerung betragen deshalb auch nur die Hälfte und die Massenkräfte nur ein Viertel eines 16-mm-Filmschaltwerkes, so daß man für 8-mm-Projektoren ein höheres Schaltverhältnis wählen kann. Die vorstehenden Betrachtungen zeigen, daß die Filmschaltwerke in Schmalfilm-Projektoren im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte beachtliche Wandlungen im Sinne einer Leistungssteigerung erfahren haben. Die letzten Ausführungen lassen deutlich erkennen, daß man bemüht ist, allen Einflüssen nachzugehen, um leistungsfähige und zuverlässige Schaltwerke zu erhalten, die den heutigen hohen Anforderungen an Schmalfilmprojektoren gerecht werden.

The need for high scales of enlargement in narrow-film projection renders highly precise film feed gears or grippers an important pre-requisite. This contribution discusses the systems used in the Siemens projector line. Since recently, these film feed systems enable even reverse projection.

La nécessité d'un fort grossissement pendant la projection des films de format réduit demande une grande précision des mécanismes convoyeurs et de l'engrenage. Dans cet article sont discutés les procédés employés dans les appareils de projection Siemens qui permettent maintenant aussi la projection en arrière.

La necesidad de una fuerte ampliación en la proyección de películas de 8 a 16 mm requiere alta precisión de los mecanismos de transporte o del grifo. En este artículo se discute aquellos sistemas usados en los proyectores Siemens, pudiéndose recientemente hasta llegar con ellos a la proyección en sentido contrario o para atrás.

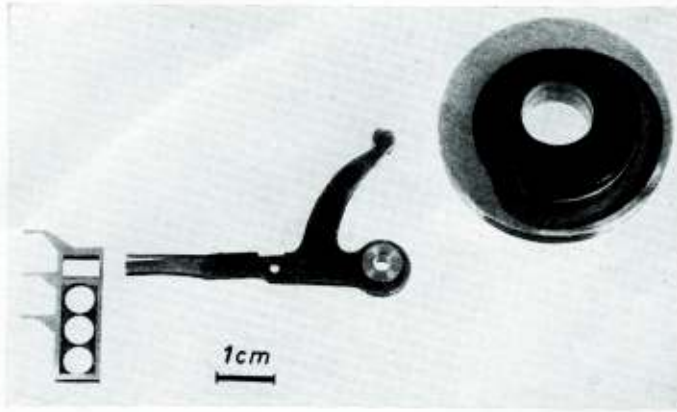


Bild 10. Die mit einer Äquidistanten zur Transportkurve versehene Schaltkurve des Greiferwerks

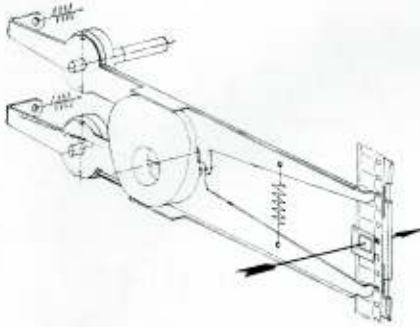


Bild 11 (links). Doppelgreifer-Schaltwerk für den 8-mm-Projektor „800“

Ein neuartiges kraftschlüssiges Greiferschaltwerk, das sowohl für Vorlauf wie für Rücklauf mit gleich gutem Bildstand sichtbaren Filmtransport vornimmt, wurde für den 8-mm-Siemens-Projektor „800“ geschaffen (Bild 11). Für den Vorwärts- und Rückwärtstransport sind hier gesonderte kraftschlüssige Greiferhebel vorhanden. Damit beide Greiferhebel, die gegeneinander mit einer Zugfeder gegen die Schaltkurve gespannt sind, gleichsinnige Bewegungen beschreiben, wurde die Transportkurve in ihrer Charakteristik als Gleichdick ausgebildet. Eine Axialkurve steuert beide Hebel gemeinsam für die waagerechte Aus- und Eintrittsbewegung der Greiferspitzen in die Filmbandperforation.

Beim Vorlauf transportiert nur der untere Greiferzahn, die obere Greiferspitze läuft leer mit, ohne die Perforationslochkanten zu berühren. Sinngemäß transportiert beim Rücklauf der obere Greifer, und der untere folgt diesem leer. Es wird also stets der Filmstreifen bei beiden Laufrichtungen durch den Filmkanal gezogen, was für die erreichbare Bildstandqualität günstig ist (Bild 12). Die nach beiden Filmrichtungen jeweils leer mitlaufenden Greiferzähne fungieren als Hilsgreifer und sorgen dafür, daß der Filmtransport bei beschädigten Perforationslöchern nicht unterbrochen wird. Dieses Filmschaltwerk vereint die Vorzüge des formschlüssigen Antriebs mit der Gleichdick-Kurve, die es für Vor- und

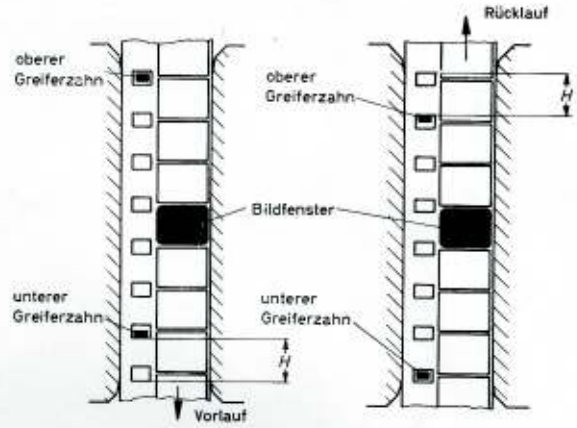


Bild 12. Filmtransport vorwärts und rückwärts beim Projektor „800“

Rücklauf geeignet macht, und die des kraftschlüssigen Greiferschaltwerkes hinsichtlich Bildstand und Geräuscharmheit. Für die kinematischen Gesetzmäßigkeiten lassen sich sinngemäß die gleichen Überlegungen anstellen wie beim Schaltwerk des Projektors „2000“. Transporthub und Filmmasse des 8-mm-Films sind nur halb so groß wie beim 16-mm-Film. Die Werte für Beschleunigung und Verzögerung betragen deshalb auch nur die Hälfte und die Massenkräfte nur ein Viertel eines 16-mm-Filmschaltwerkes, so daß man für 8-mm-Projektoren ein höheres Schaltverhältnis wählen kann. Die vorstehenden Betrachtungen zeigen, daß die Filmschaltwerke in Schmalfilm-Projektoren im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte beachtliche Wandlungen im Sinne einer Leistungssteigerung erfahren haben. Die letzten Ausführungen lassen deutlich erkennen, daß man bemüht ist, allen Einflüssen nachzugehen, um leistungsfähige und zuverlässige Schaltwerke zu erhalten, die den heutigen hohen Anforderungen an Schmalfilmprojektoren gerecht werden.

The need for high scales of enlargement in narrow-film projection renders highly precise film feed gears or grippers an important pre-requisite. This contribution discusses the systems used in the Siemens projector line. Since recently, these film feed systems enable even reverse projection.

La nécessité d'un fort grossissement pendant la projection des films de format réduit demande une grande précision des mécanismes convoyeurs et de l'engrenage. Dans cet article sont discutés les procédés employés dans les appareils de projection Siemens qui permettent maintenant aussi la projection en arrière.

La necesidad de una fuerte ampliación en la proyección de películas de 8 a 16 mm requiere alta precisión de los mecanismos de transporte o del grifo. En este artículo se discute aquellos sistemas usados en los proyectores Siemens, pudiéndose recientemente hasta llegar con ellos a la proyección en sentido contrario o para atrás.

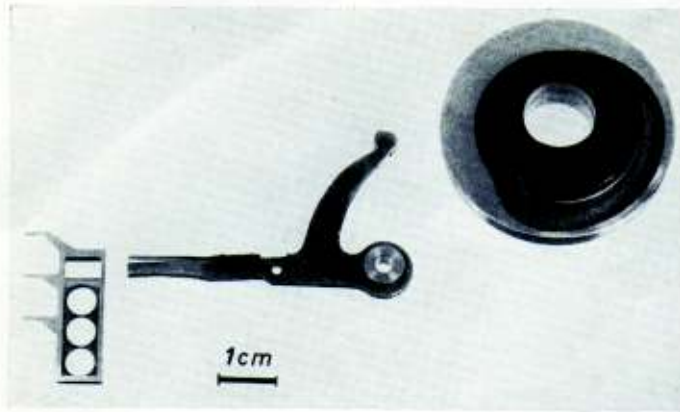


Bild 10. Die mit einer Äquidistanten zur Transportkurve versehene Schaltkurve des Greiferwerks

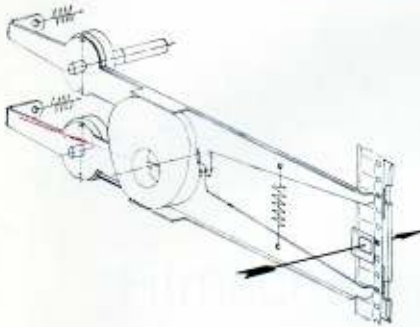


Bild 11 (links). Doppelgreifer-Schaltwerk für den 8-mm-Projektor „800“

Ein neuartiges kraftschlüssiges Greiferschaltwerk, das sowohl für Vorlauf wie für Rücklauf mit gleich gutem Bildstand sichtbaren Filmtransport vornimmt, wurde für den 8-mm-Siemens-Projektor „800“ geschaffen (Bild 11). Für den Vorwärts- und Rückwärtstransport sind hier gesonderte kraftschlüssige Greiferhebel vorhanden. Damit beide Greiferhebel, die gegeneinander mit einer Zugfeder gegen die Schaltkurve gespannt sind, gleichsinnige Bewegungen beschreiben, wurde die Transportkurve in ihrer Charakteristik als Gleichdick ausgebildet. Eine Axialkurve steuert beide Hebel gemeinsam für die waagerechte Aus- und Eintrittsbewegung der Greiferspitzen in die Filmbandperforation.

Beim Vorlauf transportiert nur der untere Greiferzahn, die obere Greiferspitze läuft leer mit, ohne die Perforationslochkanten zu berühren. Sinngemäß transportiert beim Rücklauf der obere Greifer, und der untere folgt diesem leer. Es wird also stets der Filmstreifen bei beiden Laufrichtungen durch den Filmkanal gezogen, was für die erreichbare Bildstandqualität günstig ist (Bild 12). Die nach beiden Filmiaufrichtungen jeweils leer mitlaufenden Greiferzähne fungieren als Hilfgreifer und sorgen dafür, daß der Filmtransport bei beschädigten Perforationslöchern nicht unterbrochen wird. Dieses Filmschaltwerk vereint die Vorzüge des formschlüssigen Antriebs mit der Gleichdick-Kurve, die es für Vor- und

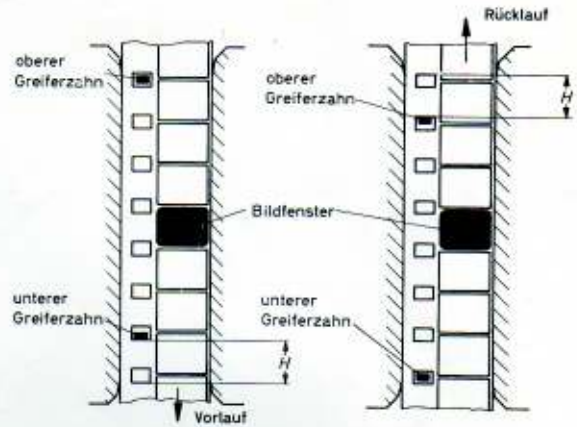


Bild 12. Filmtransport vorwärts und rückwärts beim Projektor „800“

Rücklauf geeignet macht, und die des kraftschlüssigen Greiferschaltwerkes hinsichtlich Bildstand und Geräuscharmheit. Für die kinematischen Gesetzmäßigkeiten lassen sich sinngemäß die gleichen Überlegungen anstellen wie beim Schaltwerk des Projektors „2000“. Transporthub und Filmmasse des 8-mm-Films sind nur halb so groß wie beim 16-mm-Film. Die Werte für Beschleunigung und Verzögerung betragen deshalb auch nur die Hälfte und die Massenkräfte nur ein Viertel eines 16-mm-Filmschaltwerkes, so daß man für 8-mm-Projektoren ein höheres Schaltverhältnis wählen kann. Die vorstehenden Betrachtungen zeigen, daß die Filmschaltwerke in Schmalfilm-Projektoren im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte beachtliche Wandlungen im Sinne einer Leistungssteigerung erfahren haben. Die letzten Ausführungen lassen deutlich erkennen, daß man bemüht ist, allen Einflüssen nachzugehen, um leistungsfähige und zuverlässige Schaltwerke zu erhalten, die den heutigen hohen Anforderungen an Schmalfilmprojektoren gerecht werden.

The need for high scales of enlargement in narrow-film projection renders highly precise film feed gears or grippers an important pre-requisite. This contribution discusses the systems used in the Siemens projector line. Since recently, these film feed systems enable even reverse projection.

La nécessité d'un fort grossissement pendant la projection des films de format réduit demande une grande précision des mécanismes convoyeurs et de l'engrenage. Dans cet article sont discutés les procédés employés dans les appareils de projection Siemens qui permettent maintenant aussi la projection en arrière.

La necesidad de una fuerte ampliación en la proyección de películas de 8 a 16 mm requiere alta precisión de los mecanismos de transporte o del grifo. En este artículo se discute aquellos sistemas usados en los proyectores Siemens, pudiéndose recientemente hasta llegar con ellos a la proyección en sentido contrario o para atrás.